



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

WISLEY WILKE DA SILVA

**Uso de *Lithothamnium* sp. e bicarbonato de sódio no processo de calagem no cultivo de
camarão *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) em sistema simbiótico**

SERRA TALHADA, PE
ABRIL, 2023



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

WISLEY WILKE DA SILVA

Uso de *Lithothamnium* sp. e bicarbonato de sódio no processo de calagem no cultivo de camarão *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) em sistema simbiótico

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) como requisito para obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Prof. Dr. Ugo Lima Silva
Orientador

SERRA TALHADA, PE
ABRIL, 2023

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

- S586u Silva, Wisley Wilke
 Uso de Lithothamnium sp. e bicarbonato de sódio no processo de calagem no cultivo de camarão *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) em sistema simbiótico / Wisley Wilke Silva. - 2023.
 40 f. : il.
- Orientador: Ugo Lima Silva.
 Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia de Pesca, Serra Talhada, 2023.
1. Carcinicultura. 2. Berçário. 3. Calagem. I. Silva, Ugo Lima, orient. II. Título

CDD 639

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

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

Título: Uso de *Lithothamnium* sp. e bicarbonato de sódio no processo de calagem no cultivo de camarão *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) em sistema simbiótico.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

A banca examinadora composta pelos membros abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o discente Wisley Wilke da Silva, do curso de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como APROVADO.

Serra Talhada, 25 de Abril de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ugo Lima Silva

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

Ma. Adriana Freitas Pereira

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

Prof. Dr. Nivaldo Ferreira do Nascimento

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu pai – Joselino Lima da Silva (in memoriam) – embora o sr. não esteja diante de nós para compartilhar nesse momento tão especial em minha vida, sua essência se faz presente no meu coração. À minha mãe, Maria Valdenice da Silva, pelo amor e apoio em todos os momentos da minha vida. À minha esposa, Vitória Ellen Gomes Lima, que foi minha companheira, amiga e mentora, estando ao meu lado desde o início dessa jornada me dando apoio incondicional em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por me permitir chegar até aqui, me concedendo saúde e força para alcançar mais essa etapa importante em minha vida, sendo minha fonte de inspiração para superar os momentos difíceis na busca dos meus sonhos.

A todos os docentes, discentes e técnicos da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco que contribuíram de alguma forma durante toda a minha formação, por todo conhecimento, paciência, vivências e amizades ao longo desses cinco anos.

Ao Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos (LEOA) e todos os seus integrantes que foram essenciais na construção do conhecimento.

À Pró-Reitoria de Gestão Estudantil e Inclusão - PROGEST, peça chave dessa conquista, por toda assistência prestada a mim durante todos esses anos e pelo trabalho maravilhoso que contribuiu para a realização desse sonho.

Ao Programa de Educação Tutorial do curso de Engenharia de Pesca – PET PESCA, aos companheiros de grupo que conheci ao longo destes anos, pela contribuição para minha evolução pessoal e profissional. À melhor tutora, professora Renata Shinozaki, por ser essa pessoa maravilhosa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ugo Lima Silva, pela paciência, por ter acreditado, confiado e me orientado sem medir esforços, me proporcionando muito aprendizado como aluno, pessoa e profissional. É um exemplo de pessoa, profissional e fonte de inspiração.

Ao Professor Dario Rocha Falcon, pela oportunidade, confiança, suporte e todo o conhecimento passado no meu início no Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos (LEOA). É uma pessoa extraordinária e grande profissional, o qual tenho grande carinho e admiração.

À empresa Camar Aquamaris, pela oportunidade de realizar o experimento e confiança em meu trabalho e a todos os seus funcionários, em especial ao gerente geral Odilon Neto, por todo apoio e conhecimento repassado, e aos amigos que fiz na empresa, pelo acolhimento e ensinamentos que me permitiram vivenciar na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula.

Ao Engenheiro de Pesca Marcelo Gurgel Borba por todo o suporte, orientação e conhecimentos repassados durante todo o período do experimento.

À empresa Oceana Minerals, pelo fornecimento dos produtos utilizados no experimento.

À minha família, que foi meu alicerce durante toda essa jornada, especialmente a meus pais, Joselino Lima da Silva (*in memoriam*) e Maria Valdenice da Silva, pela criação e ensinamentos ao longo da vida para a construção do meu caráter e valores. À minha esposa, Vitória Ellen Gomes Lima, que esteve ao meu lado em todos os momentos me dando apoio incondicional. Às minhas irmãs Daiana Crislaine da Silva e Alexia Viviane da Silva e demais familiares que contribuíram para a realização desse sonho.

Aos meus amigos de graduação William Amâncio, Francisco Gustavo, Amanda Menezes, Milena Maisa, Candice Milena, Mathews Bremer, Marcos Naton, Ana Clara, Rodrigo Lacerda, João Carlos, Flávia Kleityane e os demais colegas que foram fundamentais nessa jornada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camarão da espécie <i>Penaeus vannamei</i> (Boone, 1931).....	16
Figura 2 - Vista aérea com destaque em amarelo para a caracterização da Fazenda Camar Aquamaris na cidade de João Pessoa, PB.....	21
Figura 3 - (A) Tanques circulares de fundo cônico construídos em alvenaria com capacidade total para 1,3 m ³ . (B) estrutura para aeração construída com tubos de PVC (Policloreto de Vinila) e mangueiras microporosas (Aerotube). (C) Soprador radial de 6,5 CV (Cavalos de Potência).....	22
Figura 4 - Transfish utilizado para o transporte das pós-larvas de camarão até a fazenda.....	24
Figura 5 - (A) Ração comercial de 55% de proteína bruta (STARTER 1) e granulometria (<600 micras) fornecida para as pós-larvas de camarão durante o experimento. (B) Textura da ração.....	25
Figura 6 - (A) Oxímetro digital AT-155 da ALFAKIT utilizado para aferir oxigênio dissolvido (mg/ L) e a temperatura (°C). (B) medidor de pH pHep®+ Hanna usado para aferir o potencial hidrogeniônico.....	26
Figura 7 - (A) Refratômetro usado para verificar a salinidade. (B) kits colorimétricos usados para verificar amônia, nitrito, nitrato, fosfato e alcalinidade.....	26
Figura 8 - Concentrações médias das variáveis: (A) Temperatura (°C), (B) OD - Oxigênio Dissolvido (mg/ L), (C) Amônia Total (mg/ L), (D) Fosfato (mg/ L), (E) pH e (F) Alcalinidade (mg CaCO ₃ / L), na água de cultivo das pós-larvas <i>P. vannamei</i> nas diferentes condições experimentais [T1 (LT) – LithoNutri, T2 (BS) Bicarbonato de sódio (NaHCO ₃) e T3 (CT) – Controle] durante 15 dias.....	31
Figura 9 - Valores médios do (A) Peso final (g), (B) Ganho de peso (g), (C) Fator de Conversão Alimentar – FCA e (D) Crescimento diário (g/ dia) das pós-larvas de <i>Penaeus vannamei</i> nas diferentes condições experimentais [T1 (LT) – LithoNutri, T2 (BS) – Bicarbonato de sódio (NaHCO ₃) e T3 (CT) – Controle] durante 15 dias.....	333

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Protocolo de fertilização utilizado durante o experimento.....	23
Tabela 2 - Valores mínimos, máximos, médios $\pm$ desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água do cultivo nos diferentes tratamentos experimentais: T1 (LT) – LithoNutri, T2 (BS) – Bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e T3 (CT) – Controle.....	30
Tabela 3 - Valores médios $\pm$ desvio padrão dos parâmetros de desenvolvimento zootécnicos do <i>P. vannamei</i> , durante 15 dias de cultivo, nos diferentes tratamentos experimentais: T1 (LT) – LithoNutri, T2 (BS) – Bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e T3 (CT) - Controle.....	32

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o cultivo do camarão *Penaeus vannamei*, durante a fase de berçário, cultivado em sistema simbiótico utilizando o biomineral extraído de algas calcárias do gênero *Lithothamnium* sp. e o bicarbonato de sódio como produtos alcalinizantes. O experimento foi realizado na fazenda Camar Aquamaris – João Pessoa/ PB, durante o período de 25 de agosto a 08 de setembro de 2022 (15 dias). Foram utilizados 9 tanques circulares de alvenaria com capacidade total para 1,3 m³ e abastecidos com um volume útil de 1 m³, sendo realizado apenas reposição da perda por evaporação e processos de limpeza. Todos os tanques foram povoados com uma densidade de estocagem de 15 pós-larvas/ L. Foram avaliados três tratamentos com três repetições cada: T1 – *Lithothamnium* sp. (LithoNutri), T2 – Bicarbonato de sódio (NaHCO₃) e T3 – Tratamento controle (sem aplicação de produtos). Nos tratamentos T1 e T2 foram aplicados 6 ppm de cada produto e observado a sua influência na qualidade da água do cultivo. Durante todo o experimento as pós-larvas foram alimentadas 12 vezes por dia com uma ração comercial de 55% de proteína bruta. As variáveis físico-químicas da água, temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L) e o pH foram verificadas duas vezes ao dia. As variáveis salinidade, alcalinidade, amônia, nitrito, nitrato e fosfato foram mensurados em dias alternados. Os resultados dos parâmetros físico-químicos da água não apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos e todos se mantiveram dentro do recomendado, com exceção da amônia, que apresentou níveis acima do recomendado para a espécie em todos os tratamentos, afetando a sobrevivência durante o estudo. Os resultados dos parâmetros de desempenho zootécnicos não apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Contudo, a pesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, o uso do *Lithothamnium* sp. (T1) e do bicarbonato de sódio (T2) propiciaram um incremento aproximado de 10 e 20 mg de CaCO₃/ L, respectivamente, para a aplicação usada de 6 ppm e se mostraram ter grande potencial na suplementação da água como produtos alcalinizantes, porém, o custo destes compostos podem tornar seu uso em larga escala pouco atrativo para os produtores, visto que o valor do extrato de algas calcárias do gênero *Lithothamnium* sp custa R\$ 2,60 e o bicarbonato de sódio R\$ 6,40 por quilo.

Palavras-chave: carcinicultura, berçário, calagem.

