



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* ARACATI
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE AQUICULTURA

SUSANA FELIX MOURA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE PÓS-LARVAS DE
CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* COM ADIÇÃO DE BIOMASSA SECA
DA MICROALGA *Spirulina platensis* EM SUA DIETA**

ARACATI

2022

SUSANA FELIX MOURA DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE PÓS-LARVAS DE CAMARÃO
MARINHO *Litopenaeus vannamei* COM ADIÇÃO DE BIOMASSA SECA DA
MICROALGA *Spirulina platensis* EM SUA DIETA

Monografia apresentada ao curso Bacharelado em Engenharia de Aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Aracati, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. José William Alves da Silva.

ARACATI

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S237a Santos, Susana Felix Moura dos.
Avaliação do desempenho zootécnico de pós-larvas de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com adição de biomassa seca da microalga *Spirulina platensis* em sua dieta / Susana Felix Moura dos Santos. - 2022.
62 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal do Ceará, Bacharelado em Engenharia de Aquicultura, Campus Aracati, 2022.
Orientação: Prof. Dr. José William Alves da Silva.
1. Microalga. 2. Camarão marinho. 3. Qualidade de água. 4. Desenvolvimento zootécnico. I. Título.

CDD 639.3

SUSANA FELIX MOURA DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE PÓS-LARVAS DE CAMARÃO
MARINHO *Litopenaeus vannamei* COM ADIÇÃO DE BIOMASSA SECA DA
MICROALGA *Spirulina platensis* EM SUA DIETA

Monografia apresentado ao curso Bacharelado em Engenharia de Aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Aracati, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

Aprovado (a) em: 20 / 12 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José William Alves da Silva (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Aracati

Prof. Dr. Sandro Régio de Araújo Neves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Aracati

Especialista em Gestão pública e Gestão ambiental Tarcio Gomes da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Aracati

Dedico aos meus pais, Ananita Torres e Manuel Félix, e meus avós Elita Torres, Luiz Félix, Ester Félix e em memória Geraldo Moura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e força para enfrentar as dificuldades encontradas no caminho.

Aos meus pais, Ananita Torres dos Santos Moura e Manuel Félix de Moura, pelo amor incondicional, esforço, dedicação e incentivo.

Agradeço a todos os familiares, em especial meus avós Elita Torres dos Santos, Luiz Félix de Moura, Ester Félix de Moura e em memória Geraldo Joaquim de Moura.

A minha irmã Fátima Ferreira da Silva e prima Ingrid Rebouças de Moura, pelas conversas e conselhos compartilhados.

Ao Francisco Nunes da Silva, pelo apoio e incentivo.

A todos que fazem parte do Laboratório de Tecnologias Aquícolas (LTA), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Aracati, como bolsistas Vivian Lima, João Victor Rodrigues, Rodrigo Emanuel Lima, Camila Melo e Alysson Matos, em especial a Ana Cláudia Teixeira Silva e Illana Beatriz Rocha de Oliveira, pela ajuda, aprendizagem e pesquisas desenvolvidas.

A colega de turma Thamires Soares dos Santos, pela amizade e ajuda.

Ao Professor Doutor José William Alves da Silva pela orientação, esforço e conhecimentos.

Ao Reginaldo e o Tércio Gomes, pelo auxílio na realização prática deste trabalho.

A empresa Maris Pescados, pela contribuição dos insumos utilizados no desenvolvimento do trabalho.

Ao Laboratório de Bromatologia – IFCE Campus Limoeiro do Norte, em nome da Claudiana Lima.

E a todos que diretamente ou indiretamente me fizeram sentir especial e que ajudam de alguma forma, meu muito obrigada!

