



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**ALANN GUEDES COUTINHO**

**AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM DE PÓS-LARVAS DE  
CAMARÕES *Penaeus Vannamei* EM SISTEMA SIMBIÓTICO DE CULTIVO.**

**FORTALEZA**

**2022**

ALANN GUEDES COUTINHO

AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM DE PÓS-LARVAS DE  
CAMARÕES *Penaeus vannamei* EM SISTEMA SIMBIÓTICO DE CULTIVO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
graduação em Engenharia de Pesca do  
Departamento de Engenharia de Pesca da  
Universidade Federal do Ceará, como parte das  
exigências para obtenção do Título de Mestre  
em Engenheiro de Pesca. Area de  
concentração: Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Galdino Feijó

FORTALEZA

2022

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

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

---

- C895a Coutinho, Alann Guedes.  
Avaliação da densidade de estocagem de pós-larvas de camarões penaeus vannamei em sistema simbiótico de cultivo. / Alann Guedes Coutinho. – 2022.  
52 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Rubens Galdino Feijó.
1. Simbiótico. 2. Desempenho zootécnico. 3. VibriosBacillus. 4. Bacillus. 5. Camarão branco. I. Título.  
CDD 639.2
-

ALANN GUEDES COUTINHO

AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM DE PÓS-LARVAS DE  
CAMARÕES *Penaeus vannamei* EM SISTEMA SIMBIÓTICO DE CULTIVO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós graduação em Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenheiro de Pesca. Area de concentração: Aquicultura.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Rubens Galdino Feijó. (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Alysson Lira Angelim

Biotrends Soluções Biotecnológicas

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar os momentos adversos.

Agradeço à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, por concessão da bolsa de pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho. Assim como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e o SEBRAE pelo investimento disponibilizado para construção e manutenção das estruturas utilizadas no sistema experimental.

Agradeço a Prof. Gleire e ao Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado do LABOMAR/UFC, assim como a empresa BIOTRENDS Soluções Biotecnológicas LTDA pelo auxílio referente às análises microbiológicas do experimento.

Agradeço a empresa Guabi Nutrição e Saúde Animal S. pelo fornecimento das rações utilizadas no presente experimento.

Agradeço ao professor e orientador Dr. Rubens Galdino Feijó, pela sua excelente orientação, apoio, conhecimentos e oportunidades que me foi dado durante meu mestrado e permanência no LABIAq-IFCE.

Aos meus pais Afonso Gomes Coutinho Filho e Francisca Guedes Coutinho, por todo amor, apoio e educação que me foi dado.

Aos meus amigos e estagiários do LABIAq-IFCE, principalmente aqueles que me ajudaram diretamente em meu projeto.

*“Há três caminhos para o fracasso: não ensinar o que se sabe, não praticar o que se ensina, não perguntar o que se ignora.”*

(São Beda)

## RESUMO

Dentro do grupo dos crustáceos cultivados no mundo, destaca-se o camarão branco (*Penaeus vannamei*). Sua produção mundial registrou um aumento de 8.286 toneladas em 1980 para 5.446.216 toneladas em 2020 equivalente a aproximadamente 77% da produção total de camarão mundial (FAO, 2020). Com o aumento da produção, faz-se necessário a implementação de tecnologias mais eficientes que ajudem na intensificação dos sistemas de cultivo, de modo a promover a sustentabilidade ambiental e econômica para a atividade. Os sistemas simbióticos são uma das alternativas utilizadas nessas intensificações de cultivo, essa metodologia tem como base o fornecimento de probióticos e prebióticos de forma combinada, com o intuito de favorecer o crescimento de organismos benéficos, melhorando a sobrevivência e colonização desses microrganismos no meio de cultivo e no trato digestório dos animais cultivados. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes densidades de estocagem com e sem bonificação populacional, no cultivo intensivo de pós-larvas *P. vannamei*, durante a fase de berçário, em água salgada, com taxa mínima de renovação de água. O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia Aquícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (LABIAq-IFCE), *campus* Acaraú, onde foram utilizados nove tanques circulares suspenso de PEAD (Polietileno de alta densidade), com volume útil de 10.000 L, interligados individualmente a um sistema de controle de sólidos sedimentáveis de 180 L. Todo o sistema de cultivo foi montado dentro de uma estufa aquícola de 360 metros quadrados para controle de temperatura. A água utilizada no cultivo passou por um preparo a partir do processo de fermentação e respiração microbiana do farelo de arroz, com a utilização de probióticos, para manutenção do sistema simbiótico. Um total de 360.000 Pl's de *P. vannamei* em cada experimento, com peso médio de 0,003 g foram estocados em triplicata nas densidades de 2, 4 e 6 Pl's por litros e alimentados 6 vezes ao dia com intervalo de 2 horas entre as alimentações, durante 30 dias. Para verificar a influência das densidades de estocagem com e sem bonificação populacional no sistema simbiótico, foram feitas análises microbiológicas no tempo inicial e final do cultivo e análises da qualidade de água durante todo o experimento. A concentração das colônias de *Vibrios* spp. e *Bacillus* nos experimentos 1 e 2 não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, porém demonstraram variações quando comparados os tempos inicial e final. No experimento 1 (com bonificação) os fatores de peso médio final, sobrevivência, produtividade e FCA dos camarões não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Já no experimento 2 (sem bonificação), os camarões cultivados na menor densidade (2pl/L) obtiveram um maior

peso médio final de  $0,48 \pm 0,018\text{g}$  ( $P < 0,05$ ) e maiores taxas de sobrevivência  $80 \pm 0,03\%$  ( $P < 0,05$ ), quando comparado com as maiores densidades (4pl/L e 6pl/L). Os dados indicam que o sistema simbiótico ajuda na manutenção dos parâmetros de qualidade de água do sistema, mesmo nas maiores densidades de estocagem. Porém, as densidades de estocagem sem o acréscimo da bonificação populacional, influenciam no desempenho zootécnico dos animais cultivados.

**Palavras-Chave:** simbiótico; desempenho zootécnico; *Vibrios*; *Bacillus*; Camarão branco.

## ABSTRACT

Within the group of crustaceans cultivated in the world, stands out the white shrimp (*Penaeus vannamei*). Its world production has increased from 8,286 tonnes in 1980 to 5,446,216 tonnes in 2020, equivalent to approximately 77% of total world shrimp production (FAO, 2020). With the increase in production, it is necessary to implement more efficient technologies that help in the intensification of culture systems, in order to promote environmental and economic sustainability for the activity. Synbiotic systems are one of the methods used in these intensifications of culture systems, this methodology is based on the provision of probiotics and prebiotics in a combined way, in order to favor the growth of beneficial organisms, improving the survival and colonization of these microorganisms in the environment cultivation and in the digestive tract of cultivated animals. Thus, the present work aimed to evaluate the efficiency of the synbiotic system in the intensive cultivation of *P. vannamei post-larvae*, during the nursery phase, in salt water, with minimum exchange water. The experiment was conducted at the Laboratory of Aquaculture Biotechnology of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará (LABIAq-IFCE), Acaraú campus. Nine circular suspended HDPE (High Density Polyethylene) tanks were used, with a useful volume of 10,000 L, individually interconnected to an 80 L sedimentable solids control system. The entire culture system was mounted inside a 360 L aquaculture greenhouse square meters for temperature control. The water used in the culture underwent a preparation from the rice bran fermentation process, with the use of probiotics, to maintain the synbiotic system. A total of 360,000 Pl's of *P. vannamei* in each experiment, with an average weight of 0.003 g, were stored in triplicate at densities of 2, 4 and 6 Pl's per liter and fed 6 times a day with an interval of 2 hours between feedings, during 30 days. To verify the influence of stocking densities with and without population support on the symbiotic system, microbiological analyses were carried out at the beginning and end of cultivation and analyzes of water quality throughout the experiment. The concentration of colonies of *Vibrios* spp. and *Bacillus* in experiments 1 and 2 did not show significant differences between treatments, but showed variations when comparing the initial and final times. In experiment 1 (with bonus) the factors of final average weight, survival, productivity and ACF of shrimps did not show significant differences between treatments ( $P > 0.05$ ). In experiment 2 (without bonus) the shrimp cultivated at the lowest density (2pl/L) had a final average weight of  $0.48 \pm 0.018\text{g}$  ( $P < 0.05$ ) higher and higher survival rates of  $80 \pm 0.03\%$  ( $P < 0.05$ ), when compared to the highest densities (4pl/L and 6pl/L). The data indicate that the symbiotic system helps to maintain the system's water quality parameters, even at the

highest storage densities. However, the stocking densities with the influence of the population bonus, influence the zootechnical performance of the cultivated animals.

**Keywords:** synbiotic; zootechnical performance; *Vibrios*; *Bacillus*; White shrimp.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - (A) Vista superior do sedimentador, (B) Corte transversal e fluxo de água sedimentador..... 23
- Figura 2 - Ativação do simbiótico sem aeração (A) e com aeração (B), durante o período de 24h..... 25
- Figura 3 - Aclimação das pls de *P. vannamei* durante o povoamento realizado de forma direta..... 27
- Figura 4 - Variação granulométrica das rações utilizadas no experimento..... 28
- Figura 5 - Pós larvas de *P. vannamei* cultivados em sistema simbiótico, coletados durante os experimentos 1 e 2 para a realização de análises macroscópicas. (A) e (B) Pós-larvas de *P. vannamei* saudáveis e sem sinais clínicos aparente de enfermidades. (C) Pós-larva de *P. vannamei* com opacidade muscular em todo o abdome. (D) Animais coletados na bandeja de alimentação com opacidade muscular e mortalidade..... 39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fazendas de carcinicultura no Brasil.....	17
Tabela 2 - Elucidação da composição centesimal de bioflocos disponíveis na literatura.....	21
Tabela 3 - Ingredientes utilizados na preparação do fermentado a base de arroz.....	24
Tabela 4 - Composição nutricional das rações utilizadas no experimento em função da granulometria de cada dieta .....	27
Tabela 5 - Valores médios $\pm$ desvio padrão de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH, oxigênio dissolvido (OD, mg/L), salinidade, e SS ( $\text{ml L}^{-1}$ ) da água de cultivo ao longo de 30 dias durante o primeiro e segundo experimentos.....	32
Tabela 6 - Concentração das colônias de <i>Vibrio</i> spp dos camarões cultivados no início final do cultivo.....	35
Tabela 7 - Desempenho zootécnico dos camarões <i>P. vannamei</i> cultivados nas densidades aparentes de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L em sistema simbiótico de produção.....	37
Tabela 8 - Desempenho zootécnico dos camarões <i>P. vannamei</i> cultivados nas densidades de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L em sistema simbiótico de produção.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cv	Cavalo - Vapor
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FCA	Fator de conversão alimentar
g	Gramas
ha	Hectare
NAT	Nitrogênio amoniacal total
N-NO <sub>2</sub>	Nitrogênio do Nitrito
N-NO <sub>3</sub>	Nitrogênio do Nitrato
OD	Oxigênio dissolvido
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
pl/L	Pós larvas por litro
Pl's	Pós larvas
SOFIA	The World of World Fisheries and Aquaculture -
TCBS	Tiosulfato, citrato, bÍlis e sacarose
UFC	Unidade Formadora de Colônia

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1	O Cultivo de <i>P. vannamei</i> no Brasil.....	18
2.2	Sistemas de cultivo.....	19
2.3	Sistema de berçários.....	20
2.4	Probióticos.....	21
2.5	Simbióticos.....	22
2.6	Tecnologia BFT.....	22
3	OBJETIVOS.....	23
3.1	Geral.....	23
3.2	Específicos.....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1	Local de estudos.....	24
4.2	Desenho experimental.....	24
4.3	Água de cultivo e demanda hídrica.....	25
4.4	Fertilização da água do sistema.....	25
4.5	Povoamento do sistema de cultivo.....	27
4.5.1	<i>Experimento 01</i> .....	27
4.5.2	<i>Experimento 02</i> .....	28
4.6	Manejo alimentar.....	29
4.7	Parâmetros de qualidade de água.....	30
4.8	Parâmetros zootécnicos.....	31
4.9	Análise microbiológicas.....	31

4.9.1	Quantificação de <i>Vibrios spp.</i> e <i>Bacillus</i> ( <i>Experimento 01</i> ) .....	31
4.9.2	Quantificação de <i>Vibrio spp.</i> , <i>Lactobacillus spp.</i> e heterotróficos totais ( <i>Experimento 02</i> ) .....	32
4.10	Análises Macroscópica do camarão.....	32
4.11	Análises estatísticas.....	33
5	RESULTADOS.....	33
5.1	Demanda hídrica.....	33
5.2	Parâmetros de Qualidade de Água.....	35
5.3	Análise microbiológica.....	36
5.3.1	Quantificação de <i>Vibrios spp.</i> e <i>Bacillus</i> ( <i>Experimento 01</i> ) .....	36
5.3.2	Contagem de <i>Vibrio spp.</i> , <i>Lactobacillus spp.</i> e heterotróficos totais ( <i>Experimento 02</i> ) .....	38
5.4	Desempenho zootécnico.....	39
5.4.1	<i>Experimento 01</i> .....	39
5.4.2	<i>Experimento 02</i> .....	40
5.5	Análises macroscópica do camarão.....	41
6	DISCUSSÃO.....	42
6.1	Parâmetros de Qualidade de Água.....	42
6.3	Análises macroscópica do camarão.....	43
6.4	Desempenho zootécnico.....	44
6.5	Microbiologia.....	46
7	CONCLUSÕES.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2020) a atividade aquícola possui uma elevada tendência de crescimento se comparada com outras atividades de produção de animais destinados ao consumo humano, com uma estimativa de produção de 195,9 milhões de toneladas em 2025. A produção total de pesca e aquicultura atingiu em 2020 um total de 214 milhões de toneladas, dos quais 178 milhões de toneladas de animais e 36 milhões de toneladas de algas, apresentando um aumento de 3% em relação a 2018. Porém a fração dos estoques pesqueiros dentro de níveis biologicamente sustentáveis diminuiu de 90% em 1974 para 64,6% em 2019 de acordo com o último relatório divulgado pela FAO (2022) sobre o status mundial da pesca e aquicultura. Dado isso, a produção global pela aquicultura em 2020 atingiu um recorde de 122,6 milhões de toneladas incluindo animas e algas. Desse total cerca de 54,4 milhões toneladas foram cultivadas em águas interiores e 68,1 milhões de toneladas vieram de origem marinha e estuarina (FAO 2020).

Dentre os grupos de animais produzidos na aquicultura, destaca-se a produção de crustáceos que em 2016 foi de 7,9 milhões de toneladas, ficando em 3º lugar no ranking da produção aquícola, com 64 espécies diferentes, avaliadas em US\$ 57,1 bilhões de dólares (FAO, 2018; TACON, 2019). Dentro do grupo dos crustáceos cultivados no mundo, destaca-se o camarão branco (*Penaeus vannamei*). Sua produção mundial registrou um aumento de 8.286 toneladas em 1980 para 5.446.216 toneladas em 2019, equivalente a aproximadamente 77% de toda produção de camarão cultivado (FAO, 2020).

Entretanto, apesar do aumento da produção, observa-se redução e produtividade devido aos surtos de enfermidades. Desta forma, faz-se necessário a implementação de tecnologias mais eficientes, de modo a promover a sustentabilidade ambiental e econômica para a atividade. Alguns sistemas mais intensivos podem contribuir com alguns impactos negativos aos organismos cultivados, como consequência da alta densidade de cultivo, variação de fatores ambientais (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH), excesso de alimento, acúmulo contínuo de sedimentos e a promoção do desenvolvimento de patógenos em virtude do processo de deterioração da água, incluindo bactérias do gênero *vibrios* (HICKEY; SINGER, 2004; SCHOCK et al., 2013).