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the cultivation of shrimp *Penaeus vannamei*, during the nursery phase, cultivated in a symbiotic system using the biomineral extracted from calcareous algae of the genus *Lithothamnium* sp. and sodium bicarbonate as alkalizing products. The experiment was carried out at Camar Aquamaris farm - João Pessoa/ PB, during the period from August 25 to September 8, 2022 (15 days). Nine circular masonry tanks were used, with a total capacity of 1.3 m³ and filled with a useful volume of 1 m³, only replacing the loss due to evaporation and cleaning processes. All tanks were populated with a stocking density of 15 post-larvae/L. Three treatments were evaluated with three replications each: T1 – *Lithothamnium* sp (LithoNutri), T2 – Sodium bicarbonate (NaHCO₃) and T3 – Control treatment (no application of products). In treatments T1 and T2, 6 ppm of each product were applied and its influence on the quality of water in the crop was observed. During the entire experiment, the post-larvae were fed 12 times a day with a commercial diet containing 55% crude protein. The physical-chemical variables of the water, temperature (°C), dissolved oxygen (mg/L) and pH were checked twice a day. The variables salinity, alkalinity, ammonia, nitrite, nitrate and phosphate were measured on alternate days. The results of the physical-chemical parameters of the water did not show a significant difference ($P < 0.05$) between the treatments and all remained within the recommended range, with the exception of ammonia, which showed levels above the recommended for the species in all treatments, affecting survival during the study. The results of zootechnical performance parameters showed no significant difference ($P < 0.05$) between treatments. However, despite there being no significant difference between treatments, the use of *Lithothamnium* sp. (T1) and sodium bicarbonate (T2) provided an approximate increment of 10 and 20 mg of CaCO₃/L, respectively, for the used application of 6 ppm and proved to have great potential in water supplementation as alkalizing products, however, the cost of these compounds can make their use on a large scale unattractive for producers, since the extract of calcareous algae of the genus *Lithothamnium* sp costs R\$ 2.60 and sodium bicarbonate R\$ 6.40 per kilo.

Keywords: shrimp farming, nursery, liming.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. Cenário atual da aquicultura mundial.....	13
2.2. Carcinicultura brasileira.....	14
2.3. Espécie <i>Penaeus vannamei</i> (Boone, 1931).....	15
2.4. Berçário de <i>Penaeus vannamei</i> (Boone, 1931).....	16
2.5. Sistema simbiótico.....	17
2.6. Calagem na aquicultura.....	19
3. OBJETIVOS.....	20
3.1. Objetivo geral.....	20
3.2. Objetivos específicos.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1. Local de execução e instalações experimentais.....	21
4.2. Delineamento e procedimentos experimentais.....	22
4.3. Material biológico e manejo alimentar.....	23
4.4. Monitoramento da qualidade de água.....	25
4.5. Avaliação zootécnica dos camarões.....	26
4.6. Análise estatística.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1. Parâmetros físicos e químicos da água.....	27
5.2. Parâmetros de desempenho zootécnicos.....	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura refere-se à atividade de cultivar organismos aquáticos em ambientes confinados e artificialmente controlados sendo uma das atividades de produção de alimentos que mais vem crescendo nas últimas décadas e se destaca por ser extremamente lucrativa e sua produção possui grande importância na promoção do desenvolvimento social e bem-estar humano (FONSECA, 2021).

Segundo a FAO (2022), a produção mundial de animais aquáticos no ano de 2020, tanto cultivo e captura de pesca, foi estimada em 178 milhões de toneladas, tendo uma pequena redução em relação aos 179 milhões de toneladas alcançados em 2018. Nesse contexto, a aquicultura contribuiu com uma produção de 88 milhões de toneladas, cerca de 49% da produção total. Assim, a produção mundial de pescado, contabilizando apenas a produção de animais, foi estimada em torno US\$ 406 bilhões, deste montante, US\$ 265 bilhões foram somente da aquicultura (FAO, 2022).

Dentre os grupos dos animais mais produzidos na aquicultura, destaca-se a produção de crustáceos que em 2020 ficou em terceiro lugar no ranking da produção mundial, atrás apenas do cultivo de peixes e moluscos respectivamente, atingindo 11,2 milhões de toneladas, avaliada em USD 81,5 bilhões (FAO, 2022). Os camarões marinhos são o principal destaque na produção da carcinicultura e são uma importante fonte de divisas para vários países em desenvolvimento na Ásia e na América Latina (FAO, 2022). Dentro do grupo dos crustáceos mais cultivados no mundo, o maior destaque se dá ao camarão branco do Pacífico, *Penaeus vannamei* (BOONE, 1931) (FAO, 2022). Sua produção mundial registrou aproximadamente 5,8 milhões de toneladas em 2020, equivalente a 51,7% de toda produção de crustáceos (FAO, 2022).

Contudo, apesar de apresentar elevada produção, o cultivo do *L. vannamei* (BOONE, 1931) sofre drasticamente ao longo dos anos com alguns fatores negativos como, principalmente, os surtos com doenças geradas por microrganismos patógenos que tem impactado diretamente na expansão da atividade. Dentre os principais fatores estão as IMNV (Mionecrose Infecciosa Viral) e a WSSV (Vírus da síndrome da mancha branca) que talvez tenham sido os principais desafios enfrentados (SILVA, 2018). Desse modo, com intuito de diminuir a incidência de doenças (provocadas principalmente por altas densidades e fatores de qualidade de água), reduzir a emissão de efluentes, e proporcionar o aumento nas densidades

para otimização econômica dos cultivos houve-se a necessidade de estudos e implantações de sistemas de cultivos mais eficientes, sustentáveis e biosseguros. No contexto histórico da carcinicultura as ações imediatistas no combate a problemática dos surtos de doenças sempre foi por meio do uso de antibióticos, porém, sobretudo em função do uso inadequado, essa prática pode desencadear o surgimento de patógenos bacterianos resistentes, além do risco a segurança alimentar e saúde da população (ARMELIM, 2019). Por esse motivo, uma das alternativas encontradas para reduzir os impactos causados por microrganismos patógenos é a adoção do uso de probióticos e prebióticos e sistemas de cultivos biosseguros como, por exemplo, o sistema de bioflocos (COUTINHO, 2022).

Os probióticos são microrganismos vivos que atuam no intestino dos animais cultivados melhorando a sua flora intestinal e promovendo efeitos benéficos no hospedeiro, por meio da redução e/ou eliminação de microrganismos maléficos ao intestino, otimizando a absorção dos alimentos e melhoria na qualidade da água do cultivo (FONSECA, 2021). Já a atuação dos prebióticos está diretamente relacionada aos probióticos, como se fossem ingredientes fermentados pela ação bacteriana do trato digestório produzindo algumas substâncias que servem como “alimento para as bactérias probióticas”, e assim, estimulando o crescimento e/ou atividade dessas bactérias inibindo o surgimento de bactérias indesejáveis (FONSECA, 2021). A associação dos prebióticos e probióticos, ou seja, utilizados de forma combinada, forma-se outro produto denominado de simbiótico. O uso de simbiótico contribui para o aumento das bactérias probióticas no intestino do hospedeiro exercendo efeitos de princípio competitivo e estabelecendo um controle sobre as bactérias patogênicas, e por consequência, melhorando o seu sistema imune e aproveitamento dos nutrientes (BRAS, 2022).

No sistema de produção em tecnologia em bioflocos os animais são estocados em tanques com pouca ou nenhuma renovação de água e não há presença de filtros para tratamento (KUBITZA, 2011). Desse modo, dentro dos tanques de cultivo, é realizado um estímulo à proliferação microbiana, por meio da manipulação C:N, que irá metabolizar a matéria orgânica presente. Estes microrganismos, usando como fonte nutricional os excrementos dos animais, o excedente de ração administrada e não consumida e um conjunto de outros organismos (fitoplâncton, zooplâncton e outros), são capazes de assimilar o nitrogênio em excesso do ambiente e, juntamente com a suplementação de fontes de carbono (açúcar, melaço, farelos de trigo ou arroz, entre outros) produzem compostos proteicos (AVNIMELECH, 2007). Essas

proteínas, em conjunto com os microrganismos, formam pequenos flocos que podem ser consumidos pelos animais cultivados.

Os flocos podem alcançar níveis de proteína bruta de até 50% PB (AZIM e LITTLE, 2008) o que faz deste composto um alimento interessante, com a possibilidade da redução das taxas de proteína na ração e, conseqüentemente, dos custos com alimentação e ainda permite atingir elevadas densidades de estocagem (AVNIMELECH, 1999). Além disso, essa tecnologia também reduz consideravelmente a quantidade de água utilizada e, conseqüentemente, o volume de efluentes gerado (KUMMENAUER et al., 2011). Essa diminuição no volume de efluentes se dá em decorrência das técnicas de manejo envolvidas, visto que, em muitos cultivos é possível reutilizar a água proveniente de ciclos anteriores, aproveitando o equilíbrio já estabelecido entre os microrganismos (GAONA et al., 2009). Ademais, há o fato de que os cultivos com bioflocos demonstraram possuir maior biossegurança, tendo em vista que a população microbiana desenvolvida é capaz de competir com alguns microrganismos patógenos que possam ser introduzidos (CRAB et al., 2010).

No entanto, para que haja sucesso no uso do sistema de bioflocos, existe a extrema necessidade de acompanhar rigorosamente e manter os níveis adequados das variáveis físico-químicas da água como oxigênio, temperatura, pH e alcalinidade para que os processos microbianos ocorram de forma eficiente. Assim, por se tratar de um sistema super-intensivo, e havendo pouca ou nenhuma renovação de água, a tendência natural é que ocorra um declínio nas concentrações carbonáticas na água e o equilíbrio ácido-base do ambiente, relacionado diretamente ao pH e a alcalinidade, tem grande influência ao longo dos cultivos (FURTADO, 2011). Essa redução ocorre devido ao consumo do carbono inorgânico pelas bactérias heterotróficas durante a transformação da amônia em bioflocos e durante o processo de produção da biomassa bacteriana pelas bactérias nitrificantes. Todos esses processos consomem os carbonatos da água resultando na diminuição da alcalinidade. Segundo EBELING et al. (2006), para cada grama de nitrogênio amoniacal total (TAN) oxidado em nitrato ($N-NO_3^-$) pelas bactérias nitrificantes, que estão presentes nos bioflocos, aproximadamente 4,18 g de oxigênio e 7,05 g de alcalinidade são consumidos e 0,20 g de biomassa bacteriana nitrificante são produzidos. Já em relação bactérias heterotróficas, a cada grama de nitrogênio amoniacal convertido em biomassa microbiana são consumidos 4,71 g de oxigênio dissolvido, 3,57 g de alcalinidade, 15,17 g de carboidratos e são produzidos 8,07 g de biomassa microbiana e 9,65 g de dióxido de carbono (EBELING et al., 2006). Além da função nos processos microbianos os

carbonatos tem outra função extremamente importante, que é o tamponamento do pH na água, que tem como principal finalidade evitar variações bruscas ao longo do dia, já que o pH exerce efeito direto no desempenho e saúde dos animais, além de potencializar o aumento da toxidez dos compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e o gás sulfídrico (KUBITZA, 2017).