RESUMO

A aquicultura contém vários ramos e um deles é a carnicultura, que corresponde ao cultivo dos crustáceos, destacando a espécie de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. No Brasil em 2020, produziram 63,2 mil toneladas de camarão em cativeiro, sendo que 62,9 mil toneladas foram cultivadas na região Nordeste do país, com destaque para os Estados do Rio Grande do Norte com 34,8% e o Ceará correspondente a 33,2% do volume total nacional. Com a crescente produção, a demanda por ração nas carciniculturas também aumenta, sendo necessária uma fabricação segura e constante. A oferta da ração no cultivo deve ser realizada de forma propícia para o desenvolvimento dos camarões, por ser um dos insumos com o custo mais elevado durante a produção. Devido ao elevado custo, a formulação da ração com proteína de origem vegetal é mais viável economicamente que a utilização de proteína animal, podendo ser substituída total ou parcialmente, como também ser adicionada como suplemento. Uma fonte de proteína vegetal bastante estudada para compor a formulação de ração de organismos aquáticos é a biomassa seca algal, tendo como destaque a microalga *Spirulina platensis*. Essa espécie se destaca pela grande quantidade de proteína, contém cerca de 55 a 70% do total da biomassa seca, apresentando alto valor nutricional e de excelente qualidade, além disso, é uma forma de substituir fontes proteicas de origem animal. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a biomassa seca da microalga azul *Spirulina platensis* adicionada na ração comercial e analisar o desempenho zootécnico durante o cultivo camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. Foram utilizadas pós-larvas 6 (pL's 6), distribuídos em 15 aquários contendo o volume total de 100 L e volume útil de 80 L com densidade de 1 pL's/L. O experimento dispõe de três tratamentos com cinco repetições cada, com a seguinte composição, tratamento 1 (T1) estratégia alimentar com uso de ração comercial, sendo o tratamento controle, nos outros tratamentos utilizou ração comercial adicionada de *Spirulina platensis* com proporção, tratamento 2 (T2) contém 0,5 g de *S. platensis* em cada 100 g de ração comercial e no tratamento 3 (T3) com 1,0 g de *S. platensis* em cada 100 g de ração comercial. A ração foi fornecida aos camarões *ad libitum*, 4 vezes ao dia, nos horários de 08:00h, 11:00h, 14:00h e 16:00h, diretamente nos aquários. O experimento teve duração de 35 dias, foram realizadas análises dos parâmetros físicos e químicos da água como oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH e salinidade monitorados diariamente, sendo a amônia, nitrito, nitrato, fósforo e alcalinidade determinados semanalmente. O presente trabalho obteve os melhores resultados no tratamento 2 (T2), com sobrevivência de $96,25 \pm 3,31\%$, peso médio diário $0,004 \pm 0,002$ g/dia, peso médio final $0,16 \pm 0,06$ g, rendimento $1,92 \pm 0,80$ kg/m³, ganho de biomassa $12,11 \pm 5,11$ g e FCA $2,54 \pm 1,7$. O tratamento 1 (T1) e o tratamento 3 (T3), não diferem estatisticamente, ou seja, os parâmetros de sobrevivência, ganho diário de peso, peso médio final, rendimento, biomassa final e FCA foram semelhantes.

Palavras-chave: Microalga. Camarão marinho. Qualidade de água. Desenvolvimento zootécnico.