As bactérias do gênero *vibrio* são as mais comumente encontradas durante a criação de camarão, estando presente na água, no solo e no camarão (VANDENBERGHE, et al., 1999; MESSELHÄUSSER et al., 2010 e TALL et al., 2013), elas habitam o trato gastrointestinal dos animais em uma proporção maior que na água, devido à maior disponibilidade de matéria orgânica e quitina para sua sobrevivência (RAMAIAH et al., 2002). São consideradas bactérias oportunistas, pois aproveitam-se de desequilíbrios no ambiente para se proliferam rapidamente

causando infecções denominadas vibrioses, responsáveis por altas taxas de mortalidade na aquicultura. Nos últimos 15 anos, a carcinicultura sofreu perdas da ordem de 15 bilhões de dólares devido à ocorrência de enfermidades. Dentre os principais agentes causadores das doenças destacam-se as bactérias, por estarem presentes normalmente em ambientes aquáticos e serem capazes de desencadear infecções primárias e/ou secundárias nos organismos cultivados (BESSA JÚNIOR; HENRY-SILVA, 2018). Dentre essas bactérias patogênicas, destacam-se os *vírios*, alguns tipos de bactérias pertencentes ao gênero *Vibrio* são consideradas patógenos do camarão marinho *P. vannamei*, logo são responsáveis por doenças na carcinicultura marinha, pois promovem danos quando o hospedeiro se encontra estressado, debilitado ou com baixa resposta imunológica, sendo assim consideradas patógenos oportunistas e secundários (DE LA PEÑA et al., 1993; VIEIRA et al., 2009).

Uma das alternativas para minimizar os impactos causados pelo *vírios* é a adoção de sistema de cultivo com controle de nitrogenados e aplicação de probióticos (BERGER, 2000). A fertilização à base de carbono orgânico, é um método eficaz no controle da amônia dissolvida na água e na geração de flocos microbianos (SAMOCHA et al., 2017). Grande parte dos sistemas de cultivo realizados com mínima troca de água são baseados na adição de fontes de carbono orgânico com o intuito de manter o equilíbrio na proporção de C:N na água. Essa relação se manipulada de forma adequada, pode estimular o crescimento de microrganismos que consomem a matéria orgânica proveniente dos resíduos de ração, fezes entre outros, melhorando assim a utilização de nutrientes e auxiliando na conversão de compostos nitrogenados em compostos menos tóxicos (AVNIMELECH, 1999; EMERENCIANO et al., 2017).

Essa fertilização utilizada nos sistemas intensivos, com mínima troca de água, promove a formação de flocos microbiano que auxiliam no desenvolvimento de uma microbiota mais estável que realiza a ciclagem da matéria orgânica do meio, além de possibilitar um incremento nos índices de desempenho zootécnico, como a redução no fator de conversão alimentar e o aumento do peso corporal (LORENZO et al., 2015). Várias fontes de carbono orgânico *in natura* estão sendo utilizadas com essa finalidade, incluindo melação de cana-de-açúcar, glicerol, açúcar vegetal, farelo de soja, farinha de trigo, farelo de trigo, farelo de milho, farelo de arroz e farelo de mandioca (HARI et al., 2004; EKASARI et al., 2014). Estudos têm mostrado que resíduos de arroz podem ser usados para melhorar o cultivo de camarão e peixe. Serra et al. (2015) descobriram que o camarão (*P. vannamei*) tem melhor desempenho quando a água é fertilizada com farelo de arroz em comparação com a dextrose. Da mesma forma, Vilani et al. (2016) relataram que nos tanques fertilizados com farelo de arroz, para o cultivo de juvenis de *P. vannamei*, alcançaram uma elevada produtividade e menor FCA em

comparação aos tanques fertilizados com melaço de cana-de-açúcar. Entretanto o excesso de carbono orgânico principalmente na forma de sacarose pode contribuir para aumentar as concentrações de víbrios no ambiente de cultivo (PUTRA et al., 2020). Desta forma, o uso de carboidratos polissacarídeos pré tratados com fermentação e/ou respiração microbiana com probióticos podem reduzir essas concentrações de víbrios e aumentar as concentrações de *Bacillus* e outras bactérias probióticas (CAI et al., 2014; CIANI et al., 2018). Baseado nisso, o sistema simbiótico na aquicultura gera uma distribuição mais homogênea entre as bactérias heterotróficas e nitrificantes, possibilitando a formação de flocos bacterianos, remoção do nitrogênio residual do sistema, formação do fitoplâncton e zooplâncton aumentando assim a disponibilidade de alimento natural para os animais e reduzindo a carga orgânica do meio (ROMANO, 2017; ROMANO et al., 2018; KAWAHIGASHI, 2018). Esse sistema de cultivo vem sendo utilizado em algumas fazendas comerciais, devido a necessidade de se ter um sistema de cultivo com um maior equilíbrio e um menor aporte de carbono (KAWAHIGASHI, 2018). Dado isso, o presente estudo visa avaliar as diferentes densidades de estocagem, em sistema simbiótico, à base da utilização de fontes de carbono orgânico, no cultivo intensivo de *P. vannamei* durante a fase de berçário, com taxa mínima de renovação de água.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O Cultivo de *P. vannamei* no Brasil**

A atividade da carcinicultura marinha no Brasil teve início na década de 70, mas foi no início dos anos 90 que a atividade se desenvolveu com a introdução da espécie exótica *P. vannamei*, conhecida como camarão branco e popularmente como camarão cinza. Atualmente, essa espécie de camarão marinho domina a carcinicultura mundial, somando 5,51 milhões de toneladas, o que equivale a 65% do total de crustáceos produzidos em ordem global, equacionado em US\$ 34,2 bilhões de dólares (FAO, 2018; TACON, 2019).

Essa espécie de camarão marinho possui características marcantes que demonstram alta adaptabilidade às condições climáticas brasileiras, fazendo com que o cultivo dessa espécie tenha um alto potencial para ser desenvolvida e aprimorada em diversas regiões do país. O *Penaeus vannamei* é uma espécie reconhecida como um animal osmorregulador, sendo considerada eurialina, tolerando rápidas e amplas flutuações na salinidade (COZER & ROSSI, 2016). Também possuem uma rapidez no crescimento e um bom aproveitamento de dietas com níveis proteicos variando de 20% a 40% (COSTA, 2004).

Segundo a FAO (2018), a carcinicultura no Brasil é abordada como uma das principais atividades aquícolas, sendo este, o terceiro maior produtor de camarão cultivado das Américas. Segundo ARAÚJO e ROCHA (2015), existem aproximadamente 2.500 fazendas dedicadas ao

cultivo de camarão e, dentre elas, 74%, possuem até 10ha, 23% entre 10 e 50 ha e 3% com área total superior a 50 ha (Tabela 1).

**Tabela 01.** Fazendas de carcinicultura no Brasil.

<b>TOTAL <math>\cong</math> 2.500 FAZENDAS</b>		
<b>%</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porte</b>
74	< 10	Pequeno
23	10 a 50	Médio
3	> 50	Grande

Fonte: ARAÚJO e ROCHA, 2015.

## 2.2 Sistemas de cultivo

A escolha de qual sistema de cultivo é utilizado, está relacionada a diversos fatores, como por exemplo; o investimento que se deseja empregar, à tecnologia, ao espaço disponível, à produtividade desejada, espécie que se deseja cultivar, entre outros fatores. Dentre os tipos de sistema mais empregados no cultivo do *P. vannamei*, podemos citar o sistema extensivo, intensivo e superintensivo.

O sistema extensivo é caracterizado por ocorrer em pequenas represas, açudes naturais ou artificiais e que não foram construídos com a finalidade de cultivar os animais (SANTOS, 2005), esse modelo de sistema é considerado de baixo custo de produção, são utilizadas baixas densidades de estocagem, com baixa adoção de tecnologias e aplicação de ração. A alimentação dos camarões é composta, na maior parte, por organismos vivos presentes naturalmente nos viveiros. Com a introdução da espécie *P. vannamei* na década de 90, houve a intensificação dos cultivos, e com isso os sistemas semi-intensivos de produção tornaram-se mais comuns.

Porém, um dos maiores problemas destes sistemas veio à tona, pois a utilização de maiores densidades acarretou em uma piora na qualidade da água, principalmente devido ao acúmulo de compostos nitrogenados (FRÓES et al., 2012). O sistema intensivo é mais complexo e devido a isso exige um maior nível tecnológico, havendo a necessidade do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água, assim como a intervenção humana quando identificados problemas no manejo que possam interferir na perda da produtividade (PEREIRA et al, 2012). Normalmente, o cultivo intensivo é feito em viveiros com alta densidade de estocagem, utilização de rações de alta qualidade nutricional e um sistema de aeração.

No sistema superintensivo os indivíduos são estocados em altas densidades, em tanques de alvenaria e viveiros ou tanques suspensos revestidos com geomembrana de Polietileno de Alta Densidade - PEAD, adotando um dreno central para que as fezes sejam carregadas para fora do tanque, através do fluxo de água (MONTEIRO, 2005). Nesse tipo de sistema são utilizadas algumas tecnologias que tem como intuito a manipulação da microbiota do sistema.

### **2.3 Sistema de berçários**

Inicialmente no Brasil, o método de produção mais adotado se baseia no cultivo monofásico, no qual as pós-larvas de camarão são estocados diretamente nos viveiros de engorda, até o período da despesca e posterior comercialização. No início da década de 80, iniciou-se a produção em sistemas bifásicos no Brasil, em que foi adicionado um estágio intermediário entre a larvicultura e a engorda, tal fase recebeu a denominação de pré-berçário. Os berçários primários são normalmente tanques pequenos (10 m<sup>3</sup> – 100 m<sup>3</sup>), podendo ser de diferentes formatos, sendo os redondos os mais comuns (diâmetros variando entre 5 m a 15 m; altura de coluna de água entre 1 m – 1,5 m), com ciclos de produção rápidos (15-20 dias) e com maiores densidades (5-25 pls/L).

Contudo, devido ao aparecimento de doenças virais, como no caso do vírus da síndrome da mancha branca (WSSV) em meados de 2011 nas fazendas de Pernambuco, Paraíba e litoral Sul do Rio Grande do Norte, houve a necessidade de um maior controle sob as condições de cultivo (GUERRELHAS, 2012). Deste modo, a utilização de sistemas berçários voltou a reaparecer como alternativa para aumentar a biossegurança.

Segundo MOSS (2004) a fase de berçário é considerada uma etapa intermediária entre a larvicultura e a engorda dos camarões, nessa fase do cultivo são empregadas práticas de manejo mais intensivas e com elevadas densidades de estocagem de pós-larvas até que seja atingido um peso médio próximo de 1g. A fase de berçário permite uma diminuição nos custos de produção, pois possibilita o aumento de ciclos por ano, além de propiciar um maior controle de doenças e maior sobrevivência durante a fase de engorda dos camarões até o tamanho comercial (FOÉS et al., 2011). Isso se deve ao fato de que nessa fase é possível se ter um melhor controle do manejo e biossegurança do sistema, refletindo positivamente no desempenho zootécnico dos animais durante a fase de engorda, além dos benefícios relacionados a otimização da área produtiva (MISHRA et al., 2008; FOÉS et al., 2011). Na fase de berçário nos moldes atuais, são praticadas constantes trocas de água de fundo, para manter a qualidade dentro dos parâmetros aceitáveis para o crescimento e sobrevivência dos camarões. Esta prática gera um grande fluxo de descarte de efluentes no meio ambiente, promovendo em alguns casos a contaminação dos mananciais, além de permitir a liberação de espécies exóticas para o

ambiente, disseminação de doenças e degradação do ecossistema adjacente (AVNIMELECH, 1999; FAO, 2010).

Dado isso, uma alternativa para os produtores que utilizam o sistema de berçários como fase intermediária entre a larvicultura e a engorda, seria a utilização do sistema simbiótico como ferramenta no cultivo, uma vez que essa tecnologia permite a utilização de densidades de estocagem mais elevadas, otimizando a área, o crescimento e a manutenção da qualidade de água, além de garantir uma maior sanidade aos animais cultivados, e conseqüentemente maior sobrevivência no ciclo final de produção.

## 2.4 Probióticos

Os probióticos são micro-organismos vivos, que agem como auxiliares na recomposição da microbiana do trato digestivo dos animais, diminuindo o número dos micro-organismos patogênicos ou indesejáveis (IN N° 13 de 2004 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA)). Na Aquicultura esse conceito se torna mais amplo, sendo os Probióticos considerados microorganismos vivos que tem um efeito benéfico sobre o hospedeiro, podendo ser capazes de modificar a microbiota (intestinal ou ambiental), melhorar a absorção dos alimentos ou o seu valor nutricional, aumentar a resposta do hospedeiro em relação às doenças e melhorar a qualidade do seu ambiente de cultivo (VERSCHUERE *et al.* 2000).

Diversos estudos demonstram os efeitos benéficos da utilização de bactérias na melhora da conversão alimentar de camarões. De modo geral, os probióticos participam efetivamente dos processos digestivos, produzindo proteases, carboidrases e lipases, enzimas extracelulares, podendo ainda fornecer fatores de crescimento (ARELLANO; OCHOA; OLMOS, 2006). Bactérias da espécie *Bacillus coagulans* aumentaram a sobrevivência e as atividades de enzimas digestivas em larvas de *P. vannamei*, quando utilizada como aditivo em água (ZHOU; WANG; LI, 2009). Dentre as principais bactérias Gram positivas testadas com finalidade de serem utilizadas na aquicultura como probióticas, encontram-se as espécies do gênero *Bacillus* (RENGPIPAT *et al.*, 1998). Esse gênero de bactérias é de fácil multiplicação, produzem compostos antimicrobianos (bacteriocinas, peróxido de hidrogênio, ácido lático e ácidos orgânicos), e tem a capacidade de estimular respostas imune não específica nos hospedeiros (MADIGAN *et al.*, 2004).

Dado essa gama de funções realizadas pelos probióticos nos camarões, os mesmos acabam sendo bastante estudados, para melhor empregabilidade na aquicultura. Embora o uso de probióticos na aquicultura tenha sido aprimorado como tecnologia para a atividade, o uso dos mesmos na carcinicultura é recente.

## 2.5 Simbióticos

Os sistemas simbióticos se baseiam no fornecimento de probióticos e prebióticos de forma combinada, com o intuito de favorecer o crescimento de organismos benéficos, melhorando a sobrevivência e colonização desses microrganismos no meio de cultivo e no trato digestório dos animais cultivados, promovendo a saúde do hospedeiro (DANIELS et al., 2010; MERRIFIELD et al., 2010). Um dos pré-requisitos para obtenção do melhor efeito benéfico do simbiótico, é uma boa combinação entre os probióticos e prebióticos (BOSSCHER, 2009) fazendo com que haja o favorecimento da redução de patógenos e enfermidades no cultivo (SCHREZENMEIR; DE VRESE, 2001).

Uma combinação adequada de probióticos e prebióticos pode fornecer possíveis efeitos sinérgicos para o cultivo de camarões marinhos, possibilitando uma distribuição mais homogênea entre as bactérias heterotróficas e nitrificantes, aumento da disponibilidade de alimento natural, devido à estimulação do fitoplâncton e zooplâncton, gerando uma redução da carga orgânica presente no sistema de cultivo (ROMANO, 2017; KAWAHIGASHI, 2018).