Desse modo, para realizar a manutenção dos carbonatos consumidos durante as funcionalidades nos sistemas aquícolas e manter os níveis de alcalinidade dentro dos limites ideais, as principais técnicas se dão por meio de aplicações de produtos ricos em carbonatos, os mais comuns são a cal hidratada, bicarbonato de sódio e alguns carbonatos e calcários. No entanto, algumas externalidades negativas podem estar atrelados ao uso desses compostos. A cal hidratada por exemplo, em termos econômicos, é um dos produtos mais utilizados para essa finalidade, porém, por ser um produto cáustico, sua aplicação sem a devida proteção pode causar riscos por quem o aplica como irritação na pele, danos aos olhos, além de problemas respiratórios pela inalação que pode resultar em inflamação das vias respiratórias, ulceração e perfuração dos septos nasais e possível pneumonia (FREITAS, 2017). No caso dos calcários, a extração desses minérios é responsável por significativos conflitos de uso do solo, geração de áreas degradadas, depreciação de propriedades, impacto negativo ao patrimônio espeleológico, uso de explosivos e grande geração de poeira, o que pode ser perigoso para a sociedade do entorno da mineração (REZENDE, 2016).

Nessa perspectiva, faz-se necessário estudos com o objetivo de encontrar novos produtos que favoreçam as condições necessárias para a manutenção da alcalinidade sem ocasionar bruscas variações de pH, visando maior conforto osmótico para os animais cultivados (SILVA et al., 2021), levando sempre em consideração os princípios ambientais, sociais e econômicos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cenário atual da aquicultura mundial

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Tratava-se de um novo tipo de coronavírus ainda não identificado em seres humanos. Em 7 de janeiro de 2020, as autoridades chinesas confirmaram que se tratava de um novo tipo de coronavírus. Em 11 de março de 2020, a COVID-19 foi caracterizada pela OMS como uma

pandemia por apresentar a ocorrência de surtos de COVID-19 em vários países e regiões do planeta (OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde). Desde então, o mundo foi abalado por uma doença que matou milhões de pessoas e deixou dezenas de milhões doentes. Em poucas semanas, a economia mundial sofreu uma forte contração como resultado das medidas implementadas de urgência para evitar a propagação do vírus. Isso teve consequências importantes para setores altamente dependentes do comércio, incluindo a pesca e a aquicultura (FAO, 2022).

Com a disseminação mundial da pandemia da COVID-19 houve-se um forte impacto no setor, mesmo assim, a produção aquícola global manteve sua tendência de crescimento em 2020 que foi de cerca de 2,7% em comparação ao ano anterior, pior taxa de crescimento em mais 40 anos (FAO, 2022). Nessa perspectiva, a produção aquícola total compreendeu a 87,5 milhões de toneladas de animais aquáticos, 35,1 milhões de toneladas de algas, 700 toneladas de conchas e pérolas, atingindo um total de 122,6 milhões de toneladas em peso vivo em 2020 (FAO, 2022). O valor total estimado foi de US\$ 281,5 bilhões em 2020, um aumento de US\$ 18,5 bilhões em relação a 2018 e US\$ 6,7 bilhões em relação a 2019 (FAO, 2022). Assim, a piscicultura permaneceu estável com flutuação mínima em torno de 66% e representando a maior parcela da aquicultura mundial por décadas.

Em 2020, os peixes cultivados atingiram 57,5 milhões de toneladas (USD 146,1 bilhões), incluindo 49,1 milhões de toneladas (USD 109,8 bilhões) da aquicultura continental e 8,3 milhões de toneladas (USD 36,2 bilhões) da maricultura e da aquicultura costeira na costa. A produção de outras espécies de animais aquáticos atingiu 17,7 milhões de toneladas para os moluscos (USD 29,8 bilhões), principalmente bivalves e 11,2 milhões de toneladas por parte dos crustáceos (USD 81,5 bilhões) (FAO, 2022).

Contudo, espera-se que a produção total da pesca e da aquicultura (com exceção das algas) se expanda ainda mais e atinja 202 milhões de toneladas em 2030. Isso representa um aumento de 14% em relação a 2020 e um adicional de 24 milhões de toneladas em termos absolutos (FAO, 2022).

2.2. Carcinicultura brasileira

Segundo a publicação mais recente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022), apresentando os dados da produção nacional levantados em 2021, estima-se que

a produção de camarão cultivado chegou a 78,6 milhões de quilos (18,1% maior em relação a 2020). De acordo com as últimas publicações do instituto, o setor mostrou boa recuperação desde a última queda na produção, em 2017, quando ocorreu a crise da incidência do vírus da mancha branca. O valor de produção cresceu 15,0%, alcançando R\$ 1,6 bilhão (IBGE, 2022). O Nordeste, representado principalmente pelos estados do Ceará (1º lugar), Rio Grande do Norte (2º lugar), Paraíba (3º lugar), Sergipe, Bahia, Piauí e Pernambuco, concentra 99,7% do total produzido no país, que teve um aumento de 18,1% em 2021, assim como 99,6% do valor de produção (IBGE, 2022).

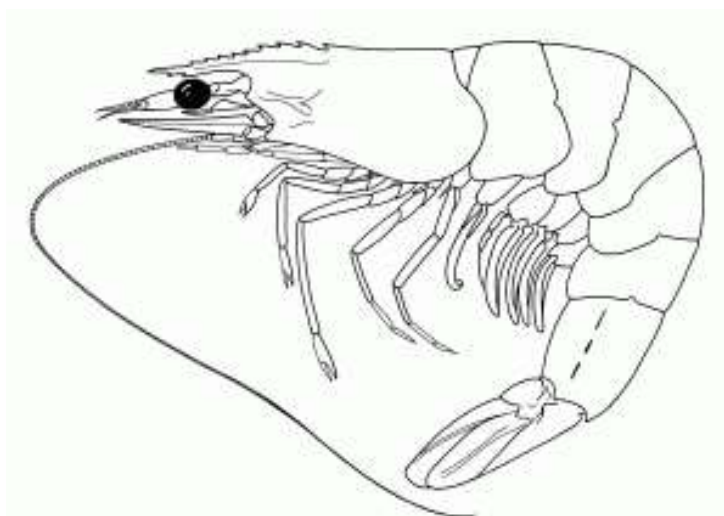
O Ceará, foi o estado brasileiro que se destacou como o principal produtor, com um aumento de 38,3% na sua produção e se distanciou do Rio Grande do Norte, segunda maior produção, 21,2 milhões de quilos ou 26,9%, e alcançou 33,7 milhões de toneladas ou 42,9% do total nacional (IBGE, 2022). Segundo o Censo da Carcinicultura dos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, publicado pela Associação Brasileira dos Criadores de Camarão – ABCC, em 2022, informa que nos últimos 10 anos, a carcinicultura cearense cresceu 271% sem políticas públicas de incentivo e apoio a sua produção, sendo financiada por empresas (98,3%) utilizando recursos próprios de suas unidades produtivas e os respectivos custeios operacionais. Ainda de acordo com censo, isso se dá ao fato de que o número de produtores em 2011, que era de 325 produtores, passou para 1.786 em 2021, um crescimento de 450 % em 10 anos. Na maioria composto por micros e pequenos produtores que juntos somam 88,2% do total de produtores do Estado.

2.3. Espécie *Penaeus vannamei* (Boone, 1931)

No Brasil, a atividade do cultivo do camarão marinho *Penaeus vannamei* foi iniciado na década de 90, na Região do Nordeste, e ao longo dos anos disseminou-se por todas as regiões do país, criando um modelo de produção social e altamente viável economicamente (FONSECA et al., 2021). A espécie do camarão branco do Pacífico, *Penaeus vannamei* (Figura 1), é nativa da Costa do Pacífico e sua distribuição ocorre desde o norte do México, passando pela América Central, até chegar a América do Sul, ao norte do Peru e habitam áreas onde as temperaturas da água são normalmente maiores que 20 °C durante todo o ano. Os adultos vivem e desovam em mar aberto, enquanto as pós-larvas migram para a costa para passar seus estágios juvenis, adolescentes e subadultos em estuários costeiros, lagoas ou áreas de manguezais (FAO,

2022). O corpo desses camarões é comprimido (achatado) lateralmente e dividido em cefalotórax (cabeça e tórax fundidos) e abdômen e é coberto por um exoesqueleto calcificado, constituído de quitina e proteínas, segmentado e articulado por meio de membranas articulares. Cada uma dessas regiões é composta por somitos, onde estão inseridos os seus apêndices (OSTRENSKY et al., 2017).

Figura 1 - Camarão da espécie *Penaeus vannamei* (Boone, 1931).



Fonte: FAO (2022).

A primeira desova desta espécie foi realizada na Flórida em 1973 a partir de náuplios desovados de uma fêmea capturada no Panamá. Após bons resultados e a descoberta de ablação do pedúnculo ocular e nutrição adequada para promover a maturação, iniciou-se a cultura comercial de *L. vannamei* nas Américas do Sul e Central (FAO, 2022). Por ser uma espécie com alta capacidade osmorreguladora, considerada eurihalina, tolera altas variações de salinidade e temperatura, o que a torna altamente adaptável às diferentes condições climáticas do Brasil, tendo um alto potencial para implantação de seu cultivo em diversas regiões do país (COUTINHO, 2022).