ABSTRACT

Aquaculture has several branches and one of them is carniculture, which corresponds to the cultivation of crustaceans, highlighting the species of marine shrimp *Litopenaeus vannamei*. In Brazil in 2020, they produced 63.2 thousand tons of shrimp in captivity, of which 62.9 thousand tons were cultivated in the Northeast region of the country, with emphasis on the States of Rio Grande do Norte with 34.8% and the corresponding Ceará to 33.2% of the total national volume. With the growing production, the demand for feed in shrimp farms also increases, requiring a safe and constant manufacture. The supply of feed in cultivation must be carried out in a way that is conducive to the development of shrimp, as it is one of the inputs with the highest cost during production. Due to the high cost, the formulation of the feed with protein of vegetable origin is more economically viable than the use of animal protein, and can be replaced in whole or in part, as well as being added as a supplement. A well-studied source of vegetable protein to compose the feed formulation for aquatic organisms is algal dry biomass, with emphasis on the microalgae *Spirulina platensis*. This species stands out for its large amount of protein, it contains about 55 to 70% of the total dry biomass, with high nutritional value and excellent quality, in addition, it is a way to replace protein sources of animal origin. The present work aimed to evaluate the dry biomass of the blue microalgae *Spirulina platensis* added to the commercial feed and to analyze the zootechnical performance during the cultivation of marine shrimp *Litopenaeus vannamei*. Six post-larvae (pL's 6) were used, distributed in 15 aquariums containing a total volume of 100 L and useful volume of 80 L with a density of 1 pL's/L. The experiment has three treatments with five repetitions each, with the following composition, treatment 1 (T1) feeding strategy using commercial feed, the control treatment, in the other treatments commercial feed added with *Spirulina platensis* with proportion, treatment 2 (T2) contains 0.5 g of *S. platensis* in each 100 g of commercial feed and treatment 3 (T3) with 1.0 g of *S. platensis* in each 100 g of commercial feed. The feed was supplied to the shrimp ad libitum, 4 times a day, at 08:00h, 11:00h, 14:00h and 16:00h, directly in the aquariums. The experiment lasted 35 days, analyzes of the physical and chemical parameters of the water were carried out, such as dissolved oxygen (DO), temperature, pH and salinity monitored daily, with ammonia, nitrite, nitrate, phosphorus and alkalinity determined weekly. The present work obtained the best results in treatment 2 (T2), with survival of $96.25 \pm 3.31\%$, average daily weight 0.004 ± 0.002 g/day, average final weight 0.16 ± 0.06 g, yield 1.92 ± 0.80 kg/m³, biomass gain 12.11 ± 5.11 g and FCA 2.54 ± 1.7 . Treatment 1 (T1) and treatment 3 (T3) did not differ statistically, that is, the parameters of survival, daily weight gain, average final weight, yield, final biomass and FCA were similar.

Keywords: Microalgae. Marine shrimp. Water quality. Zootechnical development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Principais espécies cultivadas mundialmente.....	13
Figura 2 — Produção de camarão no Nordeste.....	14
Figura 3 — Ciclo de vida do camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i>	19
Figura 4 — Visualização lateral da fisiologia externa do camarão <i>peneideo</i>	20
Figura 5 — Visualização microscópica da <i>Spirulina platensis</i> , utilizando lente objetiva 10x.....	23
Figura 6 — Cultivo da microalga <i>S. platensis</i>	33
Figura 7 — Curva de crescimento padrão de microalgas expressa em densidade celular por dia de cultivo.....	34
Figura 8 — Adição da microalga <i>S. platensis</i> a ração comercial.....	34
Figura 9 — Visão lateral da estrutura dos aquários.....	35
Figura 10 — Equipamentos utilizados para monitoramento da qualidade de água. Medidor de pH de bancada (A), sonda multiparâmetros (B) e refratômetro (C).....	39
Figura 11 — Análises dos compostos nitrogenados e fosfatados.....	40
Figura 12 — Análise de alcalinidade.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Composição química do meio alternativo.....	33
Tabela 2 — Média da análise bromatológica da ração comercial, biomassa seca da microalga <i>S. platensis</i> e após ser adicionada na ração comercial (T2 e T3).....	43
Tabela 3 — Média e desvio padrão dos parâmetros de qualidade de água monitorados no cultivo das pL's de camarão com adição da <i>S. platensis</i> na ração.....	44
Tabela 4 — Média e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos de pós-larvas (pL's) de camarão marinho <i>L. vannamei</i> com adição da <i>S. platensis</i> na ração.....	46

LISTA DE SIGLAS

ABCC	Associação Brasileira do Criadores de Camarão
CERH	Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DO	Densidade ótica
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
E.V.A	Etil, vinil e acetato
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
HCl	Ácido clorídrico
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
LTA	Laboratório de Tecnologias Aquícolas
N	Normal
NaOH	Hidróxido de sódio
NH ₃	Amônia
NH ₄ ⁺	Cátion amônio
OD	Oxigênio Dissolvido
pH	Potencial Hidrogeniônico
pL's	Pós-larvas
PPM	Pesquisa da Pecuária Municipal
SPT	Superfosfato triplo
WSSV	Mancha Branca