Essa mistura de probióticos e prebióticos passa por um processo fermentativo antes de ser aplicada no sistema de cultivo. Para que essa fermentação ocorra de modo eficiente, faz-se necessário o conhecimento das condições metabólicas ideais dos microrganismos que serão utilizados, pois durante esse processo, há a liberação de enzimas que atuam em temperaturas ideais, modificando o substrato e o pH do meio (SUGIHARTO; RANJITKAR, 2019). Na literatura, existem diferentes tipos de microrganismos que já foram utilizados em estudos para a fermentação, entre estas bactérias de diferentes gêneros (*Bacillus*, *Enterococcus* e *Lactobacillus*) e fungos (*Aspergillus* e *Saccharomyces* sp.) (SUN et al., 2016; DING et al., 2015; LIN; MUI, 2017, JANNATHULLA et al., 2019)

O sistema simbiótico pode fornecer possíveis efeitos sinérgicos para o cultivo de camarões marinhos. Devido a isso, esse tipo de sistema se torna uma ferramenta importante para os cultivos superintensivos que adotam uma elevada densidade de estocagem de camarões e mínima renovação de água. A manutenção da qualidade do meio de cultivo nesses sistemas superintensivos, pode ser alcançada pela presença de uma biota bacteriana heterotrófica, a qual é estimulada via controle da relação C:N da água do viveiro (FRÓES et al., 2012).

## 2.6 Tecnologia BFT

Outra ferramenta bastante empregada é a utilização do bioflocos (BFT), uma tecnologia baseada na reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio, através do cultivo de biomassa bacteriana no mesmo local de cultivo dos organismos aquáticos de interesse, gerando menos

efluentes e maior facilidade no controle de patógenos oportunistas (EMERENCIANO et al., 2013; BOSSIER E EKASARI, 2017).

Essa biomassa bacteriana também pode servir como uma fonte de suplementação nutricional para o camarão, reduzindo assim os custos de alimentação com ração. Como exemplificação do incremento nutricional do bioflocos, segue na tabela abaixo alguns desses valores nutricionais encontrados na literatura (Tabela 02).

**Tabela 02.** Elucidação da composição centesimal de bioflocos disponíveis na literatura

Composição do Bioflocos	Composição Bromatológica (% , matéria seca)		
	Azim y Little (2008)	Ballester et al. (2010)	Ekasari et al. (2016)
Proteína Bruta	38	30	35
Lipídeos	3	5	5
Cinzas	12	40	20
Fibras	6	8	8
Extrato livre de N2	41	17	33

Estudos demonstram que a utilização de bioflocos no sistema de cultivo contribuiu significativamente no crescimento de *P. vannamei*. Segundo Bauer (2012) mais de 29% do alimento consumido pelos camarões podem ser provenientes dos flocos bacterianos presentes no meio heterotrófico. Corroborando com isso, Kuhn et al. (2009) descreveu que dietas contendo bioflocos (7,8 a 15,6%) podem ser usadas, contribuindo para o crescimento e a sobrevivência de juvenis de *L. vannamei*.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência das densidades de estocagem no sistema simbiótico no cultivo intensivo de pós-larvas *P. vannamei*, durante a fase de berçário, em água salgada, com taxa mínima de renovação de água.

#### 3.2 Objetivos específicos

Avaliar o desempenho zootécnico de pós-larvas de *P. vannamei* em diferentes densidades de estocagem em sistema simbiótico de cultivo.

Comparar a influência da bonificação no povoamento de camarões em sistema intensivo sobre o desempenho zootécnico.

Verificar a influência da densidade de estocagem de pós-larvas de camarões *P. vannamei* sobre parâmetros microbiológicos do camarão e de qualidade de água no sistema simbiótico de cultivo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

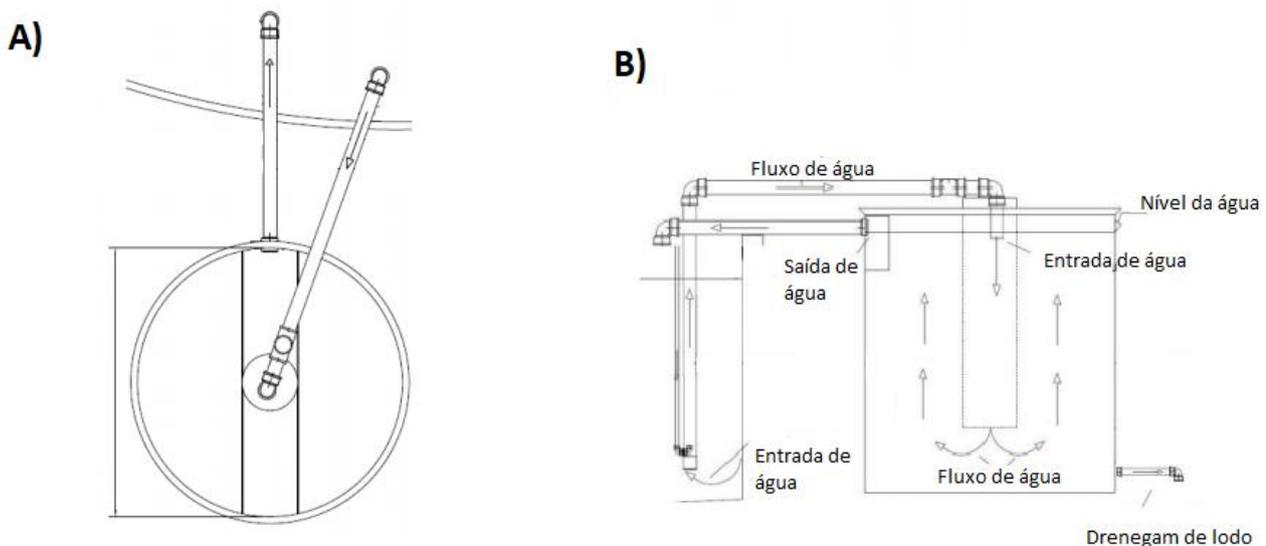
### 4.1 Local de Estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Biotecnologia Aquícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (LABIAq-IFCE), *campus* Acaraú, localizado a 236 km de Fortaleza (CE) de Latitude: 2° 53' 20.401" S e Longitude: 40° 6' 48.129" W

### 4.2 Desenho experimental

Foram utilizados nove tanques circulares suspensos de PEAD (Polietileno de alta densidade), com volume útil de 12.000 L e operacional de 10.000 L, interligados individualmente a um sistema de controle de sólidos sedimentáveis de 180 L com vazão média de 180 L/hora (Figura 01). Todo o sistema de cultivo foi montado dentro de uma estufa aquícola de madeira (Maçaranduba) de 360 metros quadrados para controle de temperatura. O sistema de cultivo possuía 1 tanque circular suspenso de PEAD, com capacidade de 28 m<sup>3</sup>, que serviu como reservatório para suprimento das demandas de reposição de água do cultivo.

**Figura 01.** (A) Vista superior do sedimentador, (B) Corte transversal e fluxo de água do sedimentador.



Fonte: Autor.

A oxigenação foi realizada de forma contínua por dois sopradores (compressores radiais de ar) com 1,74 cv de potência conectado a um sistema de aeração (grades) composto por mangueira porosa com um comprimento linear de 1,6 metros por grade de aeração, mantida no fundo de cada tanque, para melhorar a distribuição do oxigênio e ajudar na ressuspensão dos sólidos sedimentáveis. Em cada tanque era colocado 4 grades que ficavam distribuídas no fundo de cada tanque, totalizando 6,4 metros de mangueira porosa por tanque. s

#### **4.3 Água de cultivo e demanda hídrica**

A água marinha de cultivo foi obtida a partir de um laboratório de produção de pós-larvas de camarões, que foi ajustada para uma salinidade 33 e devidamente tratada com cloro e filtrada antes do processo de fertilização.

Para os experimentos foram realizadas 2 vezes na semana, drenagens de fundo dos tanques de cultivo, bem como dos sedimentadores. Nessas drenagens foram contabilizadas as quantidades de água retirada, para a estimativa da demanda hídrica necessária para o funcionamento do sistema. Essa demanda hídrica foi estimada com base na quantidade de água repostas a partir das perdas por evaporação e eventuais drenagens de fundo.

#### **4.4 Fertilização da água do sistema.**

Para a fertilização inicial dos berçários, foi realizado o processo de fermentação do farelo de arroz comercial SM BIO-ACQUA, fabricado pela empresa Samaria Rações e Nutrição Animal, Maracanaú, Ceará, Brasil, utilizando o probiótico comercial BM PRO® fabricado pela empresa Biotrends Soluções Biotecnológicas, Eusébio, Ceará, Brasil. Essa fertilização foi realizada com um preparo contendo, farelo de arroz, açúcar escuro, probiótico e água esterilizada conforme indicado na tabela 03. O farelo de arroz comercial utilizado é constituído por uma mistura de farelos de arroz, soja e trigo, além de possuir em sua composição, bentonita e calcário calcítico. O probiótico BM PRO® tem em sua constituição um consórcio de microrganismos contendo as espécies de bactéria: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus*, *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus acidophilus*; e a espécie de levedura: *Saccharomyces cerevisiae*; em uma concentração total de 2,0 X.

**Tabela 03** – Ingredientes utilizados na preparação do fermentado a base de arroz.

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade</b>
SM BIO-ACQUA	1.000 g
Açúcar escuro	100 g
Probiótico	0,50 g/m <sup>3</sup> de água de cultivo
Água sanitizada	10 Litros

Fonte: Autor.

Antes do povoamento dos animais nas unidades experimentais, o fertilizante foi aplicado durante 10 dias consecutivos na proporção de 20 g/m<sup>3</sup> do fertilizante pós fermentação, após o povoamento da unidade experimental, a frequência de aplicação dos fertilizantes pós fermentação diminuiu para 3 vezes na semana, obedecendo as proporções de 20 g/m<sup>3</sup> do 1º ao 10º dia, 15 g/m<sup>3</sup> do 11º ao 20º dia e 10 g/m<sup>3</sup> do 21º dia até o fim do cultivo. O protocolo de fertilização adotado nos 2 experimentos, foram descritos de acordo com a metodologia proposta por (SILVA, L.O.B. et al, 2020). Antes de ser adicionado às unidades experimentais, o fertilizante à base de arroz passou por um processo de fermentação (anaeróbio) e respiração microbiana (aeróbio) durante um período de 48 horas (Figura 02). A fermentação microbiana é um processo de obtenção de energia que ocorre sem a presença de gás oxigênio, portanto, trata-se de uma via de produção de energia anaeróbia a partir de microorganismos como no caso das bactérias existentes no probiótico. Já a respiração microbiana se dá pela oxidação da matéria orgânica a partir de microorganismos que utilizam o oxigênio como aceptor final de elétrons com liberação de gás carbônico para a atmosfera.

O fermentado antes de ser inoculado nos tanques experimentais, foi misturado para uma melhor homogeneização. Após essa mistura, o fermentado era coletado em balde graduado e aplicado nos tanques de acordo com o volume desejado de inóculo.

**Figura 02.** Ativação do simbiótico sem aeração (A) e com aeração (B), durante o período de 24h cada.



Fonte: Autor

## 4.5 Povoamento do sistema de cultivo

### 4.5.1 Experimento 01 (Com bonificação)

As pós-larvas de camarões com peso médio de 0,003g foram obtidas de uma larvicultura comercial no dia 09 de setembro de 2021. Para o primeiro experimento, o povoamento das pós-larvas foi realizado de forma direta dentro dos berçários, com aproximadamente 360.000 pós-larvas transportadas em 18 sacos plásticos contendo 20.000 pós-larvas adicionados de um percentual de bonificação por saco. A bonificação durante a venda de PLs de camarões é uma prática comum que tem por objetivo aumentar a satisfação do comprador pela tentativa de garantir um maior percentual de sobrevivência aparente em sistemas de cultivos convencionais.

Após o transporte das pós-larvas até o Laboratório de Biotecnologia Aquícola do IFCE (LABIAq-IFCE), os sacos foram separados dentro de cada tanque de 10 m<sup>3</sup> para a obtenção das densidades aparentes de 2 pls/L (1 saco/tanque), 4 pls/L (2 sacos/tanque) e 6 pls/L (3 sacos/tanque). Após um período de aclimação, os animais foram soltos dentro dos berçários (Figura 02) para o início do cultivo.

**Figura 02.** Aclimação das pls de *P. vannamei* durante o povoamento realizado de forma direta.



Fonte: Autor

#### **4.5.2 Experimento 02 (Sem bonificação)**

Para o segundo experimento, o povoamento dos animais, no dia 14 de março de 2022, foi realizado após uma segunda contabilização das pós-larvas de camarões pertencentes à mesma linhagem/origem dos camarões utilizados no primeiro experimento. Após o transporte das pós-larvas ao LABIAq realizadas também em 18 sacos plásticos contendo 20.000 pós-larvas adicionado de um percentual de bonificação, os sacos foram alocados dentro de duas caixas d'água de polietileno de 1m<sup>3</sup> (Figura 03). Após o período de aclimação, os sacos foram abertos e a partir daí foi dado início a uma nova contagem dos animais a partir do peso médio das pls com auxílio de uma balança eletrônica de precisão. Após a pesagem e quantificação, as pós-larvas foram transferidas para os tanques de 10 m<sup>3</sup> de acordo com as densidades experimentais de 2 pls/L, 4 pls/L e 6 pls/L.

**Figura 03.** Aclimação e contabilização das pls de *P. vannamei* durante o povoamento realizado de forma indireta para a condução do experimento 02.



Fonte: Autor

#### 4.6 Manejo alimentar

Durante os 30 dias de cultivo para ambos os experimentos, os camarões foram alimentados 6 vezes (08 h, 10 h, 12 h, 14 h, 16 h e 18 h). A dieta inicial consistia em uma ração comercial microextrusada (INVE Aquaculture), indicada para crescimento do *P. vannamei* no estágio de pós-larva 10 a 20. As dietas intermediária e final eram rações comerciais microextrusadas com granulometrias indicadas para o estágio de pós-larva 20 até a fase de juvenil (GUABITECH, Nutrição e Saúde Animal S.A.).

**Tabela 04.** Composição nutricional das rações utilizadas no experimento em função da granulometria de cada dieta

Ração	Granulometria (µm)	Dias ofertados	Composição (%)			
			PB <sup>1</sup> (mín.)	EE <sup>2</sup> (mín.)	FB <sup>3</sup> (máx.)	Umidade (máx.)
Inicial	300 a 600	1° ao 11°	45	7	3	10
Intermediária	400 a 800	9° ao 21°	40	11	4	10
Final	800 a 1.300	18° ao 35°	40	11	4	10

<sup>1</sup>PB = proteína bruta, <sup>2</sup>EE = extrato etéreo, <sup>3</sup>FB = fibra bruta

**Figura 04.** Variação granulométrica das rações utilizadas nos experimentos em cultivo simbiótico.



Fonte: Autor

A ração ofertada nos dois experimentos foi acrescida de probióticos segundo o protocolo disponibilizado pela empresa BIOTRENDS, Soluções Biotecnológicas LTDA, no qual o probiótico da marca BM-PRO® era misturado à ração na relação de 5 g/Kg de ração. Apresentando como diferença entre os experimentos, o Experimento 2, além do BM-PRO®, também teve a inclusão de um produto imunomodulador com efeito probiótico misturado a ração, o IMUNO-PRO®, na relação de 3 g/Kg de ração, cujo protocolo de inclusão foi disponibilizado pela empresa BIOTRENDS. Para melhor homogeneidade da aplicação dos produtos aditivos nos dois experimentos, foi utilizado uma solução veículo universal produzida com o produto comercial PRO-MIX®, disponibilizado pela empresa BIOTRENDS, que servia para ativar os micro-organismos do probiótico, melhorar a homogeneização dos produtos e a fixação na ração.