2.4. Berçário de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931)

O cultivo do camarão pode ser realizado em diferentes fases de cultivo, as quais são denominadas de monofásica, bifásica e trifásica. No início da carcinicultura brasileira, o método

de produção mais adotado se baseava no método de cultivo monofásico, no qual as pós-larvas de camarão são estocadas diretamente nos viveiros de engorda, até o período da despesca e posterior comercialização (COUTINHO, 2022). Porém, em sistemas monofásicos, as pós-larvas são introduzidas ainda muito jovens nos viveiros, se tornando presas fáceis para predadores e altamente susceptíveis as variações de qualidade da água e a organismos patógenos do meio, o que resulta baixas sobrevivências nas fases finais dos cultivos. Desse modo, a adoção dos sistemas de pré-engorda surgiu como uma solução a essas negativas e historicamente trouxeram muitos benefícios para carcinicultura brasileira e mundial. Assim, servindo como armazenamento de pós-larvas selvagens (década 80) em um primeiro momento, depois sendo usado para facilitar a logística das fazendas (década de 90-2000) e atualmente, com a modalidade de estufas, os berçários vem sendo uma alternativa de melhor convívio com as enfermidades (FONSECA, 2021).

Nos modelos de cultivos bifásicos, com uso dos berçários primários, os povoamentos ocorrem em duas etapas, sendo a última na fase da engorda. Enquanto no modelo trifásico, utilizando além dos berçários primários, os berçários secundários. O povoamento ocorre em três etapas. Nesse sentido, um dos benefícios que vale a pena destacar está relacionado com a perspectiva de crescimento compensatório, em que, após o camarão juvenil ser transferido para a fase de engorda, o mesmo atinge um peso comercial em curto espaço de tempo e, conseqüentemente, possibilita maior número de ciclos por ano (FONSECA, 2021).

A fase de berçário é considerada uma etapa intermediária entre a larvicultura e a engorda dos camarões, onde são empregadas práticas de manejo mais intensivas e com elevadas densidades de estocagem de pós-larvas/juvenis até que seja atingido um peso aproximado de 1g (MOSS e MOSS, 2004). Esta fase permite diminuir os custos de produção com mão-de-obra, desperdício de ração e aumenta o número de ciclos, além de possibilitar um maior controle de doenças e maior sobrevivência durante a fase final de engorda dos camarões até o tamanho comercial (FOÉS et al., 2011).

2.5. Sistema simbiótico

O sistema simbiótico é uma técnica desenvolvida com o objetivo de controlar os surtos com doenças geradas por microrganismos patógenos que tem impactado diretamente os cultivos aquícolas e melhorar a saúde dos animais. O método se baseia no fornecimento de probióticos

e prebióticos de forma combinada, com o intuito de promover o crescimento de microrganismos benéficos no ambiente de cultivo e no trato digestório dos animais cultivados, com a finalidade de melhorar a flora intestinal do hospedeiro, promovendo mais saúde e resultando em uma menor taxa de conversão alimentar e maior sobrevivência.

Segundo ROHANI et al. (2022), a aplicação combinada de probióticos e prebióticos proporciona vantagem competitiva sobre as populações endógenas, o que favorece sua sobrevivência e o seu estabelecimento no trato gastrointestinal do hospedeiro. Para BUTT et al. (2021), o mecanismo de ação dos simbióticos no cultivo de camarão promovem o fortalecimento de respostas imunes, crescimento de agentes antibacterianos, alteração na microflora intestinal, competição por nutrientes e sítios de ligação e atividades relacionadas a enzimas. Além disso, a fertilização simbiótica também reduz as colônias de sacarose negativa no hepatopâncreas dos animais, consideradas patogênicas ao cultivo (SILVA et al., 2021).

Essa mistura de probióticos e prebióticos passa por um processo fermentativo antes de ser aplicada no sistema de cultivo. Durante essa fermentação, os microrganismos produzem enzimas que modificam os produtos alimentares primários através da hidrólise de polissacarídeos, proteínas, fitatos e lipídios, respectivamente, e a quantidade e qualidade das proteínas, vitaminas solúveis, aminoácidos e ácidos graxos essenciais são geralmente aumentados (SILVA et al., 2021). Tudo isso contribui consideravelmente, nos parâmetros de crescimento, a exemplo da taxa de crescimento específico, ganho de comprimento e ganho de peso (SOUZA; FERREIRA; BARRETO; 2022). 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 os produtos gerados e o crescimento microbiano podem ser afetados pela composição do meio, a presença de oxigênio, pH e concentração do produto (SILVA et al., 2021).

As fertilizações simbióticas vêm sendo usadas em fazendas comerciais, hoje, em diferentes tipos de sistemas de cultivo e os protocolos de fertilização usados variam entre as fazendas. Os produtos comerciais trazem “pools” de microrganismos na sua composição, demandando processos específicos, além de serem enriquecidos com aminoácidos essenciais, vitaminas, carboidratos e aditivos naturais que atuam no trato intestinal dos camarões (SILVA et al., 2021). 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 (COUTINHO, 2022).

2.6. Calagem na aquicultura

O sucesso na aquicultura passa por uma série de fatores que influenciam direta e indiretamente as produções, dos quais, o principal está ligado aos fatores de qualidade de água, dentre estes, destaca-se o equilíbrio ácido-base da água, relacionado diretamente aos níveis de pH e alcalinidade (COLDEBELLA et al. 2020). Uma das práticas mais comumente empregadas para o controle e correção do pH e da alcalinidade na aquicultura é o processo conhecido como calagem, que consiste na adição de alguns produtos ricos em carbonatos, bicarbonatos e outros, tanto na água quanto no fundo dos viveiros.

O pH é definido como o logaritmo das concentrações dos íons H^+ e OH^- na água, que determinam se esta possui uma reação ácida (<7), neutra (7) ou básica (>7). Valores de pH abaixo ou acima das faixas ideais podem prejudicar o desenvolvimento das espécies. Segundo KUBITZA (2017) o pH exerce efeito direto no desempenho e saúde dos peixes e camarões, além de potencializar a toxidez dos compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e o gás sulfídrico, fatores que afetam diretamente o crescimento, reprodução e, em condições extremas, causar a morte dos animais. Os valores de pH podem variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento das concentrações do dióxido de carbono (CO_2) na água. De acordo com QUISPESIVANA et al. (2016), os problemas de acidez da água não são resultado direto dos efeitos do baixo pH, mas sim dos efeitos da baixa alcalinidade total e da presença de sedimentos ácidos no fundo dos ambientes aquícolas.

A alcalinidade é definida como a concentração de bases tituláveis que reagem para neutralizar os íons de hidrogênio (H^+), atuando diretamente como efeito tampão na água, que regula a variabilidade do pH ao longo do dia. Várias substâncias comumente reagem com H^+ , como: Hidróxidos (OH^-), carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-), amônia (NH_3), fosfato (PO_4^{3-}), borato ($H_2BO_4^-$), silicato ($H_3SiO_4^-$) e ácidos orgânicos ($RCOO^-$). Além disso, a alcalinidade também está direcionada a fatores importantes na formação do exoesqueleto dos camarões (BOYD et al., 2016; BOYD, 2020 apud SILVA et al, 2021).

Na aquicultura, principalmente em sistema que não há renovação de água, a tendência natural é que ocorra a diminuição do material carbonático, reduzindo a alcalinidade ao longo do cultivo. Desse modo, são comumente adicionados produtos ricos em bicarbonatos e carbonatos, no ambiente de cultivo, com o objetivo de neutralizar esses efeitos. Essa prática

evita grandes variações nos valores de pH ao longo do dia. Desta forma, mantém-se o equilíbrio nos valores de acidez da água (KEPPEL et al. 2016; QUEIROZ, BOEIRA 2006).

O *Lithothamnium* é um produto biomineral produzido a partir da extração de fósseis de algas calcárias do gênero *Lithothamnium*, pertencentes ao filo *Rodophyta*, que possui alta biodisponibilidade dos minerais Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}), que são indispensáveis no desenvolvimento dos camarões (SILVA et al., 2021). O nome *Lithothamnium* origina-se do grego *litho*, que significa pedra e *thamnion*, árvore pequena (LEE, 1999 apud OCEANA, 2021) e é um gênero de algas marinhas presente em grandes colônias em mar aberto, que se instala em profundidades de até 30 metros. Segundo a OCEANA (2021), a extração da matéria-prima é feita de forma ecologicamente correta e o processo é totalmente consciente e projetado para que a quantidade de sedimentos retirados seja compatível com a reposição natural, o que o torna ambientalmente sustentável. Além disso, o produto é composto por mais de 70 nutrientes equilibrados, com alta solubilidade e disponibilidade para os seres vivos e possuem alta reatividade e presença de componentes minerais e orgânicos, proporcionando uma condição favorável à vida microbiana e já são utilizadas há décadas em diversos países para nutrição animal e vegetal (OCEANA, 2021).

Vários estudos já foram realizados sobre sua utilização na agricultura como em correções da acidez de solos, no uso em fertilizantes e na alimentação animal em diferentes espécies, principalmente na saúde dos animais, em ciclos reprodutivos e na qualidade dos derivados de carne, leite e ovo (UCRÓS, 2012), porém, estudos da sua influência na aquicultura, mais especificamente na carcinicultura, ainda são escassos, sendo de grande relevância a realização de estudos que avaliem seus efeitos como produto alcalinizante na qualidade da água de cultivo e no desempenho zootécnico do *Penaeus vannamei* em sistema simbiótico.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar o uso de diferentes produtos alcalinizantes no cultivo do camarão *Penaeus vannamei*, durante a fase de berçário, em sistema simbiótico.

3.2. Objetivos específicos

Avaliar o uso do biomineral extraído de algas calcárias do gênero *Lithothamnium* sp. e o bicarbonato de sódio como produtos alcalinizantes no cultivo do camarão *P. vannamei*, na fase de berçário, em sistema simbiótico.

Caracterizar as variáveis físicas e químicas de qualidade de água no cultivo do camarão *P. vannamei*, na fase de berçário, em sistema simbiótico, utilizando o biomineral extraído de algas calcárias do gênero *Lithothamnium* sp. e o bicarbonato de sódio como produtos alcalinizantes.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local de execução e instalações experimentais

O experimento foi conduzido na fazenda de produção de camarão marinho, da espécie *P. vannamei*, Camar Aquamaris (Figura 2), que pertence ao grupo Camar Camarão Maricultura, durante o período de 25 de agosto a 08 de setembro de 2022, totalizando 15 dias experimentais. A fazenda está localizada na cidade de João Pessoa, no litoral paraibano (Latitude: 07° 04' 30,5"; Longitude: 34° 52' 19,6") e possui uma área aproximada de 183,96 hectares (ha), sendo que 176,89 ha são destinadas a atividade de carcinicultura.

Figura 2 - Vista aérea com destaque em amarelo para a caracterização da Fazenda Camar Aquamaris na cidade de João Pessoa, PB.