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVO GERAL.....	17
2.1	Objetivos específicos.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1	Camarão marinho <i>Litopenaeus Vannamei</i>	18
3.1.1	Histórico da carcinicultura.....	18
3.1.2	Estágios larvais do camarão.....	19
3.1.3	Cultivo do camarão.....	21
3.2	Microalga marinha <i>Spirulina platensis</i>	22
3.2.1	Morfologia.....	22
3.2.2	Composição Química.....	23
3.2.3	Cultivo.....	24
3.2.4	Aplicabilidade.....	26
3.3	Aditivos na ração.....	28
3.4	Qualidade de água.....	29
3.4.1	Importância da qualidade de água para carcinicultura.....	29
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
4.1	Aquisição da água do mar.....	32
4.2	Obtenção do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i>	32
4.3	Cultivo da microalga <i>Spirulina platensis</i>	32
4.4	Delineamento experimental.....	35
4.5	Análise bromatológica.....	36
4.6	Qualidade de água.....	38
4.7	Análises estatísticas.....	42
5	RESULTADOS.....	43

5.1	Bromatologia.....	43
5.2	Parâmetros de qualidade da água no cultivo de pós-larvas do camarão marinho <i>L. Vannamei</i>.....	44
5.3	Avaliação do desenvolvimento zootécnico de pós-larvas de camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i>.....	46
6	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma ampla área que consiste no cultivo de organismos, do qual o seu ciclo de vida exige uma parte ou totalmente em meio aquático (BRASIL, 2009; CONAMA, 2005). Entre as subáreas da aquicultura estão a piscicultura, malacocultura, algicultura, carcinicultura etc.

O setor aquícola contém vários ramos e um deles é a carnicultura, que corresponde ao cultivo dos crustáceos, destacando a espécie de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, no qual o seu mercado econômico é competitivo (SALES, 2013) e de cultivo sustentável, proporcionando alimentos de boa qualidade, contribuindo de forma significativa para o aumento de emprego e renda (SIQUEIRA, 2017). É importante que o cultivo seja realizado de forma sustentável, com profissionais capacitados, tecnologia e manejo adequado para cada tipo de sistema de cultivo.

No Brasil, o cultivo do camarão marinho de forma comercial iniciou-se na região Nordeste, na década de 70. A espécie exótica *Marsupenaeus japonicus* foi a primeira a ser cultivada no país, considerada importante para a carnicultura na Ásia, mas não se adaptou bem às condições ambientais brasileiras. A espécie exótica de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, que no início dos anos 90 proporcionou o desenvolvimento da carnicultura marinha brasileira (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002; MAGALHÃES, 2004).

O camarão *Litopenaeus vannamei* é uma das espécies mais produzidas mundialmente na aquicultura, no ano de 2018 foi produzido 4.966,2 mil toneladas e a aquicultura marinha e costeira de crustáceos por grandes produtores pelo mundo é liderada pela China, seguido da Indonésia e ocupando a terceira colocação está o Vietnã, o Brasil de encontra em décima posição (FAO, 2020). Em 2020 a produção mundial foi de 5.812,2 mil toneladas (Figura 1), os países mais produtores estão a China, Vietnã e Índia, o Brasil continua na décima colocação (FAO, 2022).

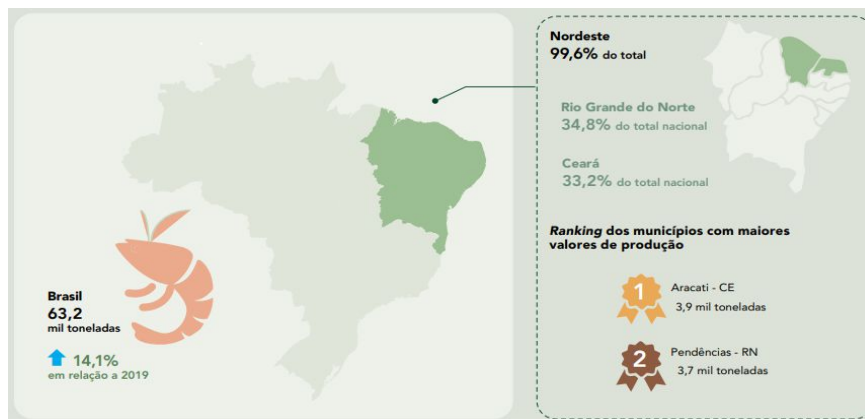
Figura 1 – Principais espécies cultivadas mundialmente.