Para a condução dos experimentos, foram utilizadas 3 rações comerciais com granulometrias distintas (Figura 04), a granulometria das dietas aumentou de acordo com a idade das PLs (Tabela 04) e observações visuais realizadas durante o cultivo para determinar a capacidade de captura dos *pellets*. Durante a mudança entre as dietas ofertadas foi adotada uma transição gradativa na granulometria dos *pellets*, de forma a contemplar a variação de peso na população dos camarões. Esta transição consistiu na mistura entre a menor e maior granulometria durante três dias nas respectivas porcentagens, 25-75%, 50-50% e 75-25%.

#### **4.7 Parâmetros de qualidade de água**

O oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH e salinidade foram monitoradas duas vezes por dia (às 08 h e 17 h) com auxílio de sonda multiparâmetro durante todo o cultivo. Os sólidos sedimentáveis (SS) foram mensurados diariamente a partir da utilização de cones

Imhoff (AVNIMELECH, 2009). Semanalmente foram mensuradas as concentrações do nitrogênio amoniacal total (NAT), nitrito (N-NO<sub>2</sub>), nitrato (N-NO<sub>3</sub>) por espectrofotometria e a alcalinidade total (mg CaCO<sub>3</sub>/L) por titulometria.

#### 4.8 Parâmetros zootécnicos

Na despesca, após 30 dias de cultivo, os camarões foram capturados e pesados com o auxílio de balança eletrônica com 0,01 g de precisão. Com os dados obtidos das pesagens individuais e a contagem do número de camarões de cada tanque, determinaram-se os seguintes parâmetros zootécnicos:

- I. Biomassa adquirida (g) = biomassa final (g) – biomassa inicial (g);
- II. Sobrevivência final (%) = (número final de camarões ÷ número inicial de camarões) x 100;
- III. Fator de conversão alimentar (FCA) = consumo de ração aparente por tanque ÷ biomassa adquirida por tanque;
- IV. Ganho de peso corporal semanal (GPS, g/semana) = (peso corporal final – peso corporal inicial) ÷ dias de cultivo) x 7;
- V. Produtividade final (g/m<sup>2</sup>) = biomassa ganha (g) ÷ área do tanque (m<sup>2</sup>).

#### 4.9 Análises microbiológicas

A análise microbiológica foi realizada a partir dos animais coletados em dois tempos distintos. A primeira coleta foi realizada um dia antes da transferência dos animais da larvicultura para os tanques experimentais. Já a segunda coleta foi realizada um dia antes da despesca, cujos animais compunham os tratamentos referente ao sistema experimental. Para amostragem nas duas coletas foi utilizado o animal inteiro macerado. No Experimento 1 foram avaliadas as quantidades de *Vibrios* spp e *Bacillus* spp, enquanto no Experimento 2 foram avaliadas as quantidades de *Vibrio* spp., *Lactobacillus* spp. e Bactérias Heterotróficas Totais.

##### 4.9.1 Quantificação de *Vibrios* spp. e *Bacillus* spp. (Experimento 1)

Os camarões foram coletados dos tanques de cultivo e transferidos para sacos de transporte contendo água limpa. Em seguida, foi realizada a adição de oxigênio puro na água, os sacos foram lacrados e transportados para o Laboratório de microbiologia ambiental e do pescado do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR (UFC).

A contagem dos microrganismos foi feita de acordo com as recomendações de DOWNES & ITO (2001) com modificações. Amostras de cada tanque foram pesadas (1g) e homogeneizadas em 9 ml de solução salina 1 m/v. Foram realizadas diluições em série até 10<sup>-7</sup>

<sup>3</sup>, seguido de plaqueamento, incubação e contagem. O plaqueamento foi feito em diferentes meios e condições para avaliação de vîbrios e bacilos.

Na análise de vîbrio foi utilizado o meio de cultura seletivo ágar TCBS (*Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose*). As amostras foram diluídas em série, plaqueadas pela técnica *Spread plate* e incubadas por 24 h. Para a análise de bacilos, após a pesagem e homogeneização, o material foi exposto a temperatura de 80°C durante uma hora, em seguida foram feitas as diluições seriadas, plaqueamento em meio ágar PCA (*Plate Count Agar*) acrescido de cloreto de sódio 1 m/v pela técnica *Pour plate*, e incubação por 48 h.

#### **4.9.2 Quantificação de *Vibrio* spp., *Lactobacillus* spp. e heterotróficos totais (Experimento 2).**

Os camarões foram coletados dos tanques de cultivo e transferidos para sacos de transporte contendo água limpa. Em seguida, foi realizada a adição de oxigênio puro na água, os sacos foram lacrados e transportados para o Laboratório de Microbiologia da empresa BIOTRENDS Soluções Biotecnológica no município de Eusébio, Ceará.

Para as análises microbiológicas, os animais foram retirados da água com o auxílio de uma peneira e sacrificados por choque térmico em gelo por 10 minutos. Em seguida, os animais foram transferidos para placas de Petri com papel de filtro estéril para secagem dentro de cabine de fluxo laminar. Um *pool* de animais foi macerado utilizando gral e pistilo. Em seguida, uma massa de 1 a 3 g de macerado foi transferida para tubos Falcon e diluída em 9 mL de solução de cloreto de sódio 0,9% (m/v). Foram adicionadas 10 pérolas de vidro com diâmetro de 3 mm nos tubos Falcon da primeira diluição decimal, os quais foram agitados em *vortex* por 1 minuto para sua melhor homogeneização. As amostras foram diluídas seriadamente até 10<sup>-3</sup>. Alíquotas das diluições foram inoculadas na superfície dos diferentes meios de cultura, distribuídas uniformemente e incubadas em estufa a 35°C por 24 a 48 h. Cada análise foi realizada utilizando três replicatas.

A contagem de micro-organismos foi realizada pela técnica de contagem por espalhamento em placa (*spread plate*), utilizando os meios Ágar Triptona de Soja (TSA), Ágar *De Man, Rogosa e Sharpe* (AMRS), Ágar Tiosulfato, Citrato, Bile e Sacarose (TCBS), para heterotróficos totais, *Lactobacillus* spp. e *Vibrio* spp., respectivamente.

#### **4.10. Análises Macroscópica do camarão.**

As análises macroscópicas ou análise a fresco das pós-larvas de *P. vannamei* foram realizadas semanalmente para monitorar o estado sanitário dos animais. Para as análises, os camarões foram coletados nas bandejas de alimentação e na coluna de água. Nestes animais,

foram investigadas a ocorrência de sinais clínicos sugestivos para o acometimento de enfermidades detectadas em sistemas de cultivo de camarões no Brasil.

#### **4.11 Análise estatística**

Os dados de qualidade da água, desempenho zootécnico e análises microbiológicas foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e após a confirmação dessas premissas foi realizado o teste não-paramétrico de Wilcoxon pareado para verificar as diferenças significativas nos parâmetros de qualidade da água e desempenho zootécnico.

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Demanda hídrica**

Um dos importantes pontos a ser observado no presente estudo está relacionado à demanda hídrica do sistema simbiótico. Durante os 30 dias de cultivo, em nove tanques com capacidade útil de 10.000 litros, a taxa de renovação de água alcançou 1% do volume total de cada tanque durante o primeiro experimento, já no segundo experimento essa renovação alcançou uma taxa de 5% em cada tanque durante os 30 dias de cultivo. Esse aumento na taxa de renovação se deu a partir de uma queda rápida da alcalinidade na terceira semana de cultivo. Com isso foi necessário realizar uma reposição da água de cultivo com o intuito de controlar essa queda da alcalinidade sem a adição abrupta de compostos alcalinizantes.

Ao todo, no presente estudo, foram realizadas quatro reposições do volume útil dos tanques com a finalidade de reduzir a concentração de matéria orgânica acumulada nos sedimentadores, controlar a perda de água por evaporação e restabelecer o volume útil dos tanques. O sistema simbiótico no presente estudo, foi mantido através da adição adequada de um farelo de arroz comercial (SM BIO-ACQUA), com a utilização de um probiótico comercial (BM PRO®, da Biotrends), o volume dos flocos microbianos e os sólidos sedimentáveis, além das demais condições de qualidade da água, foram gradativamente aumentadas e mantidas dentro das faixas ideais, favorecendo um sistema de cultivo mais estável para o cultivo das pós larvas de *P. vanamei*.

### **5.2 Parâmetros de Qualidade de Água**

A água de cultivo preparada a base do fertilizado de farelo de arroz manteve os parâmetros de qualidade de água em níveis ótimos para a espécie de camarão cultivada, proporcionando um sistema de cultivo estável para ambos os experimentos executados no presente estudo. Ao longo do período de cultivo, a temperatura, o pH e oxigênio dissolvido da

água nos dois experimentos 1 e 2 foram mantidos dentro dos limites considerados normais para o cultivo de camarões ( $P > 0,05$ , ANOVA).

As temperaturas médias diárias no Experimento 1 não diferenciam significativamente entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), tendo como médias  $\pm$  desvio padrão  $29.4 \pm 0.842^\circ\text{C}$ ,  $29.7 \pm 0.780^\circ\text{C}$  e  $29.7 \pm 0.820^\circ\text{C}$  para as densidades aparentes de 2pl/L, 4pl/L e 6 pl/L, respectivamente, e de  $29.6 \pm 0.554^\circ\text{C}$ ,  $29.6 \pm 0.562^\circ\text{C}$  e  $29.6 \pm 0.556^\circ\text{C}$  para as densidades de 2 pl/L, 4pl/L e 6pl/L no Experimento 2, respectivamente. Essa pequena variação da temperatura ao longo do dia se deve a utilização da estufa como ferramenta no controle térmico, permanecendo dentro da faixa de temperatura ideal de  $26-33^\circ\text{C}$  para camarões marinhos (NUNES et al., 2001)

O oxigênio dissolvido ao longo do dia no Experimento 1 não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), tendo como média  $\pm$  desvio padrão os valores de  $6,83 \pm 0.419$  mg/L,  $6,69 \pm 0.422$  mg/L e  $6,68 \pm 0.475$  mg/L para as densidades aparentes de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L, respectivamente. Para o Experimento 2 foi verificada diferença estatística entre os tratamentos, apresentando uma relação direta entre e o aumento das densidades de estocagem e redução do OD (mg/L), tendo como valores médios  $6,25 \pm 0.625$ mg/L,  $6,12 \pm 0.736$  mg/L e  $5,88 \pm 0.906$ mg/L para as densidades de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L, respectivamente.

Os valores de pH para os Experimentos 1 e 2 não apresentaram diferenças significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), mantendo-se dentro do que é considerado ideal para o cultivo dessa espécie, que pode ir de 7,0 a 8,5 (KASAN et al., 2019; HARUN et al., 2019). Os sólidos sedimentáveis (SS, mL/L) na água de cultivo não apresentaram diferenças significativas para ambos os experimentos, alcançando valores máximos de 4,5 mL/L e 5,2 mL/L para os Experimentos 1 e 2, respectivamente. A salinidade foi mantida em média de  $31,0 \pm 0,64$  para ambos os experimentos, variando pouco ao longo dos 30 dias experimentais.

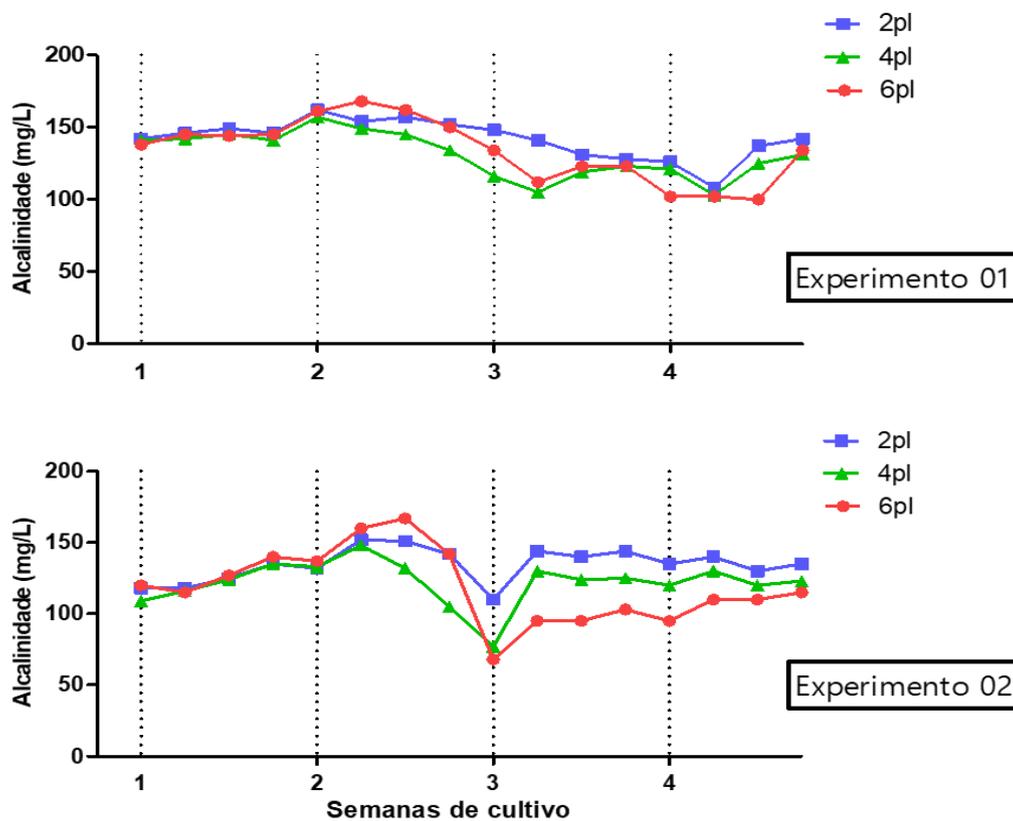
**Tabela 05** – Valores médios  $\pm$  desvio padrão de temperatura ( $^\circ\text{C}$ ), pH, oxigênio dissolvido (OD, mg/L), salinidade, e SS ( $\text{ml L}^{-1}$ ) da água de cultivo ao longo de 30 dias durante o primeiro e segundo experimentos.

Parâmetros	Experimento 01			Experimento 02		
	2pl/L	4pl/L	6pl/L	2pl/L	4pl/L	6pl/L
OD ( $\text{mg L}^{-1}$ )	$6,83 \pm 0.42$	$6,69 \pm 0.42$	$6,68 \pm 0,47$	$6,25 \pm 0.62$ a	$6,12 \pm 0.73$ b	$5,88 \pm 0,90$ c
Temperatura( $^\circ\text{C}$ )	$29,4 \pm 0.84$	$29.7 \pm 0.78$	$29.7 \pm 0.82$	$29,6 \pm 0.55$	$29.6 \pm 0.56$	$29.6 \pm 0.56$
Ph	$8.08 \pm 0.15$	$8.01 \pm 0.12$	$7,98 \pm 0.14$	$8.09 \pm 0.12$	$8.01 \pm 0.13$	$8,01 \pm 0.18$
Salinidade	$33 \pm 0.58$	$32 \pm 0.58$	$32 \pm 0.58$	$33 \pm 0.58$	$33 \pm 0.49$	$32 \pm 0.59$
SS ( $\text{ml L}^{-1}$ )	$0.82 \pm 0.13$	$1.26 \pm 0.65$	$1.36 \pm 0.72$	$1,4 \pm 0.70$	$2,50 \pm 1,3$	$2,10 \pm 0.76$

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa para  $\alpha=5\%$ .