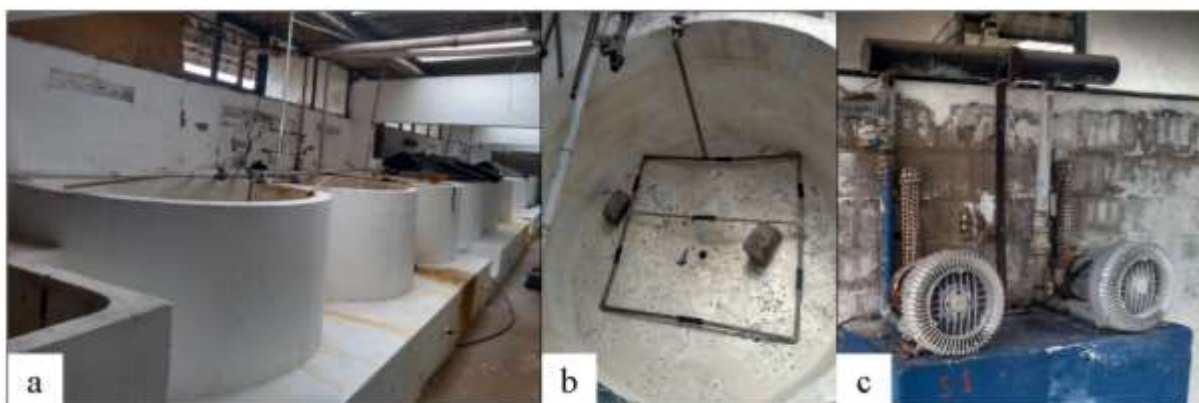


Fonte: Google Earth.

Foram utilizados 9 tanques circulares de fundo cônico construídos em alvenaria com capacidade total para 1,3 m³ e abastecidos com um volume útil de 1 m³ (Figura 3A), não havendo renovação de água constante, apenas reposição para o controle da perda por evaporação e processos de sifonagem da matéria orgânica acumulada.

A água utilizada foi captada do canal de abastecimento da fazenda, oriunda do estuário do rio Paraíba, e foi previamente tratada a 5ppm de cloro, 48 horas antes de iniciar o experimento, a fim de eliminar possíveis microrganismos patogênicos. Em todos os tanques foram instaladas uma estrutura para aeração construída com tubos de PVC (Policloreto de Vinila) e mangueiras microporosas (Aerotube) (Figura 3B) abastecidos por um soprador radial de 6,5 CV (Cavalos de Potência) (Figura 3C).

Figura 3 - (A) Tanques circulares de fundo cônico construídos em alvenaria com capacidade total para 1,3 m³. (B) estrutura para aeração construída com tubos de PVC (Policloreto de Vinila) e mangueiras microporosas (Aerotube). (C) Soprador radial de 6,5 CV (Cavalos de Potência).



Fonte: Autor (2022).

4.2. Delineamento e procedimentos experimentais

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) composto por três tratamentos e três repetições, com diferentes fontes de carbonatos de cálcio: T1 – Extração de algas marinhas do gênero *Lithothamnium* sp. (LithoNutri), T2 – Bicarbonato de sódio (NaHCO₃) e T3 – Tratamento controle (sem aplicação de fontes de carbonato de cálcio). Nos tratamentos com fontes de carbonato de cálcio foram aplicados 6 ppm de cada produto e observado a sua influência na qualidade da água do cultivo.

A fertilização simbiótica, foi realizada em todos os tanques por meio de aplicações diárias de um biorremediador, preparado a cada dois dias, a base de levedura *Saccharomyces*

cerevisiae, fonte de carbono (açúcar comercial refinado), aditivo probiótico premix (Terminate) misturados em 20 L de água doce e aeração constante por 24h antes da aplicação, seguindo o protocolo da Tabela 1.

Tabela 1 - Protocolo de fertilização utilizado durante o experimento.

Protocolo de fertilização preparado em 20 L de água		
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
Fonte de carbono	Açúcar comercial refinado	250 g
Fermento biológico	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	90 g
Discriminação – UFC/g – %valor / 1000 g		
Aditivo probiótico (Terminate)	<i>Bacillus pumilus</i> – 4,05 – 4,95x10 ⁸	5 g/ m ³
	<i>Bacillus subtilis</i> – 6,30 – 7,70x10 ⁸	
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> – 5,85 – 7,15x10 ⁸	
	<i>Bacillus licheniformis</i> – 1,80 – 2,20x10 ⁸	
Preparo	24h aeróbico	—
Aplicações	1 vez por dia	1 L

4.3. Material biológico e manejo alimentar

As pós-larvas (PL) de camarão foram adquiridas, no estágio de PL₁₁, junto ao laboratório Camar Tecmares, unidade pertencente ao grupo Camar Camarão Maricultura, localizado em Barra do Cunhaú, Canguaretama, Rio Grande do Norte. As pós-larvas foram transportadas por meio de transporte rodoviário, por um veículo (caminhão) adaptado para a finalidade, em caixas de transporte, denominadas Transfish (Figura 4).

Figura 4 - Transfish utilizado para o transporte das pós-larvas de camarão até a fazenda.



Fonte: Autor (2022).

O Transfish é uma caixa térmica fabricada em resina poliéster reforçada com fibra de vidro, com tampa superior, saída para mangote ou registro, com volume de capacidade de 1000 L de água e providas de aeração constante por meio de mangueiras porosas ligadas a cilindros de oxigênio com cerca de 99.9% de pureza.

Após a chegada das PL's na fazenda, foram analisadas as variáveis físico-químicas (oxigênio, temperatura, salinidade e pH) da água de transporte, para comparar com variáveis dos tanques experimentais e realizar o devido processo de aclimação, e, assim, minimizar o estresse dos animais.

Durante o povoamento, foi adotado o processo de contagem volumétrica para determinar a densidade de estocagem desejada em cada tanque. Os tanques foram povoados com uma densidade de estocagem de 15 PLs / L, totalizando 15.000 pós-larvas por unidade experimental, seguindo a mesma densidade da fazenda.

Durante todo o experimento as pós-larvas foram alimentadas com uma ração comercial de 55% de proteína bruta (STARTER 1) e granulometria (<600 micras) (Figura 5), sendo ofertado inicialmente uma taxa alimentar de 14% da biomassa estocada e sendo reajustada diariamente, seguindo o mesmo protocolo da fazenda. A ração foi pesada em uma balança digital e fornecida diariamente a cada 2h, durante 24h por dia, totalizando 12 tratos diários.

Figura 5 - (A) Ração comercial de 55% de proteína bruta (STARTER 1) e granulometria (<600 micras) fornecida para as pós-larvas de camarão durante o experimento. (B) Textura da ração.



Fonte: Autor (2022).

A dieta utilizada é formulada por produtos de proteína animal de origem marinha, subprodutos de grãos de processos, produtos de proteínas de plantas, óleo de peixe, lecitina de soja, acetato de vitamina A, suplemento de vitamina D3, acetato de di-alfa-tocoferol, suplemento de vitamina E, suplemento de vitamina B12, riboflavina 5 fosfato, niacina, D-pantotenato de cálcio, complexo de bissulfito de sódio-manadiona piridoxina, biotina, cloreto de colina, proteinato (de manganês, de zinco, de cobre, de ferro, de cobalto e de cálcio), iodato de cálcio, carbonato de cálcio, selenito de sódio e L-ascorbil-2-polifosfato (fonte de Vitamina C). O fabricante garante uma composição de: proteína bruta (55%), gordura bruta (15%), fibra bruta (2%), umidade (10%), cinza (12%) e fósforo (1,3%).

4.4. Monitoramento da qualidade de água

Durante o período experimental foram monitoradas, duas vezes ao dia, as variáveis físico-químicas da água: temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) utilizando um oxímetro digital AT-155 da ALFAKIT (Figura 6A) e o potencial hidrogeniônico com um medidor de pH pHep®+ Hanna (Figura 6B).

Figura 6 - (A) Oxímetro digital AT-155 da ALFAKIT utilizado para aferir oxigênio dissolvido (mg/ L) e a temperatura (°C). (B) medidor de pH pHep®+ Hanna usado para aferir o potencial hidrogeniônico.



Fonte: Autor (2022).

Outras variáveis como salinidade, alcalinidade, amônia, nitrito, nitrato e fosfato foram mensurados em dias alternados, com o uso de refratômetro (Figura 7A) e kits colorimétricos (Figura 7B), respectivamente.

Figura 7 - (A) Refratômetro usado para verificar a salinidade. (B) kits colorimétricos usados para verificar amônia, nitrito, nitrato, fosfato e alcalinidade.



Fonte: Autor (2022).

4.5. Avaliação zootécnica dos camarões

Após 15 dias de cultivo, os camarões foram capturados, pesados e contados para estimativa do número de camarões restantes em cada tanque ao final do experimento. Desse modo, foi avaliado o desempenho das pós-larvas de camarão *L. vannamei*, através das seguintes variáveis:

Peso final (g):

- $\text{Peso final} = \Sigma \text{ do peso final de todos camarões vivos} / \text{total de camarões};$

Ganho de peso (g):

- $\text{Ganho de peso} = \text{Peso médio Final (g)} - \text{Peso médio Inicial (g)};$

Fator de Conversão Alimentar – FCA:

- $\text{FCA} = \text{Ração consumida} / \text{ganho em peso};$

Crescimento diário (g / dia):

- $\text{Crescimento diário} = (\text{Ganho de Peso} / \text{nº dias de cultivo});$

Sobrevivência (%):

- $\text{Sobrevivência} = [(\text{nº inicial camarões} - \text{nº camarões mortos}) / \text{nº inicial de camarões}] \times 100.$

4.6. Análise estatística

Para a análise estatística dos dados experimentais foi realizada uma análise de variância de uma via (ANOVA), para verificar a existência de diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dados obtidos nos tratamentos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros físicos e químicos da água

A temperatura é um dos fatores mais importantes que influencia diretamente no crescimento dos camarões marinhos. Segundo NUNES (2002) o crescimento dos camarões se dá em melhores condições de temperatura, entre 25°C e 30°C. Temperaturas superiores a 35°C e inferiores a 25°C já podem afetar negativamente o desempenho destas espécies. No presente estudo, a temperatura média entre os tratamentos foi de 27,17, 26,86 e 26,79 °C para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, e não diferenciou significativamente ($P > 0,05$), ficando dentro da

faixa indicada de temperatura para o melhor crescimento e sobrevivência desta espécie (Tabela 2).