Os valores médios de alcalinidade para os Experimentos 1 e 2 não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. No Experimento 1 a alcalinidade manteve-se acima de 100 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  durante os 30 dias de cultivo. Para o Experimento 2 foi observado uma diminuição, porém não significativa nos valores de alcalinidade no décimo quinto dia de cultivo, obtendo valores próximos de 50 mg/L nos tratamentos com maiores densidades de estocagem. Segundo Van Wyk e Scarpa (1999) a alcalinidade deve se manter acima de 100 mg/L de  $\text{CaCO}_3 \text{ L}$  no cultivo de *P. vannamei* em água salgada.

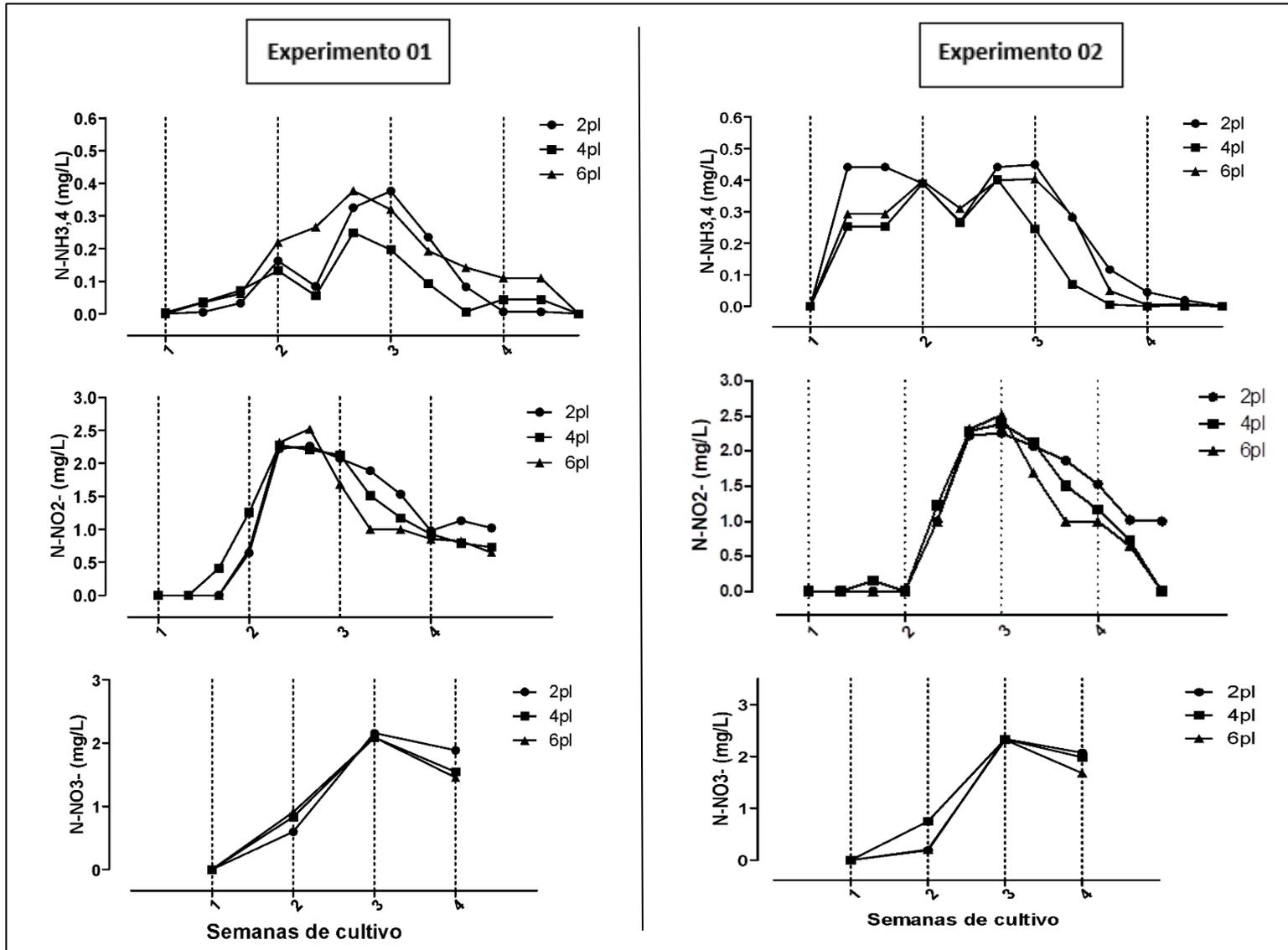
**Gráfico 02** – Variação da alcalinidade (mg/L) da água de cultivo no primeiro e segundo experimento, ao longo de 30 dias de cultivo.



Os valores médios de Nitrogênio amoniacal, N-nitríto e N-nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ ) não apresentaram diferenças estatísticas significativas para os Experimentos 1 e 2 ( $P > 0,05$ ), para ambos os experimentos, o nível de Nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3,4$ ) foi mantido em baixa concentrações, apresentando variações de um mínimo de  $0,01 \text{ mg L}^{-1}$  a um máximo de  $0,39 \text{ mg L}^{-1}$  no Experimento 1 experimento e mínimo de  $0,01 \text{ mg L}^{-1}$  a um máximo de  $0,45 \text{ mg L}^{-1}$  no Experimento 2 com salinidade média de 31. Os valores de N-nitríto e N-nitrato apresentaram um máximo de  $2,49$  e  $2,52 \text{ mg L}^{-1}$  para o N-nitríto e  $2,10$  e  $2,16 \text{ mg L}^{-1}$  para o N-nitrato para os Experimentos 1 e 2, respectivamente. Os valores máximos para o N-nitríto para ambos os

experimentos apresentaram um aumento entre a segunda e terceira semana de cultivo junto com o N-nitrato, contudo, logo após tiveram uma tendência a redução em todos os tratamentos.

**Gráfico 03** – Variação nas concentrações de Nitrogênio amoniacal ( $\text{mg L}^{-1}$ ), N-nitríto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e N- nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ ) durante 30 dias de cultivo nos dois experimentos.



### 5.3 Análise microbiológica.

#### 5.3.1 Quantificação de *Vibrios* spp. e *Bacillus* spp. (Experimento 01)

A concentração das colônias de *vibrios* presente nos camarões no início do cultivo teve como média  $9,93 \times 10^4$  UFC/g, com proporções de 90,6% de colônias sacarose positiva e 9,34% de colônias sacarose negativa (Tabela 06). Ao final dos 30 dias de cultivo, as concentrações de bactérias do gênero *Vibrios* sacarose positiva tiveram um aumento em relação a concentração inicial, apenas dentro do tratamento com maior densidade de estocagem (6pl).

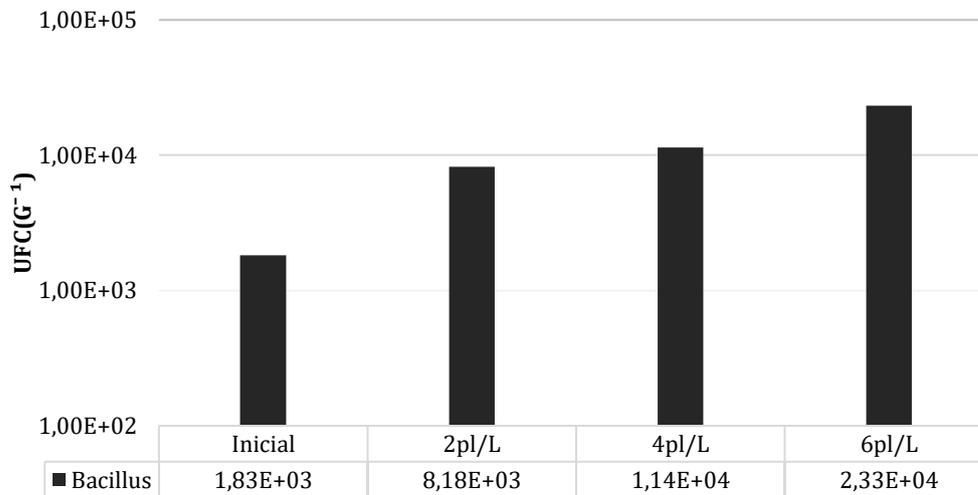
**Tabela 06.** Concentração das colônias de *Vibrios* spp dos camarões cultivados *no* início e final do cultivo.

<b><i>Vibrio</i> spp - TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose)</b>			
	(UFC <sup>1</sup> g <sup>-1</sup> )	% sacarose positiva	% sacarose negativa
Amostra Inicial	9,93 x 10 <sup>4</sup>	90,6	9,34
<b>Tratamentos</b>			
Amostra Final			
2pl/L	1,15 x 10 <sup>4</sup>	100	0
4pl/L	8,63 x 10 <sup>4</sup>	100	0
6pl/L	27,7 x 10 <sup>4</sup>	100	0

<sup>1</sup>UFC= Unidades formadoras de colônia.

No presente estudo comparando as concentrações das colônias de *Bacillus* (Gráfico 04), entre os tratamentos, observou-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Porém, quando se faz a relação entre a concentração no início e final do cultivo, é possível perceber um aumento na concentração de *Bacillus* no trato intestinal dos animais cultivados. A contagem média de *Bacillus* passou de  $1,83 \times 10^3$  UFC/g no início do cultivo, para  $8,18 \times 10^3$  UFC/g,  $1,14 \times 10^4$  UFC/g e  $2,33 \times 10^4$  UFC/g nos tratamentos com densidades de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L, respectivamente, após 30 dias de cultivo (Gráfico 04). Esse aumento na concentração de *Bacillus* spp se deve ao incremento dessas bactérias devido a inclusão de probióticos no fertilizante aplicado na água e na alimentação. Também é possível perceber um aumento proporcional ao incremento da densidade de estocagem dos camarões. Isso provavelmente se deve a maior oferta de ração com inclusão de probióticos.

**Gráfico 04** - Concentração das colônias de *Bacillus* spp verificadas em amostras de camarões coletadas no 1° e 30° dia em berçários utilizando sistema simbiótico de cultivo no experimento 01.

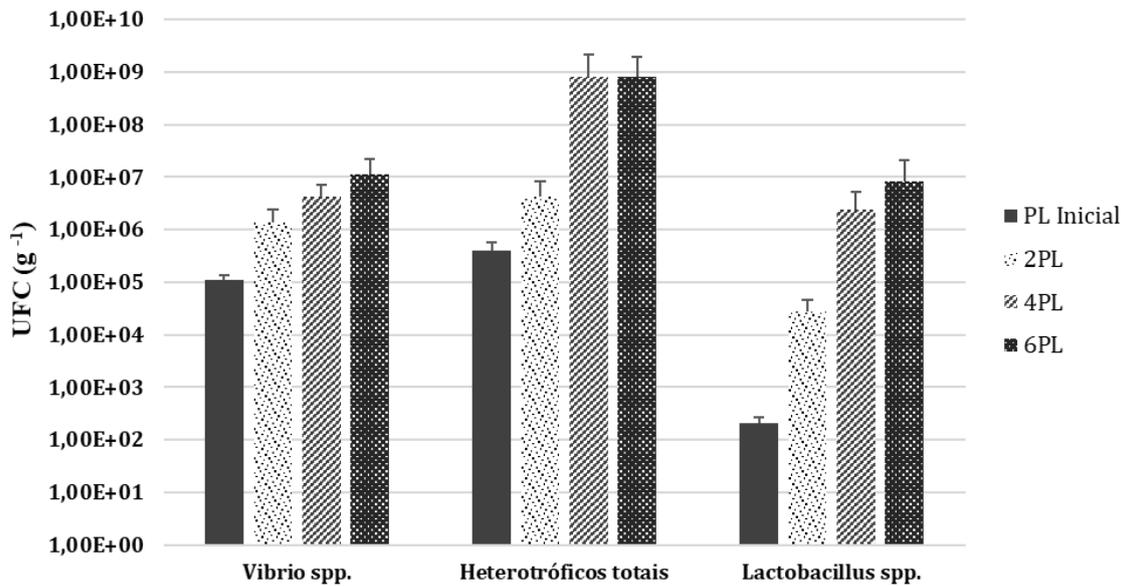


### 5.3.2 Contagem de *Vibrio* spp., *Lactobacillus* spp. e heterotróficos totais (Experimento 2).

Os resultados finais da contagem de *Vibrios* spp nos camarões cultivados, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $p \geq 0,05$ ). A concentração de *Vibrio* no início do cultivo teve como média  $1,12 \times 10^5$  UFC g<sup>-1</sup>. Ao final dos 30 dias de cultivo, apesar de não ter apresentado diferenças significativas entre os tratamentos, quando comparados a amostragem inicial e final, houve um aumento progressivo aparente de acordo com a densidade de estocagem (Gráfico 05).

A contagem total média de *Lactobacillus* spp. colônias em amostras de pls de *P. vannamei* no início do experimento foi de  $2,05 \times 10^2$  UFC (g<sup>-1</sup>) enquanto que a média entre os tratamentos no final do cultivo foram de  $2,81 \times 10^4$ ,  $2,36 \times 10^6$  e  $8,14 \times 10^6$  UFC (g<sup>-1</sup>) para as densidades de 2 pls/L, 4 pls/L e 6 pls/L respectivamente, sem apresentar diferenças estatística significativas entre os tratamentos durante os 30 dias de cultivo. ( $p \geq 0,05$ ).

**Gráfico 05** - Contagem total de colônias de *Vibrio* spp., *Lactobacillus* spp. e heterotróficos totais dos camarões cultivados no início e final do cultivo.



## 5.4 Desempenho zootécnico.

### 5.4.1 Experimento 01

No presente estudo não houve diferença na sobrevivência entre os tratamentos ao longo do experimento. A taxa média de sobrevivência registrada no presente estudo foi de 80,4%, 90,4% e 92,5%, para os tratamentos 2pl, 4pl e 6pl, respectivamente, sem diferença significativa ( $P > 0,05$ ) (Tabela 07). O peso médio final não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), tendo como média os valores de 0,19, 0,19 e 0,17g para as densidades aparentes de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L, respectivamente (Tabela 07). Ao longo do experimento foi verificado um ganho de peso médio semanal de  $34,1 \pm 6,93$  mg, não apresentando diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 07** - Desempenho zootécnico dos camarões *P. vannamei* cultivados nas densidades aparentes de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L em sistema simbiótico de produção.

Densidade	Peso Final (g)	Sobrevivência (%)	FCA <sup>1</sup>	GPS <sup>2</sup> (mg/semana)	Produtividade (kg/m <sup>2</sup> )
2pl/L	0,193 ± 0,03	80,4 ± 29,8	1,55 ± 0,46	38,1 ± 6,11	0,308 ± 0,132
4pl/L	0,193 ± 0,08	90,4 ± 11,45	1,33 ± 0,23	38,1 ± 15,01	0,683 ± 0,230
6pl/L	0,170 ± 0,07	92,5 ± 30,11	1,79 ± 0,70	26,1 ± 14,47	0,754 ± 0,398

<sup>1</sup>FCA= fator de conversão alimentar, <sup>2</sup>GPS= ganho de peso semanal.

Letras sobrescritas diferente indicam diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ )

Os fatores de conversão alimentar (FCA) dos camarões alimentados com as rações comerciais, não apresentaram diferença no fator de conversão alimentar (FCA) ( $P>0,05$ ), tendo como média ( $\pm$  desvio padrão) de  $1,55 \pm 0,46$ ,  $1,33 \pm 0,23$  e  $1,79 \pm 0,70$  (Tabela 07) para as densidades aparentes de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L, respectivamente. Apesar da produtividade não ter apresentado diferenças entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), foi possível perceber que houve um aumento proporcional em relação às densidades de estocagem, demonstrando um incremento de produtividade em densidades mais elevadas.

#### 5.4.2 Experimento 02

Ao final do cultivo, os camarões cultivados na menor densidade (2pl/L) obtiveram um peso médio final de  $0,48 \pm 0,018$ g, significativamente maior ( $p<0,05$ ), quando comparado com as maiores densidades (4pl/L e 6pl/L) (Tabela 08). A sobrevivência final apresentou uma redução diretamente proporcional ao aumento de densidade, apresentando diferenças estatísticas significativas ( $p<0,05$ , Tabela 08) entre os tratamentos, os animais cultivados nas menores densidades (2pl/L) obtiveram maiores taxas de sobrevivência  $80 \pm 0,03\%$  quando comparado aos tratamentos com maiores densidade (Tabela 08).

**Tabela 08** - Desempenho zootécnico dos camarões *P. vannamei* cultivados nas densidades de 2pl/L, 4pl/L e 6pl/L em sistema simbiótico de produção.

Densidade	Peso Final (g)	Sobrevivência (%)	FCA <sup>1</sup>	GPS <sup>2</sup> (mg/semana)	Produtividade (kg/m <sup>3</sup> )
2pl/L	$0,48 \pm 0,018^a$	$80 \pm 0,03^a$	$1,54 \pm 0,07^a$	$118 \pm 4,44^a$	$0,762 \pm 0,04^a$
4pl/L	$0,26 \pm 0,011^b$	$51 \pm 0,03^b$	$2,95 \pm 0,25^b$	$63 \pm 2,78^b$	$0,508 \pm 0,01^b$
6pl/L	$0,18 \pm 0,033^b$	$28 \pm 0,01^c$	$6,42 \pm 0,74^c$	$44 \pm 8,33^b$	$0,284 \pm 0,04^b$

<sup>1</sup>FCA= fator de conversão alimentar, <sup>2</sup>GPS= ganho de peso semanal.

Letras sobrescritas diferente indicam diferença significativa entre os tratamentos ( $p<0,05$ ).

O FCA diferenciou-se estatisticamente entre os tratamentos de diferentes densidades de estocagem. A densidade de 6pl/L registrou um maior FCA ( $6,42 \pm 0,74$ ) comparada a densidade de 4pl/L ( $2,95 \pm 0,25$ ) que por sua vez foi maior que a densidade de 2pl/L ( $1,54 \pm 0,07$ ), apresentando uma relação direta entre a densidade de estocagem e o fator de conversão alimentar. A produtividade final, expressa em quilograma de biomassa por metro cubico, foi significativamente maior no tratamento de 2pl/L quando comparado com os demais tratamentos. ( $0,762 \text{ kg/m}^3$ ; Tabela 08).

### 5.5 Análises macroscópica do camarão

Os animais analisados macroscopicamente no experimento 1 e 2 apresentaram alterações na coloração da musculatura, aparecimento de fluorescência no urópode, natação lenta e mortalidade aparente nas bandejas de alimentação após o 21º dia de cultivo (Figura 05). Porém no experimento 2 os sinais clínicos foram mais frequentes do que no experimento 1.

**Figura 05** - Pós larvas de *P. vannamei* cultivados em sistema simbiótico, coletados durante os experimentos 1 e 2 para a realização de análises macroscópicas. (A) e (B) Pós-larvas de *P. vannamei* saudáveis e sem sinais clínicos aparente de enfermidades. (C) Pós-larva de *P. vannamei* com opacidade muscular em todo o abdômem. (D) Animais coletados na bandeja de alimentação com opacidade muscular e mortalidade.



## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Parâmetros de Qualidade de Água.

Os valores mínimos e máximos de temperatura encontrada nos dois experimentos não constituíram em fator estressante para as pós-larvas de *P. vannamei*, ficando dentro da faixa de 28 a 31 °C, sendo considerada confortável para os organismos aquáticos tropicais (BOYD et al, 2010). Apesar dos dois experimentos terem acontecido em períodos do ano distintos, a temperatura média diária apresentou similaridade devido a estabilidade térmica acometida pela utilização da estufa. De acordo com VINATEA e BETT (2009), a temperatura da água influencia diretamente em outros fatores no ambiente de cultivo como o consumo de oxigênio dissolvido, taxa metabólica do organismo cultivado e outros (VINATEA e BETT, 2009).

Os valores de pH mensurados nos tanques de cultivo em ambos os experimentos não diferiram estatisticamente. A alcalinidade também não apresentou diferenças estatísticas em ambos os experimentos. Porém, no experimento 2 (sem bonificação) os valores de alcalinidade em todos os tratamentos apresentaram uma queda abrupta no 16º dia de cultivo, chegando a valores mínimos de 95, 65 e 55 mg de CaCO<sub>3</sub>/L para os tratamentos de 2 pl/L, 4 pl/L e 6 pl/L respectivamente. Ebeling et al. (2006) afirmaram que o consumo da alcalinidade devido ao processo de nitrificação é um aspecto importante em sistemas com troca de água limitada, fazendo-se necessário a adição de carbonatos, para manter a alcalinidade entre 100 e 150 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>. No presente trabalho, a correção de alcalinidade foi realizada com o uso do cal hidratado (Hidróxido de cálcio) para obtenção de valores acima de 100 mg CaCO<sub>3</sub>/L, sem exceder a aplicação máxima de 20 g de cal/m<sup>3</sup> por dia, para evitar o uso de grandes quantidades de produtos químicos na água, podendo ocasionar variações bruscas do pH.

No presente estudo, as densidades de estocagem no Experimento 1 não afetaram a concentração de oxigênio dissolvido nos tanques berçários durante os 30 dias de cultivo. Porém, no Experimento 2, houve uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, apresentando uma relação direta entre o aumento na densidade de estocagem e a diminuição do OD (mg/L) do meio. Essa relação entre a densidade e o OD (mg/L) provavelmente não foi observada no primeiro experimento devido a bonificação de pós-larvas ofertadas pela larvicultura, o que não permite uma determinação mais precisa da real densidade de estocagem das unidades experimentais. Entretanto, nos dois experimentos as concentrações médias diárias de OD (mg/L) se mantiveram acima dos níveis ideais conforme descreve Avnimelech (2012), cujo valor de oxigênio dissolvido para o cultivo da espécie, deve ser maior que 4,0 mg/L.

Os valores médios encontrados para o nitrogênio amoniacal em todos os tratamentos ficaram abaixo dos níveis considerados como prejudiciais para desenvolvimento de pós-larvas

de *P. vannamei*, que é de 0,90 (mg L<sup>-1</sup>) (LIN e CHEN, 2001; 2003; BUFORD et al., 2003; MELO et al., 2016).

As concentrações de N-nitró e N-nitrato (mg L<sup>-1</sup>) nos dois experimentos não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, e as tendências de flutuação foram semelhantes para as densidades de 2, 4 e 6 pl/L. Esse resultado confirma a capacidade de suporte substancial do sistema simbiótico em diferentes densidades de estocagem. Durante o cultivo nos dois experimentos, houve um aumento do nitrogênio total até um determinado ponto e um posterior aumento do nitró e nitrato, o que indica o estabelecimento do processo de nitrificação comuns em sistemas com pouca ou nenhuma troca de água. Os valores de N-nitró (N-NO<sub>2</sub>) para o Experimento 1 apresentaram um pico um pouco mais cedo quando comparado ao Experimento 2, porém para ambos os experimentos as concentrações de N-NO<sub>2</sub> não excederam o valor máximo de 2,49 e 2,52 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para os Experimentos 1 e 2, permanecendo abaixo dos níveis tóxicos para a espécie. Segundo Lin e Chen (2003), concentrações de N-NO<sub>2</sub> até 25,7 mg L são seguros para camarões em uma salinidade de 35. Os valores de N-nitrato (N-NO<sub>3</sub>) nos dois experimentos tiveram seus picos no início da terceira semana de cultivo, tendo como valores máximos 2,10 e 2,16 mg L<sup>-1</sup> para os experimentos 01 e 02, respectivamente. Os picos de N-NO<sub>3</sub> nos dois experimentos aconteceram no início da terceira semana de cultivo, coincidindo com a redução do N-NO<sub>2</sub> nos dois casos. Isso mostra que o sistema simbiótico, a partir da adição do fermentado a base de farelo de arroz, favoreceu o processo de nitrificação nas unidades de cultura (BRATVOLD & BROWDY 2001).

### 6.3 Análises macroscópica do camarão

Durante os 20 dias iniciais de cultivo nos dois experimentos, não foram notadas mudanças comportamentais e corporais externas nos animais. Porém, a partir do 21º dia, foi possível observar fluorescência nos urópodes e opacidade muscular, principalmente no abdômen distal e na cauda, com áreas de aspecto leitoso. A fluorescência nos urópodes normalmente é caracterizada pelo acometimento de infecção bacteriana causada por algumas espécies de *Vibrio*. Segundo YOSHIZAWA *et al.* (2012), as espécies patogênicas de *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus* e *V. harveyi* possuem mecanismos capazes de estimular a luminescência, porém as análises microbiológicas realizadas nos dois experimentos, eram de caráter quantitativo, tornando impossível a detecção da presença dessas espécies de *Vibrio* nos animais. No presente estudo os animais analisados apresentaram sinais clínicos sugestivos da infecção acometida pelo vírus da mionecrose infecciosa (IMNV). Porém, as análises moleculares não detectaram a presença do vírus nos camarões cultivados. Entretanto, os primers

utilizados no estudo, não são capazes de identificar a nova variante do vírus da mionecrose infecciosa (IMNV) descrito por ANDRADE, T.P.D *et al.* (2022).

#### 6.4 Desempenho zootécnico

No Experimento 1, os dados de peso final(g), sobrevivência (%), FCA, produtividade (kg/m<sup>2</sup>) não apresentaram diferenças estatística significativa entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), provavelmente devido a bonificação que oriunda da larvicultura, pois não é possível determinar o incremento populacional dessa bonificação em cada densidade de estocagem. Para este experimento, o peso final dos tratamentos com as densidades aparentes de 2 pl/L, 4 pl/L e 6 pl/L apresentaram valores baixos e bem próximos, o que não condiz com o teoricamente esperado, visto que a densidade de estocagem é um fator que afeta o crescimento e produtividade final no cultivo, pois existe uma relação inversa entre esses fatores (Moss & Moss 2004, Fo'es et al. 2011, Krummenauer et al. 2011).

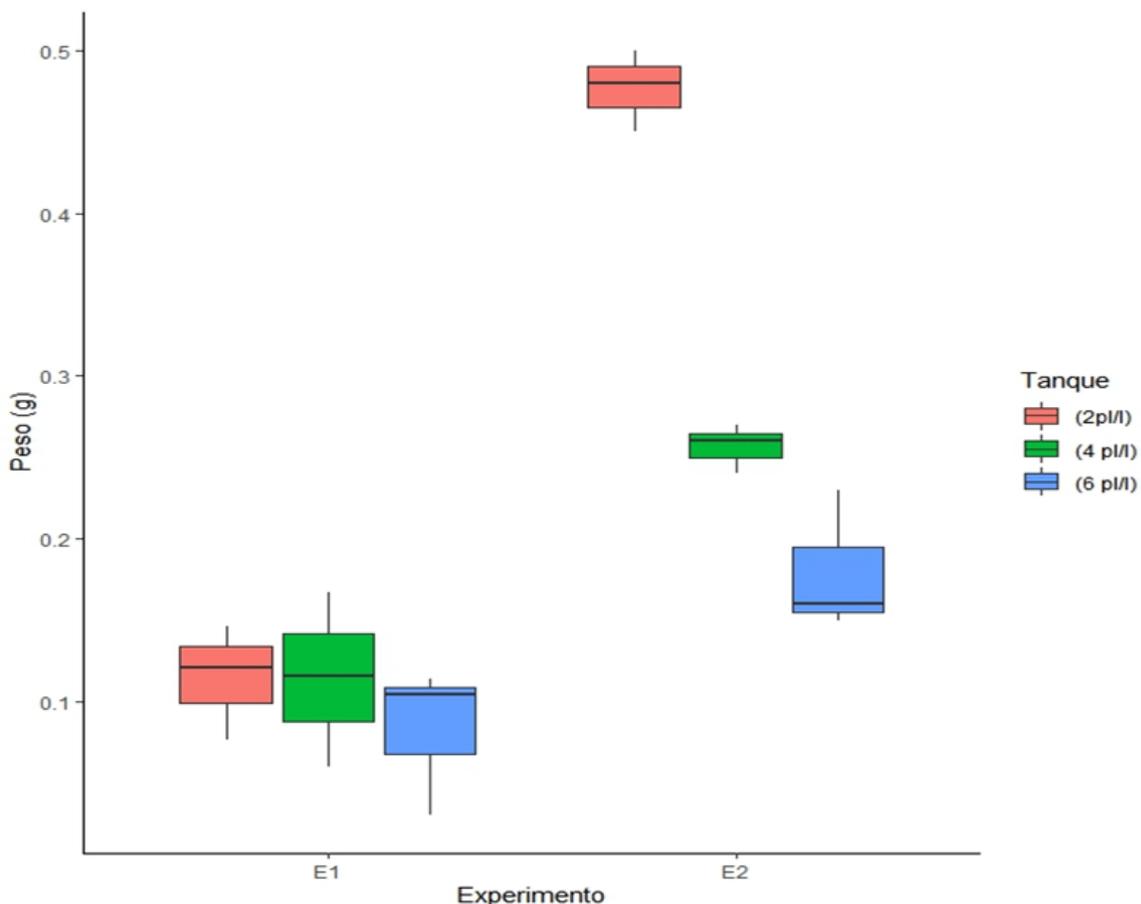
A sobrevivência dos animais cultivados no Experimento 1 foi elevada em todos os tratamentos, com valores acima de 80,4 %. Rocha et al. (1997) conseguiram sobrevivência entre 88,01 a 91,00% no cultivo intensivo de pós-larvas do *P. vannamei*, com duração de 20 dias e utilizando berçários. No entanto, os resultados de sobrevivências verificadas no Experimento 1, onde a estocagem contou com um percentual de bonificação da larvicultura, indica uma superestimação dos dados de sobrevivência do cultivo, pois essa prática máscara a sobrevivência real, o que pode ser corroborado com os valores de peso médio final abaixo do esperado, visto que os parâmetros de qualidade de água se mantiveram estáveis durante todo o cultivo.

Diferentemente do resultado de desempenho zootécnico verificados no Experimento 1, no qual o povoamento contou com uma bonificação populacional, para o Experimento 2 foram verificadas diferenças estatísticas para o peso final apresentando como média ( $\pm$  desvio padrão) de  $0,48 \pm 0,018^a$ ,  $0,26 \pm 0,011^b$  e  $0,18 \pm 0,033^b$  para as densidades de 2 pl/L, 4 pl/L e 6 pl/L. Com relação ao peso final, os animais submetidos a menores densidades de estocagem tiveram um crescimento significativamente maior se comparado aos tratamentos com maiores densidades. Tal resultado era esperado pois existe uma diminuição no crescimento de juvenis de *P. vannamei* em altas densidades de estocagem devido a uma combinação de fatores, como a diminuição da disponibilidade de espaço, além da degradação da qualidade da água e acúmulo de sedimentos anaeróbicos (Peterson & Griffith 1999, Moss & Moss 2004). Os valores de peso final no Experimento 2 foram semelhantes a outros estudos de berçário no sistema mixotrófico de cultivo com densidades variando entre 1,5 pl/L a 6 pl/L de pós larvas de camarão branco resultando em pesos finais entre 0,33 a 1,0 g (Wasiolesky et al., 2013; Correia et al., 2014).