O oxigênio dissolvido médio ao longo do experimento foi de 7,64, 7,55 e 7,49 mg/L para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, e não apresentou diferença significativa entre as unidades experimentais ($P>0,05$). Segundo KUBITZA (2017), camarões criados em água com níveis de oxigênio dissolvido acima de 4 mg/ L crescem mais rápido e apresentam maior sobrevivência comparado a camarões cultivados sob baixos níveis. Durante o estudo, a concentração mínima registrada foi de 5,82 mg/ L ficando dentro da faixa ótima indicada para o melhor crescimento e sobrevivência desta espécie (Tabela 2).

A salinidade é um fator determinante para o crescimento dos camarões marinhos e de acordo com FONSECA (2021) a faixa ideal para cultivo da espécie *L. vannamei* é entre 15 a 35ppt. Durante o estudo, a salinidade média foi de 30,08, 30,13 e 30,00 ppt para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, se mantendo dentro da faixa ideal para ambos os experimentos, variando pouco ao longo dos 15 dias experimentais e não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 2).

A produção de amônia nos cultivos de organismos aquáticos é principalmente proveniente do metabolismo dos aminoácidos dos próprios organismos cultivados e da decomposição dos resíduos orgânicos por bactérias (KUBITZA 2017). A amônia total nitrogenada (TAN) ou simplesmente amônia é a soma das duas formas encontradas da amônia (NH_4 e NH_3). A toxicidade da amônia total (TAN) vai depender do estado de equilíbrio entre o íon amônia (NH_4) e a amônia não ionizada (NH_3), a qual é mais tóxica. Esse equilíbrio é altamente influenciado pelo pH da água, que quanto maior o pH, maior será a quantidade de amônia tóxica (NH_3) (FONSECA 2021).

Durante o experimento os valores médios $\pm$ desvio padrão da amônia total foi de 1,40, 1,26 e 1,49 mg/L para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, e não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2). Porém, foi observada uma grande flutuação nas concentrações da amônia total ao longo do cultivo (Figura 9C), alcançando valores mínimos de 0,25 mg/ L e máximos de 4,0 mg/ L para ambos os tratamentos surgindo a necessidade de se realizar fertilizações orgânicas com a finalidade de induzir a atividade bacteriana heterotrófica. As fertilizações orgânicas foram realizadas utilizando como base os trabalhos de EBELING et al. (2006) e AVNIMELECH (1999). De acordo com FONSECA (2021), considera-se uma concentração elevada de amônia total, para o camarão *L. vannamei*, quando esta alcança valores acima de 1,0 mg/ L e os limites de amônia tóxica não ionizada, não

devem ultrapassar 0,3 mg/ L. Já KUBITZA (2017) indica que níveis de amônia tóxica não ionizada de 0,1 mg/ L já pode afetar o desenvolvimento dos camarões marinhos. Ainda segundo o autor, caso o pH se eleve para 8,5, uma concentração de 6 mg/ L de amônia total equivaleria a 0,9 mg/ L de amônia não ionizada, níveis elevados assim prejudicam o crescimento e reduz a resistência dos camarões.

Foi observado uma pequena produção de fosfato no decorrer do estudo de em todos os tratamentos (Figura 9D), porém, em níveis seguros para a espécie e não apresentou diferença significativa entre as unidades experimentais ($P>0,05$) (Tabela 2). O fósforo no sistema de cultivo não afeta diretamente o desenvolvimento dos camarões, mas pode gerar condições favoráveis para a proliferação de cianobactérias filamentosas, as quais podem obstruir as brânquias dos camarões e ainda produzir toxinas prejudiciais aos animais (TUCKER, 2000, ALONSO; OSUNA, 2003).

O pH é um parâmetro que indica se a água possui uma reação ácida (<7), neutra (7) ou básica (>7), condições que dependem da relação entre os íons H^+ e OH^- . Segundo VAN WYK; SCARPA (1999), em sistemas de cultivo, os camarões marinhos apresentam seu melhor desenvolvimento em pH na faixa de 7,0 a 9,0. Já para KUBITZA (2017), valores de pH entre 7,5 e 8,5 são considerados os mais adequados no cultivo de camarões marinhos. Durante o experimento, os valores de pH se mantiveram dentro do que é considerado ideal para o cultivo dessa espécie e não apresentou diferenças significativa entre os tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 2).

A alcalinidade é um parâmetro de muita influência nos cultivos, atuando diretamente como efeito tampão na água, que regula a variabilidade do pH ao longo do dia, possui papel importante nos processos microbianos e na formação do exoesqueleto dos camarões. Segundo VAN WYK; SCARPA (1999), o *L. vannamei* necessita de valores de alcalinidade superiores a 100 mg $CaCO_3$ / L para alcançar um bom desenvolvimento. Para BOYD; TUCKER (1998) a alcalinidade ideal precisa ser superior a 75 mg $CaCO_3$ / L e EBELING et al. (2006) sugere uma alcalinidade entre 100-150 mg $CaCO_3$ / L. Durante o experimento, os valores de alcalinidade se mantiveram dentro do que é considerado ideal para o cultivo dessa espécie, no entanto, para os tratamentos suplementados com *Lithothamnium* sp. e bicarbonato de sódio foi observado um incremento aproximado de 10 mg/ L e 20 mg/ L de $CaCO_3$, nos tratamentos T1 e T2, respectivamente, em relação ao tratamento controle (T3), porém, não significativa nos valores de alcalinidade ($P>0,05$) entre os tratamentos. Embora, não tenha sido observado uma diferença

significativa entre as unidades experimentais, especialmente entre os tratamentos T1 (*Lithothamnium* sp.) e T2 (Bicarbonato de sódio), em que são usados os produtos alcalinizantes, é possível avaliar economicamente a usabilidade dos produtos, visto que, o custo do extrato de algas calcárias do gênero *Lithothamnium* sp (LithoNutri) era de R\$ 2,50 e o bicarbonato de sódio R\$ 13,00 por quilo, valor este, em que a fazenda adquiria os produtos, na data de ocorrência do experimento.

Os parâmetros físicos e químicos da água monitorados ao longo do período experimental estão apresentados na Tabela 2.

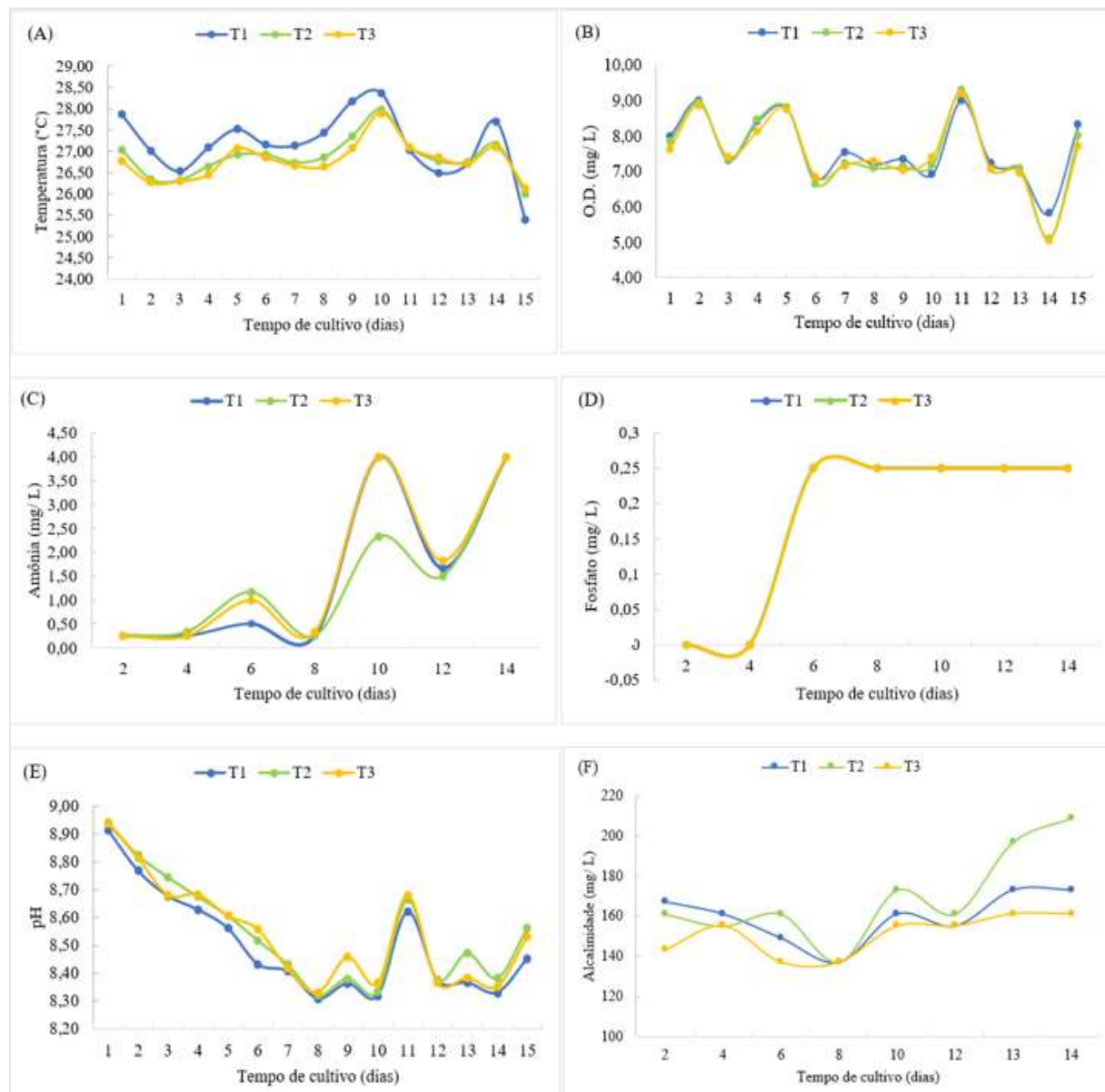
Tabela 2 - Valores mínimos, máximos, médios $\pm$ desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água do cultivo nos diferentes tratamentos experimentais: T1 (LT) – LithoNutri, T2 (BS) – Bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e T3 (CT) – Controle.