No Experimento 2, a sobrevivência apresentou diferença estatística entre os tratamentos, apresentando relação direta entre o aumento de densidade e a taxa de mortalidade (Gráfico 09). No presente estudo é possível que as altas taxas de mortalidade nas densidades de 4 e 6 pl/L possam ter sido causadas pela manifestação de alguma doença, não identificada no presente estudo. Dado isso, os outros fatores como FCA e produtividade (kg/m<sup>2</sup>), também apresentaram diferenças estatísticas, visto que esses fatores possuem ligação direta entre peso final e sobrevivência.

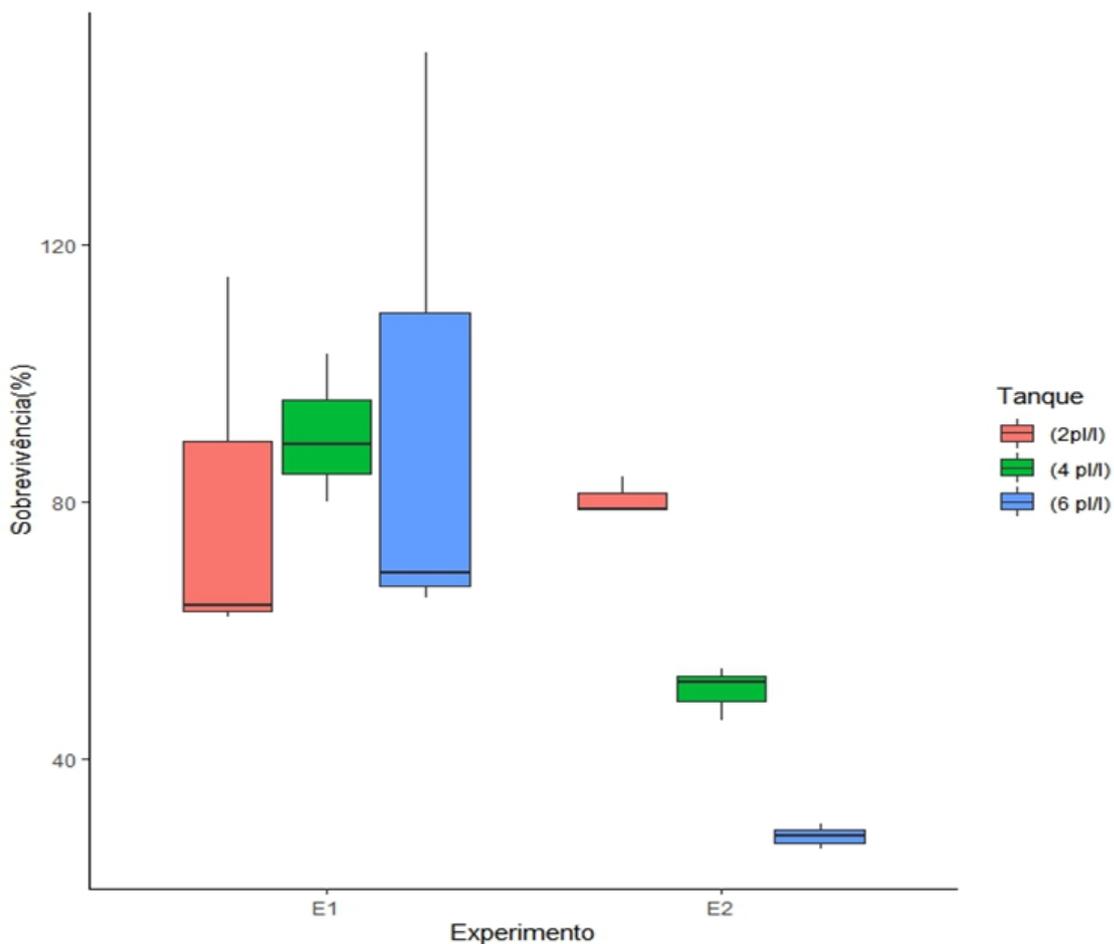
Ao compararmos os valores de peso corporal obtidos nos Experimentos 1 e 2 verificou-se uma diferença em todas as densidades de estocagem experimentadas. Os animais cultivados no Experimento 1 (com bonificação) demonstraram valores de peso corporal bem abaixo aos encontrados no Experimento 2 (sem bonificação) (Gráfico 09). Essa diferença pode estar relacionada à subalimentação dos animais, pois como a ração ofertada é calculada em cima da densidade de estocagem, a quantidade de ração ofertada fica abaixo do necessário para uma boa nutrição das pós-larvas estocadas nas unidades experimentais.

**Gráfico 09** – Comparação entre valores médios (%SD) do peso final registrados nos experimentos com bonificação (E1) e sem bonificação (E2), no cultivo de *P. vannamei* em sistema simbiótico submetidos a diferentes densidades de estocagem (2.000, 4.000 e 6.000 pls/m<sup>2</sup>)



Os dados de sobrevivência obtidos para o Experimento 1 (com bonificação), apresentaram valores cujo resultado não era esperado, pois os tratamentos com maiores densidades de estocagens de 4 pl/L e 6 pl/L apresentaram menores mortalidades quando comparado a densidade de 2 pl/L. Além disso, algumas réplicas dos tratamentos apresentaram sobrevivências acima de 100%, o que não é possível de acontecer sem o acréscimo das bonificações. Por outro lado, para o Experimento 2 (sem bonificação) as taxas de sobrevivência verificadas foram diretamente proporcionais às densidades de estocagem.

**Gráfico 10** – Comparação entre valores médios (%SD) da sobrevivência registradas nos experimentos com bonificação (E1) e sem bonificação (E2), no cultivo de *P. vannamei* em sistema simbiótico submetidos a diferentes densidades de estocagem (2.000, 4.000 e 6.000 pls/m<sup>2</sup>)

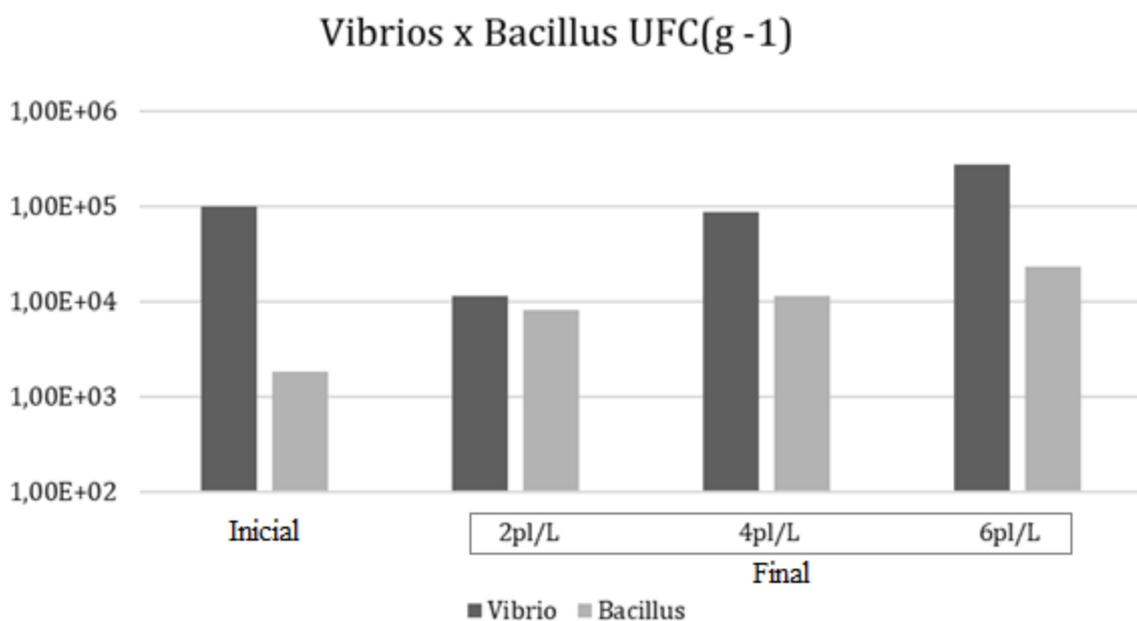


## 6.5 Microbiologia

Para o Experimento 1, no início do cultivo, a quantidade de colônias de bactérias do gênero *Bacillus* detectada nos camarões analisados foi 54 vezes inferior à quantidade detectada para o gênero *Vibrio* spp. (Gráfico 11), esse resultado era esperado pois durante os 30 dias de cultivo, houve um incremento de probióticos na ração e no fermentado utilizado na fertilização

da água de cultivo. Dado isso, e segundo LUIS-VILLASEÑOR et al. (2012), a microbiota interna dos animais aquáticos cultivados está relacionada e é influenciada pela comunidade bacteriana presente no ambiente de cultivo. Porém, com o decorrer dos 30 dias de cultivo, os animais provenientes dos tratamentos com menores densidades (2 pl/L e 4 pl/L), apresentaram uma redução na concentração de colônias de *Vibrios* spp, saindo de  $9,93 \times 10^4$  para  $1,15 \times 10^4$  (UFC/g) na densidade de 2 pl/L e  $9,93 \times 10^4$  para  $8,63 \times 10^4$  (UFC/g) na densidade de 4 pl/L. O aumento da concentração de *Vibrios* spp no tratamento de maior densidade de estocagem (6 pl) provavelmente está relacionado à quantidade inadequada de ração com incremento de probiótico ofertada, visto que a bonificação populacional acarretava em um cálculo incorreto da quantidade de ração ofertada.

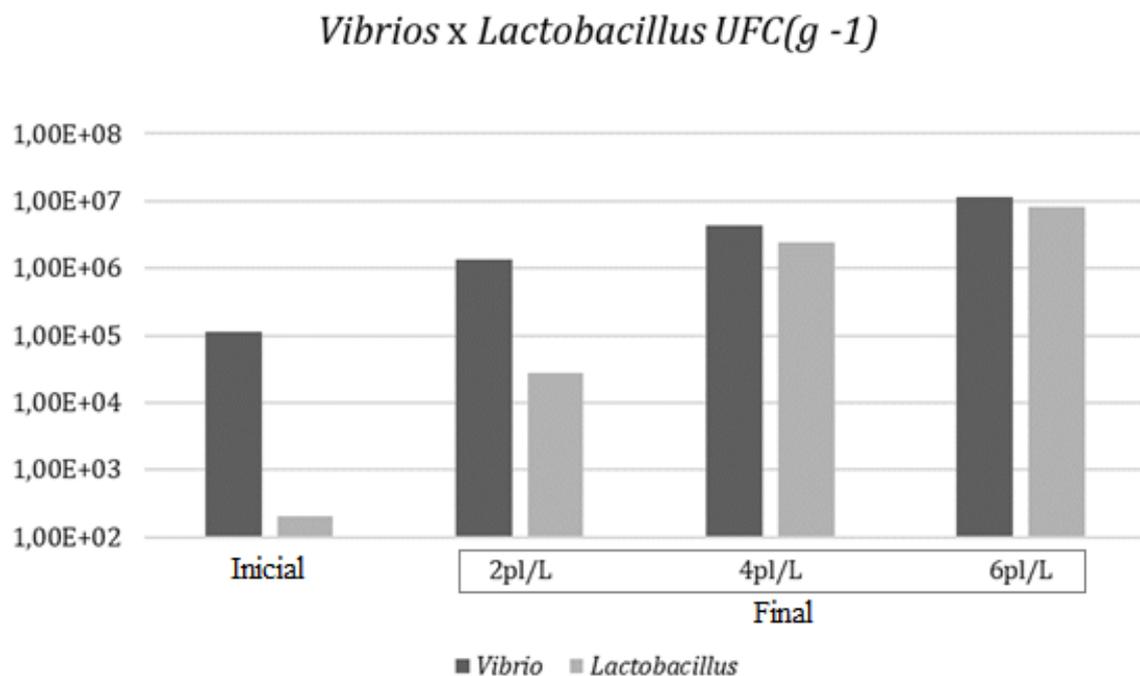
**Gráfico 11** – Comparação entre a contagem inicial e final de colônias de *Vibrio* spp e *Bacillus* spp. no camarão cultivado no Experimento 1 (com bonificação), no cultivo de *P. vannamei* em sistema simbiótico submetidos a diferentes densidades de estocagem (2.000, 4.000 e 6.000 pls/m<sup>2</sup>).



A concentração de colônias de bactérias do gênero *Bacillus* entre os tratamentos do Experimento 1 com densidades de estocagem diferentes não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Porém, quando é feita a comparação entre a concentração no início e no final dos 30 dias de cultivo, é possível perceber um aumento na concentração das colônias de *Bacillus*, aumentando de  $1,83 \times 10^3$  (UFC/g) para  $8,18 \times 10^3$  UFC/g,  $1,14 \times 10^4$  UFC/g e  $2,33 \times 10^4$  UFC/g nos camarões cultivados nas densidades aparentes de 2 pl/L, 4 pl/L e 6 pl/L, respectivamente. Esse incremento pode estar diretamente relacionado a inclusão de probióticos no fertilizante aplicado na água e na alimentação.

Também é possível perceber um aumento proporcional da concentração de *Bacillus* em relação a densidade de estocagem, isso provavelmente se deve a maior oferta de ração com inclusão de probióticos. Segundo estudo realizado por SIMOES et al (2002) a colonização inicial de bactérias probióticas no aparelho digestivo e cavidade oral de camarões peneídeos, tem um impacto direto sobre a sobrevivência e crescimento, ocasionando a exclusão competitiva do *Vibrio harveyi*. A contagem total de *Vibrios* spp. (UFC/g) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos testados no Experimento 2, porém é possível perceber uma relação direta entre o aumento da densidade de estocagem e o aumento na contagem de *Vibrios* spp. (Gráfico 12). No presente estudo, é possível que a utilização de probiótico no fermentado e na ração, tiveram um efeito positivo na concentração final de *Vibrios* spp., fazendo com que os valores finais não se diferenciam tanto com relação às densidades de estocagem. E isso se deve ao fato de que os probióticos, como o *Bacillus* spp., ajudam a controlar o aumento da concentração de *Vibrio* spp, pois os mesmos competem por produtos químicos, nutrientes e locais de adesão, produzindo compostos antibióticos (Van Hai e Fotedar, 2010). Dado isso, a aplicação regular do fermentado proporcionou um sistema mais equilibrado resultando em similaridade na concentração de *Vibrio* spp. entre os tratamentos.

**Gráfico 12** – Comparação entre a contagem inicial e final de colônias de *Vibrio* spp e *Lactobacillus* spp. no Experimento 2 (sem bonificação), no cultivo de *P. vannamei* em sistema simbiótico submetidos a diferentes densidades de estocagem (2.000, 4.000 e 6.000 pls/m<sup>2</sup>).



De acordo com LUIS-VILLASEÑOR et al. (2012), existe uma interação entre o meio ambiente e o meio interno dos animais cultivados. Consequentemente, a microbiota intestinal

destes animais pode variar rapidamente com a entrada de microorganismos vindo do alimento e/ou da água (Gatesoupe 1999), o que corrobora com os resultados verificados no presente estudo, onde é possível observar um incremento de *Lactobacillus* spp de acordo as quantidades de ração ofertadas para os camarões cultivados nas densidades de 2 pl/L, 4 pl/L e 6 pl/L.