Variáveis:	T1 - LT	T2 - BS	T3 - CT	P>0,05
Temperatura (°C)	27,17 $\pm$ 0,74 (25,40 - 28,37)	26,86 $\pm$ 0,47 (26,00 - 27,97)	26,79 $\pm$ 0,44 (26,13 - 27,90)	0,15
pH	8,46 $\pm$ 0,23 (7,90 - 8,91)	8,51 $\pm$ 0,24 (7,90 - 8,94)	8,50 $\pm$ 0,24 (7,90 - 8,94)	0,84
OD (mg/ L)	7,64 $\pm$ 0,91 (5,82 - 9,00)	7,55 $\pm$ 1,06 (5,10 - 9,30)	7,49 $\pm$ 1,00 (5,06 - 9,18)	0,91
Salinidade (ppt)	30,08 $\pm$ 0,15 (30,00 - 30,00)	30,13 $\pm$ 0,25 (30,00 - 31,00)	30,00 $\pm$ 0,40 (29,00 - 31,00)	0,68
Alcalinidade (mg CaCO_3 / L)	159,61 $\pm$ 12,25 (137,23 - 173,03)	169,30 $\pm$ 23,20 (137,23 - 208,83)	150,66 $\pm$ 9,96 (137,23 - 161,10)	0,09
Fosforo - PO_4^{3-} (mg/ L)	0,16 $\pm$ 0,13 (0,00 - 0,25)	0,16 $\pm$ 0,13 (0,00 - 0,25)	0,16 $\pm$ 0,13 (0,00 - 0,25)	0,79
Amônia Total (mg/ L)	1,40 $\pm$ 1,68 (0,25 - 4,00)	1,26 $\pm$ 1,34 (0,25 - 4,00)	1,49 $\pm$ 1,64 (0,25 - 4,00)	0,95

Os dados são correspondentes a média de três repetições $\pm$ desvio padrão e entre parênteses constam os valores mínimos e máximos. Temperatura (°C), Potencial Hidrogeniônico (pH), OD - Oxigênio Dissolvido - (mg/ L), Salinidade (ppt), Alcalinidade (mg CaCO_3 / L), Fosfato (mg/ L), Amonia Total (mg/ L). Valores maiores que P>0,05 significam iguais estatisticamente.

As concentrações médias das variáveis: Temperatura (°C), Oxigênio Dissolvido (mg/L), Nitrogênio Amoniacal Total – NAT – (mg/L), Fosfato (mg/L), Potencial Hidrogeniônico (pH) e Alcalinidade (mg CaCO₃/L) estão apresentados na Figura 8.

Figura 8 - Concentrações médias das variáveis: (A) Temperatura (°C), (B) OD - Oxigênio Dissolvido (mg/ L), (C) Amônia Total (mg/ L), (D) Fosfato (mg/ L), (E) pH e (F) Alcalinidade (mg CaCO₃/ L), na água de cultivo das pós-larvas *L. vannamei* nas diferentes condições experimentais [T1 (LT) – LithoNutri, T2 (BS) Bicarbonato de sódio (NaHCO₃) e T3 (CT) – Controle] durante 15 dias.



5.2. Parâmetros de desempenho zootécnicos

No presente estudo não houve diferença na sobrevivência entre os tratamentos ao longo do experimento. A taxa média de sobrevivência registrada foi de 34,00 %, 31,00 % e 26,00 % para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, sem diferença significativa ($P>0,05$) (Tabela 3). Tal resultado pode ter ocorrido devido aos níveis elevados de amônia total, visto que, os valores médios do pH, durante o período experimental, foram superiores a 8,4 (Tabela 2), e por consequência, pode ter elevado os níveis de amônia tóxica (NH_3), resultando assim, uma alta mortalidade nas unidades experimentais (Tabela 3). Outra hipótese possível para a baixa sobrevivência é que possa ter sido causada pela manifestação de alguma doença, não identificada no presente estudo. Além disso, outro fator que pode ter afetado a taxa de sobrevivência é a densidade de estocagem adotada no experimento. No presente estudo, foi adotado uma densidade de estocagem de 15 PLs/L. No entanto, embora FONSECA (2021) recomende uma densidade de estocagem entre 5 a 25 PLs/ L, não devendo ultrapassar 30 PLs/ L, em estágio de PL10, em um ciclo de até 12 dias, vários autores encontraram densidades ideais de estocagem abaixo de 6 PLs/ L (COUTINHO, 2022; SILVA, 2018; SILVA, 2015).

O peso médio final não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 3). Ao longo do experimento foi verificado um crescimento diário de 0,0023, 0,0026 e 0,0023 g, não apresentando diferenças estatísticas significativas entre as unidades experimentais ($P>0,05$). O FCA, ao longo do experimento, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$), tendo como média os valores de 0,0008, 0,0007 e 0,0051 para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente (Tabela 3).

Os parâmetros de desempenho zootécnicos analisados estão apresentados na Tabela 3. Os valores médios do Peso final, Ganho de peso, Fator de Conversão Alimentar – FCA e Crescimento diário das pós-larvas de *Penaeus vannamei* estão apresentados na Figura 9.

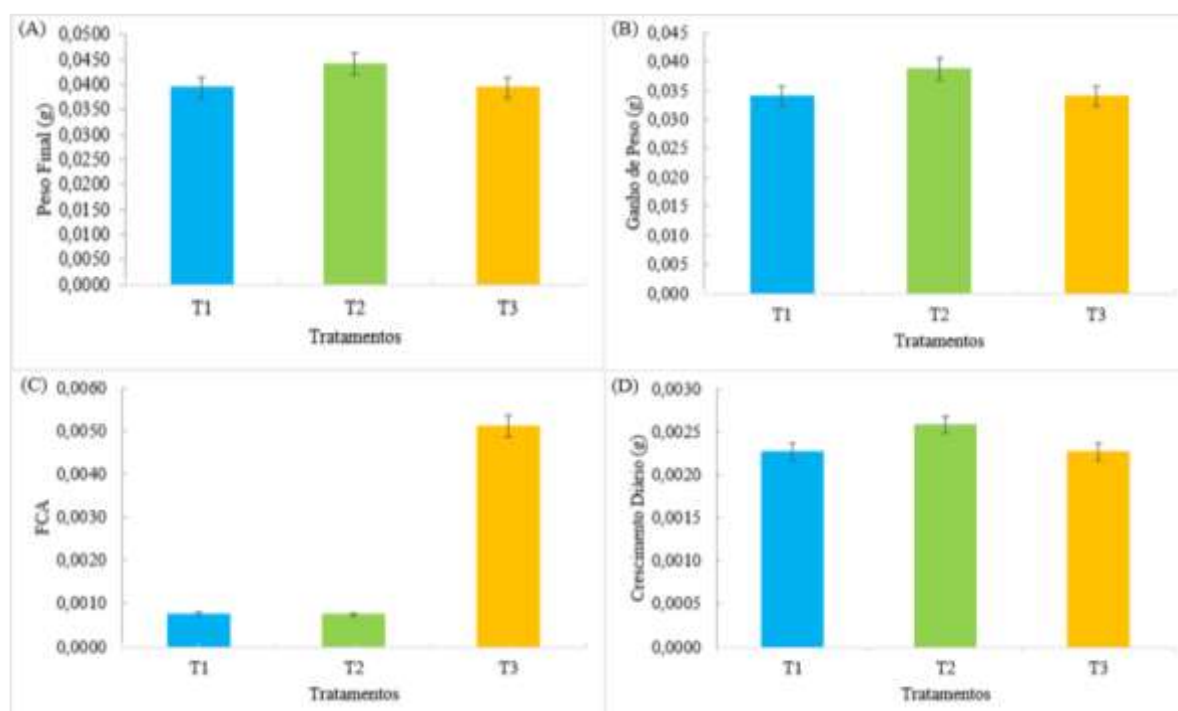
Tabela 3 - Valores médios $\pm$ desvio padrão dos parâmetros de desenvolvimento zootécnicos do *P. vannamei*, durante 15 dias de cultivo, nos diferentes tratamentos experimentais: T1 (LT) – LithoNutri, T2 (BS) – Bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e T3 (CT) - Controle.

Variável	T1 - LT	T2 - BS	T3 - CT	$P>0,05$
Peso final (g)	0,0393 $\pm$ 0,0025	0,0441 $\pm$ 0,0053	0,0393 $\pm$ 0,0021	0,25
Ganho de peso (g)	0,0340 $\pm$ 0,0025	0,0388 $\pm$ 0,0053	0,0340 $\pm$ 0,0021	0,25

FCA	0,0008 ± 0,0001	0,0007±0,0002	0,0051 ± 0,0073	0,40
Crescimento diário (g.dia ⁻¹)	0,0023 ± 0,0002	0,0026 ± 0,0004	0,0023 ± 0,0001	0,25
Sobrevivência (%)	34,00 ± 2,92	31,00 ± 6,14	26,00 ± 11,20	0,52

Os dados são correspondentes a média de três repetições ± desvio padrão. Parâmetros: Peso final (g), Ganho de peso (g), Fator de Conversão Alimentar – FCA, Crescimento diário (g/dia) e Sobrevivência (%). Valores maiores que P>0,05 significam iguais estatisticamente.

Figura 9 - Valores médios do (A) Peso final (g), (B) Ganho de peso (g), (C) Fator de Conversão Alimentar – FCA e (D) Crescimento diário (g/ dia) das pós-larvas de *Penaeus vannamei* nas diferentes condições experimentais [T1 (LT) – LithoNutri, T2 (BS) – Bicarbonato de sódio (NaHCO₃) e T3 (CT) – Controle] durante 15 dias.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema simbiótico, desde que seja bem operado, é capaz de propiciar um ambiente de cultivo estável no que diz respeito aos parâmetros físico-químicos da água de cultivo, podendo suportar elevadas densidades de estocagem sem trazer grandes variações nos parâmetros de qualidade de água. Entretanto, sistemas superintensivos propicia uma alta produção de amônia, que requer um rigoroso acompanhamento e alto conhecimento técnico para controlá-la.

O *Lithothamnium* sp. e o bicarbonato de sódio se mostraram ter grande potencial na suplementação da água como produtos alcalinizantes, mas o custo destes compostos pode tornar seu uso em larga escala pouco atrativo para os produtores, visto que o valor do extrato de algas calcárias do gênero *Lithothamnium* sp custa em média R\$ 2,50 e o bicarbonato de sódio R\$ 13,00 por quilo.