## 7 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos no Experimento 1 para os parâmetros de peso final, sobrevivência (%), FCA, produtividade (kg/m<sup>2</sup>), não é recomendado em sistemas intensivos, o incremento populacional obtido nas bonificações oferecidas pelas larviculturas, visto que a oferta de ração é calculada com base em uma densidade específica, gerando assim uma subalimentação dos animais cultivados.

O resultado obtido no experimento 2, sem a bonificação populacional, comprovou que o aumento na densidade de estocagem possui interferência direta sobre o crescimento e sobrevivência de pós-larvas de *Penaeus vannamei*, durante a fase de berçário, cultivados em sistema simbiótico com baixa renovação de água. Dado isso, recomenda-se a realização da viabilidade econômica para determinar qual densidade de estocagem é mais ideal para esse tipo de sistema de cultivo.

O sistema simbiótico propiciou um ambiente de cultivo estável no que diz respeito aos parâmetros físico, químico e microbiológico da água de cultivo, podendo suportar densidades de estocagem de até 6.000 pls/m<sup>3</sup> sem trazer grandes variações nos parâmetros de qualidade de água.

Em decorrência do surgimento de animais sintomáticos em ambos os experimentos, bem como das altas taxas de mortalidade verificadas nas maiores densidades de estocagem no experimento 2, recomenda-se a realização de experimentos nas mesmas condições, para o teste de diferentes linhagens de pós-larvas e um menor período experimental, já que as análises macroscópicas indicaram o surgimento dos primeiros sinais clínicos a partir do 21º dia de cultivo.

## REFERÊNCIAS

- A.M. **Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition.** Aquacultural Engineering.
- ANDRADE, R. J. V., SANTOS, E. P., COSTA, G. K. A., CAMPOS, C. V. F. S., SILVA, S. M. B. C., GALVEZ, A. O., & BRITO, L. O. (2022). **Effect of different frequencies of the addition of *Brachionus plicatilis* on the performance of *Litopenaeus vannamei* in a nursery biofloc system with rice bran (anaerobic and aerobic) as an organic carbon source.** Aquaculture, 540, 1–10.
- ARAÚJO, A. M. M. 2015. Análise das Práticas de Gestão Ambiental e seus Impactos sobre a Produtividade da Carcinicultura no Ceará. 77p. **Dissertação** (Mestrado)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2015.
- ARELLANO-CARBAJAL, F.; OLMOS-SOTO, J. Thermostable  $\alpha$ -1, 4- and  $\alpha$ -1, 6- glucosidase enzymes from *Bacillus* sp. isolated from a marine environment. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, [s.l.], v. 18, n. 8, p. 791-795, 2006.
- AVNIMELECH, Y. 1999. **Carbon: nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems.** Aquaculture 176: 227-235.
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology, a practical guide book.** World Aquaculture Society. P. 182, 2009.
- AVNIMELECH, Y., DE-SCHRYVER, P., EMMERECIANO, M., KUHN, D., RAY, A., & TAW, N. (2012). **Biofloc technology -A practical guide book (2nd ed.).** The World Aquaculture Society.
- AZIM, M.; LITTLE, D.C. **The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*.** Aquaculture, v. 283, p. 29-35, 2008.
- BALCÁZAR, J.L., T. ROJAS-LUNA & D.P. CUNNINGHAM. 2007. Effect of the addition of four potential probiotic strains on the survival of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) following immersion challenge with *Vibrio parahaemolyticus*. **J. Invertebr. Pathol.** 96: 147-50.
- BANERJEE, S., H. KHATOON, M. SHARIFF & F.M. YUSOFF. 2010. **Enhancement of *Penaeus monodon* shrimp postlarvae growth and survival without water exchange using marine *Bacillus pumilus* and periphytic microalgae.** Fish. Sci. 76: 481-487.
- BAUER, W., PRENTICE-HERNANDEZ, C., TESSER, M. B., WASIELESKY, W. JR, POERSCH, L. H. S., 2012. **Substitution of fiFCCeal with microbial floc meal and soy protein concentrate in diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*.** Aquaculture, 342–343, 112–116.
- BETT, C.; VINATEA, L. Combined effect of body weight, temperature and salinity on shrimp *Litopenaeus vannamei* oxygen consumption rate. *Brazilian Journal of Oceanography*. v. 57, n. 4, Dec. 2009. DOI: 10.1590/S1679-87592009000400005.
- BOROWITZA, M. A., 2013. **High-value products from microalgae-their development and commercialization.** J. Appl. Phycology, 25, 743-756.

BOYD, C; ZIMMERMANN, S. **Grow-out Systems – Water Quality and Soil Management**. In: New, MB; Valenti, WC; Tidwell, JH; D'Abramo, LR, Kutty, MN (Eds.), *Freshwater Prawns. Biology and Farming*. Blackwell Science, Oxford, UK, 2010.

BRATVOLD, D., BROWDY, C.L., 2001. **Effects of sand sediment and vertical surfaces (AquaMats™) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system**. *Aquaculture* 195, 81–94.

Cai, Y., Pang, H., Tan, Z., Wang, Y., Zhang, J., Xu, C., Yang, J., Cao, Y., 2014. **Application of lactic acid Bacteria for animal production**. In: Zhang, H., Cai, Y. (Eds.), *Lactic Acid Bacteria*. Springer, Dordrecht, pp. 443–491.

Ciani, M., Comitini, F., Mannazzu, I., 2018. **Fermentation**. Brian editor. *Encyclopedia of Ecology*, Elsevier, Amsterdam, pp. 310–321.

DOWNES, F. P., ITO, H. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 2001. 676p

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

EKASARI, J.; AZHAR, M. H.; SURAWIDJAJA, E. H.; NURYATI, S.; DE SCHRYVER, P.; BOSSIER, P. **Immune response and disease resistance of shrimp fed biofloc grown on different carbon sources**. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 41, p. 332-339, 2014.

EMERENCIANO, M. et al. **Biofloc Technology (BFT): A review for aquaculture application and animal food industry**. En MATOVIC, M.D. (2013) *Biomass Now - Cultivation and Utilization*. InTech Online, p. 301-328, 2013

EMERENCIANO, M. G. C., MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R., MARTÍNEZ-PORCHAS, M., & MIRANDA-BAEZA, A. (2017). **Biofloc Technology (BFT): A tool for water quality management in aquaculture**. Tutu, Hlanganani. *Water Quality*. InTech.

FAO. 2010. *The state of World Fisheries and Aquaculture*. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org).

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals*. Rome: Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 2018. 227 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The Stats of World Fisheries and Aquaculture**, 2020.

FÓES, G.K.; FRÓES, C.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.; WASIELESKY, W.FRÍAS-ESPERICUETA, M. G.; HARFUSH-MELENDEZ, M.; PÁEZ-OSUNA, F. **Effects of Ammonia on Mortality and Feeding of Postlarvae Shrimp *Litopenaeus vannamei***. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* v. 65 p. 98-103, 2000.

Fo´ es, G. K., C. Fro´ es, D. Krummenauer, L. Poersch & W.Wasielelesky. 2011. **Nursery of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system: survival and growth at different stocking densities**. *J. Shellfish Res.* 30:1–7.

FRÓES, C. N.; FRÓES, G.; KRUMMENAUER, D.; BALLESTER, E.; POERSH, L. H.; JUNIOR, W. W. **Fertilização orgânica com carbono no cultivo intensivo em viveiros com**

**sistema de bioflocos do camarão branco *Litopenaeus vannamei***. Atlântica, v. 34, n. 1, p. 31-39, 2012.

GATESOUBE FJ. 1999. **The use of probiotics in aquaculture**. *Aquaculture*, 180, 147-165.

HARI, B.; KURUP B. M.; VARGHESE J. T.; SCHRAMA J. W.; VERDEGEM M. C. J. **Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems**. *Aquaculture*, v. 241, p.179-194, 2004.

HARUN ET AL., 2019 A.A.C. HARUN, N.A.H. MOHAMMAD, M. IKHWANUDDIN, I. JAUHARI, J. SOHAILI, N.A. Kasan **Effect of different aeration units, nitrogen types and inoculum on biofloc formation for improvement of Pacific White leg shrimp production** Egypt. J. Aquat. Res., 45 (3) (2019), pp. 287-292

JANNATHULLA, R.; DAYAL, J.S.; VASANTHAKUMAR, D.; AMBASANKAR, K.,; PAN-IGRAHI, A.; MURALIDHAR, M. **Apparent digestibility coefficients of fungal fermented plant proteins in two different penaeid shrimp a comparative study**. *Aquaculture Research*, v. 50, n. 5, p.1491–500, 2019.

KASAN ET AL., 2019 N.A. KASAN, A.S. KAMARUZZAN, A.I.A. RAHIM, A.N. ISHAK, I. JAUHARI, M. Ikhwanuddin **Production of Pacific white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* through implementation of rapid biofloc technology** IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci., 370 (1) (2019), Article 012005

Kuhn DD, Boardman GD, Lawrence AL et al (2009). **Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed**. *Aquaculture* 296:51-57

LIN Y. E CHEN J. **Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels**. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. v. 259, p. 109- 119, 2001.

LIN, Y.H.; MUI, J.J. **Comparison of dietary inclusion of commercial and fermented soybean meal on oxidative status and non-specific immune responses in white shrimp, *Litopenaeus vannamei***. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 63, p. 208–212, 2017.

LUIS-VILLASEÑOR, I.E.; CAMPA-CÓRDOVA, A.I.; ASCENCIO-VALLE, F.J. 2012 **Probiotics in Larvae and Juvenile Whiteleg Shrimp *Litopenaeus vannamei***. In: Rigobelo, E. C. *Probiotics*. InTech, Chapter 27.

MADIGAN, T. M.; MARTINKO, M. J.; PARKER, J.; **Brock biology of microorganisms**. 11. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2004.1036 p.

MELO, F. P.; FERREIRA, M. G. P.; BRAGA, I. F. M.; CORREIA, E. S. **Toxicidade do nitrito para o camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistemas de água clara e bioflocos**. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 42(4): 855-865, 2016.

MISHRA, J.K.; SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; GANDY, R.L.; ALI, MOSS, K. R. K.; MOSS S. M. **Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei***. *Journal of World Aquaculture Society*, v.35, p.536-542, 2004.

NUNES, A. O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. *Panorama da Aquicultura*, v. 11, n. 66, p. 26-35, 20

OCHOA-SOLANO, J. Leonel; OLMOS-SOTO, Jorge. The functional property of *Bacillus* for shrimp feeds. **Food microbiology**, [s.l.], v. 23, n. 6, p. 519-525, 2006.

RAMAIAH, N; KENKRE, V.d; VERLECAR, X.n. **Marine environmental pollution stress detection through direct viable counts of bacteria**. *Water Research*, v. 36, n. 9, p.2383-2393, maio 2002. /doi.org/10.1016/s0043-1354(01)00435-3.

RENGPIPAT, S.; PHIANPHAK, W.; PIYATIRATITIVORAKUL, S.; MENASAVETA, P. **Effects of a probiotic bacterium in black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth**. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 167, n.3/4, p.301-313, Jun 1998.

ROCHA, M. M. R. M.; FREITAS, C. M. C. **Panorama da aquicultura brasileira: situação da região Nordeste**. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE AQUICULTURA, I. São Paulo, 1997. *Anais...* p. 14-55, 1997.

ROMANO, N., DAUDA, A. B., IKHSAN, N., KARIM, M., & KAMARUDIN, M. S. (2018). **Fermenting rice bran as a carbon source for biofloc technology improved the water quality, growth, feeding efficiencies, and biochemical composition of African catfish *Clarias gariepinus* juveniles**. *Aquaculture Research*, 49, 3691–3701.

ROMANO, Nicholas. **Aquamimicry: um conceito revolucionário para o cultivo de camarão**. *Revista da ABCC*, v.19, n.1, p.26 -28, 2017.

SAMOCHA, T. M., PRANGNELL, D. I., HANSON, T. R., TREECE, G. D., MORRIS, T. C., CASTRO, L. F., & STARESINIC, N. (2017). **Design and operation of super intensive, biofloc-dominated systems for indoor production of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei***—The Texas A&M AgriLife Research Experience. The World Aquaculture Society.

SAMOCHA, TM, AL LAWRENCE, CA COLLINS, FL CASTILLE, WA BRAY, CJ DAVIES, PG LEE & GF WOOD. 2004. **Production of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in high-density greenhouse-enclosed raceways using low salinity groundwater**. *Aquaculture*, 15: 1-19.

SCORVO FILHO, JOÃO DONATO. **O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências**. Texto apresentado no ZOOTEC, 2004.

Silva, L.O.B.; Silva, A.E.M.; Silva, D.A.; Santos, E.P.; Lima, P.C.M.; Andrade, R.J.V.; Silva, S.B.C.; Galvez, A.O. **Utilização do sistema simbiótico em berçário de camarões marinhos**. *Aquac. Bras.* 2020, 18, 10–15.

SILVA, ADRIANA FERREIRA et al. **Efeito das altas densidades de estocagem no crescimento e sobrevivência de *Litopenaeus vannamei* na fase final de engorda, cultivados em sistemas de Bioflocos (bft)**. *Ciência Animal Brasileira*, v. 14, n. 33, p. 279-287, 2013.

SIMOES, N.; JONES, D.; SOTO-RODRIGUEZ, S.; ROQUE, A. & GOMEZ-GIL, B. **Las bacterias en el inicio de la Alimentación Exógena en Larvas de Camarones Peneidos: Efectos de la Calidad del Agua, Tasas de Ingestión y Ru del Sexto Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 3-6 Septiembre**, p.243- 276, 2002.

SUGIHARTO, S.; RANJITKAR, S. **Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: a review**. *Animal Nutrition*, v. 5, n. 1, p. 1–10, 2019.

SUN, H.; TANG, J.W.; YAO, X.H.; WU, Y.F.; WANG, X.; LIU, Y. **Effects of replacement of fish meal with fermented cottonseed meal on growth performance, body composition and haemolymph indexes of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931.** *Aquaculture Research*, v. 47, p. 2623–2632, 2016.

TACON, A. G. J. 2019. Trends in Global Aquaculture and Aquafeed Production: 2000–2017. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**. 28, 43–56. v. 38, p. 2–15, 2008.

VENKAT, H.K., N.P. SHAU & K.J. JAIN. 2004. Effect on feeding Lactobacillus-based probiotics on the gut microflora, growth and survival of postlarvae of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). **Aquac. Res.** 35: 501–507.

VERSCHUERE, L.; ROMBAUT, G.; SORGELOOS, P.; VERSTRAETE, W. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v.64, p.655–671, 2000.

VIEIRA, R. H. S. F.; LIMA, A. S.; MENEZES, F. G. R.; COSTA, R. A.; SOUSA, O. V.; BARRETO, N. S. E. Vibrioses em camarão cultivado. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, v. 42, n.1, p. 112–120, Jan–jun 2009.

WASIELESKY, Wilson et al. **Nursery of *Litopenaeus vannamei* Reared in a Biofloc System: The Effect of Stocking Densities and Compensatory Growth.** *Journal Of Shellfish Research, Rio Grande*, v. 32, n. 3, p.799–806, dez. 2013. National Shellfisheries Association.

ZIAEI-NEJAD S, M H REZAEI, GA TAKAMI, DL LOVETT, AR MIRVAGGHEFI, M SHAKOUORI. 2006. **The effect of *Bacillus* spp. Bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*.** *Aquaculture*, 252, 516–524.