Não é recomendado, em sistemas com pouca ou nenhuma renovação de água, a adoção de densidades tão elevadas, devido à grande produção de resíduos dentro do sistema, o que pode comprometer a produção, fazendo-se necessário novos estudos a respeito do tempo máximo recomendado para altas densidades de estocagem em sistema simbiótico.

Adicionalmente, recomenda-se a realização de novos estudos para avaliar os efeitos dos produtos alcalinizantes usados neste estudo, por períodos de cultivos mais prolongados, com diferentes concentrações e em águas com características físico-químicas diferentes, nas demais fases de cultivo do *P. vannamei*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. **Utilização e Manejo de Berçários Intensivos e Raceways com ênfase no Aumento do Número de Ciclos de Cultivos por Ano e Controle e/ou Exclusão de Enfermidades**. Natal, 2018. Disponível em: <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Apostila-Utilização-de-Berçários-Intensivos-.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2022.
- ABCC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. **O que é Aquicultura?**. Disponível em: <https://abccam.com.br/2016/09/o-que-e-aquicultura/>. Acesso em: 16 set. 2022.
- ARMELIM, J. M. **Ocorrência de antibióticos em fazendas de cultivo de camarão (*Litopenaeus vannamei*) no estado do Rio Grande do Norte – Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde-08102019-164548/pt-br.php>. Acesso em: 04 jan. 2022.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, [S. l.], v. 176, n. 3, p. 227-235, 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222504612_CN_ratio_as_a_control_element_in_aquaculture_systems. Acesso em: 26 nov. 2022.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, [S. l.], v. 264, n. 1, p. 140-147, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848606008933>. Acesso em: 26 nov. 2022.
- AZIM, M.E.; LITTLE, D.C.; BRON, J. E. Microbial protein production in activated suspension tanks manipulating C: N ratio in feed and the implications for fish culture. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 99, n. 9, p. 3590-3599, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852407006074>. Acesso em: 12 out. 2022.
- BOYD, C.E, TUCKER, C.S; SOMRIDHIVEJ, B.. 2016. Alkalinity and hardness: Critical but elusive concepts in aquaculture. **Journal of The World Aquaculture Society**, [S. l.], 47(1): 6-41. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jwas.12241>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- BRAZ, J. M.. **Prebióticos, probióticos e simbióticos em dietas de juvenis de tilápia do Nilo**. 2022. Mestrado. Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/4966>. Acesso em: 29 jan. 2023.
- BUTT, U. D.; LIN, N.; AKHTER, N.; SIDDIQUI, T.; LI, S.; WU, B.. Overview of the latest developments in the role of probiotics, prebiotics and synbiotics in shrimp aquaculture. **Fish & Shellfish Immunology**, [S. l.], v. 114, p. 263-281, 2021. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050464821001315>. Acesso em: 06 out. 2022.

COLDEBELLA, A.; GODOY, A. C.; GENTILINI, A. L.; PIANA, P. A.; COLDEBELLA, P. F.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Nitrogen and phosphorus dynamics in Nile tilapia farming in excavated rearing ponds. **Research, Society and Development**, [Vargem Grande Paulista], v. 9, n. 11, p. 1-29, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9699/8608>. Acesso em: 26 out. 2022.

COUTINHO, A. G. **Avaliação da densidade de estocagem de pós-larvas de camarões *penaeus vannamei* em sistema simbiótico de cultivo**. 2022. Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza/ CE. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/68350>. Acesso em: 05 jan. 2023.

CRAB, R.; LAMBERT, A.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W.. The application of bioflocs technology to protect brine shrimp (*Artemia franciscana*) from pathogenic *Vibrio harveyi*. **Journal of applied microbiology**, [S. l.], v. 109, n. 5, p. 1643-1649, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20629797/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

FAO 2022. ***Penaeus vannamei* (Boone, 1931)** [Penaeidae]. Disponível em: https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/en/en_whitelegshrimp.htm.

FAO. 2022. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. Disponível em: https://reliefweb.int/report/world/state-world-fisheries-and-aquaculture-2022-enarruzh?gclid=CjwKCAjw-b-kBhB-EiwA4fvKrCR_v7yM0j82ObC8KKqZtYedOywwq-omsTvEtUX2WUY3nLXuN179KlhoCf1cQAvD_BwE.

FÓES, G.K.; FRÓES, C.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.; WASIELESKY, W. Nursery of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system: survival and growth at different stocking densities. **Journal of Shellfish Research**, [S. l.], v. 30, p.1– 7, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260677424_Nursery_of_Pink_Shrimp_Farfantepenaeus_paulensis_in_Biofloc_Technology_Culture_System_Survival_and_Growth_at_Different_Stocking_Densities. Acesso em: 15 jan. 2022.

FONSECA, C. S. **Manual de boas práticas de manejo e de biossegurança para a carcinicultura brasileira**. Natal: ABCC, 2021. Disponível em: <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2021/12/Manual-de-BPMs-e-Codi-go-de-Conduto-de-Qualidade-e-Seguranca-Alimentar-para-as-Industrias-de-Beneficiamento-de-Camarao.pdf>.

FONSECA, S. B.; MENDES, P. P.; ALBERTIM, C. J. L.; BITTENCOURT, C. F.; SILVA, J. H. V.. Cultivo do camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 44, n. 10, p. 1352-1358, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/pthZ6QcDDKSzgzdyPckgvyp/?lang=pt>. Acesso em: 18 dez. 2022.

GAONA, C. A. P.; POERSCH, L. H.; KRUMMENAUER, D.; FÓES, G.. The effect of solids removal on water quality, growth and survival of *Litopenaeus vannamei* in a biofloc technology culture system. **International Journal of Recirculating Aquaculture**, [S. l.], v. 12, p. 54-57, 2011. Disponível em: <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/90645>. Acesso em: 08 dez. 2022.

iAqua Shop. **Bicarbonato de Sódio (25Kg)**. 2023. Disponível em: <https://iaqua.com.br/produtos/bicarbonato-de-sodio-25kg/>

JIAO, Y.; ZHAO, Q.; JIN, W.; HAO, X.; YOU, S.. Bioaugmentation of a biological contact oxidation ditch with indigenous nitrifying bacteria for in situ remediation of nitrogen-rich stream water. **Bioresource Technology**, [S. l.], 102, 990–995. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20943379/>. Acesso em: 19 dez. 2022.

KEPPEL, A. G., BREITBURG, D. L. AND BURRELL, R. B. 2016. Effects of Co-Varying Diel-Cycling Hypoxia and pH on Growth in the Juvenile Eastern Oyster, *Crassostrea virginica*. **PLoS ONE**, [S. l.], 11(8), e0161088. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0161088> Acesso em: 05 dez. 2022.

KRUMMENAUER, D.; CAVALLI, PEIXOTO, S; OLIVEIRA, R.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY, W. J.. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in southern Brazil at different stocking densities. **Journal of the World Aquaculture Society**, [S. l.], v. 42, n. 5, p. 726-733, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.2011.00507.x>. Acesso em: 09 nov. 2022.

KUBITZA, F. Bioflocos na piscicultura: Criação de tilápia em sistema de bioflocos sem renovação de água. **Revista Panorama da Aquicultura**, [S. l.], v. 21, n. 125, maio junho, 2011. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/criacao-tilapias-em-sistema-com-bioflocos-sem-renovacao-de-agua/>. Acesso em: 23 ago. 2022.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí: Editora Kubitza, 2003.

MFRURAL. **TRANSFISH**: Transporte para peixes vivos. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/217563/transfish-transporte-para-peixes-vivos>.

MOSS, K.K.; MOSS, S.M.. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. [Hawaii], **Journal World Aquaculture Society**, v. 35: p.536-542, 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.2004.tb00121.x>. Acesso em: 14 nov. 2022.

OCEANA MINERALS. **Lithothamnium**: tudo o que você precisa saber sobre esta alga. Jundiaí, 4 mar. 2021. Disponível em: oceanaminerals.com/lithothamnium-

Aquanature Brasil, Laguna, n. 21, p. 24-31, nov./dez. 2019. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/artigo/114/influencia-do-biomineral-lithothamnium,-bicarbonato-de-sodio-e-hidroxido-de-calcio-e-magnesio-sobre-a-dureza-total,-alcalinidade-e-ph-em-agua-oligohalina>. Acesso Em: 20 jul. 2022.

SILVA, W. A. **Berçário de camarão *Litopenaeus vannamei* (BONNE, 1931) cultivado em água oligohalina com tecnologia de biofloco sob diferentes densidades de estocagem**. TCC (Engenharia de Pesca). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Serra Talhada. 2018. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/1337>. Acesso em: 28 jul. 2022.

SILVA, E. P.; SILVA, J.; FERREIRA, F.; SOARES, M.; SOARES, R. B.; PEIXOTO, S.. Influência da densidade de estocagem no desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei* durante a fase de berçário em sistema de bioflocos. **Periódicos Brasileiros em Medicina Veterinária e Zootecnia**. B. Inst. Pesca, [São Paulo], 41 (2015) esp p. 777-783. 2015. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/boletim-do-instituto-de-pesca/41-\(2015\)-esp/influencia-da-densidade-de-estocagem-no-desempenho-zootecnico-de-litop/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/boletim-do-instituto-de-pesca/41-(2015)-esp/influencia-da-densidade-de-estocagem-no-desempenho-zootecnico-de-litop/). Acesso em: 05 ago. 2022.

SOUZA, F. R.; FERREIRA, M. A.; EVANGELISTA-BARRETO N. S. Aplicação de micro-organismos e algas como probióticos, prebióticos e simbióticos na aquicultura. In: EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL (org.). **Open Science Research IV**. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2022. p. 141-158. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-5360-141-3.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.

TUCKER, C. S., 2000. Off-flavor problems in aquaculture. **Review in fisheries science**, [S. l.], 8, 45-88. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10641260091129170>. Acesso em: 08 set. 2022.

UCRÓS, N. S.; FERREIRA, W. M.; TORRES, R.C.S.; BORGES, N. F.; SILVEIRA, S. S.; REZENDE, C. M. F.; *Lithothamnium calcareum* no tratamento de osteotomia experimental em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** [Belo Horizonte]. 2012, v. 64, n. 3, pp. 615-622. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/yxQ4bnZbTnt9QrLDztt39mC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 nov. 2022.

ZHOU, Q.; LI, K.; JUN, X.; BO, L.. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. **Bioresource Technology**. [S. l.], 100, 3780–3786. Mar. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852408010973>. Acesso em: 02 ago. 2022.