	2000	2005	2010	2015	2020	Percentage of total, 2020
	(thousand tonnes, live weight)					
Subtotal other species	652.1	820.0	1 155.5	1 522.5	1 922.4	23
Total	2 648.7	3 753.9	4 725.4	6 559.2	8 340.6	100
Crustaceans						
Whiteleg shrimp, <i>Penaeus vannamei</i>	154.5	1 678.4	2 648.5	3 803.6	5 812.2	51.7
Red swamp crawfish, <i>Procambarus clarkii</i>	9.9	114.3	599.3	723.1	2 469.0	22
Chinese mitten crab, <i>Eriocheir sinensis</i>	202.5	378.4	572.4	747.4	775.9	6.9
Giant tiger prawn, <i>Penaeus monodon</i>	631.0	665.5	562.9	735.2	717.1	6.4
Giant river prawn, <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	130.7	195.9	193.1	202.5	294.0	2.6
Indo-Pacific swamp crab, <i>Scylla serrata</i>	10.7	11.7	37.0	83.6	248.8	2.2
Oriental river prawn, <i>Macrobrachium nipponense</i>	87.1	177.3	217.7	240.6	228.8	2
Green mud crab, <i>Scylla paramamosain</i>	0.0	97.5	112.4	135.1	159.4	1.4
Subtotal of 8 major species	1 226.5	3 319.0	4 943.3	6 671.0	10 705.3	95.3
Subtotal other species	467.0	462.1	538.5	447.9	531.8	4.7
Total	1 693.4	3 781.0	5 481.8	7 118.9	11 237.0	100

Fonte: FAO (2022).

No Brasil em 2020, produziram 63,2 mil toneladas de camarão em cativeiro, sendo que 62,9 mil toneladas foram cultivadas na região Nordeste do país, com destaque para os Estados do Rio Grande do Norte com 34,8% e o Ceará correspondente a 33,2% do volume total nacional (Figura 2). E os municípios que obtiveram maior produção foram Aracati/CE e Pendências/RN (IBGE, 2021).

Figura 2 – Produção de camarão no Nordeste.



Fonte: IBGE (2021).

A produção de pescados desempenha uma importante função no cenário cultural, social e econômico (ZACARDI *et al.*, 2017). O camarão apresenta-se como uma *commodities*, reconhecida no mercado mundial, do qual o comércio está em crescimento e ativo. A atividade da carcinicultura é significativa para o setor econômico, contribuindo para a geração de emprego e de renda. Os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte se destacam nessa atividade, que desde o início do cultivo trabalha com manejo adequado, técnicos capacitados, ambiente favorável, temperatura adequada, disponibilidade de mão de obra, água de boa qualidade e localização geográfica propícia (FILHO RODRIGUES *et al.*, 2013; NORÕES, 2017).

No ano de 2015, o Ceará obteve um total de 41.414 toneladas na produção de camarões, atingindo a posição como sendo o maior produtor do Brasil. Em junho de 2016 surgiram os primeiros indícios do vírus da Mancha Branca (WSSV), nos cultivos de camarões no Ceará (ABCC, 2017).

Com o acometimento do vírus da síndrome da mancha branca, causou mais um desafio nos cultivos de camarão, no qual os produtores e profissionais tiveram que se adequar e adotar novas formas de manejo, conforme a realidade de cada cultivo e empreendimento. Segundo Bezerra (2020), algumas das medidas tomadas foram, instalação de berçários intensivos na fazenda, uso de probióticos e a redução da densidade de estocagem no cultivo. Outro fator

importante é a obtenção de pós-larvas de camarão de qualidade e resistentes às doenças (MOURA *et al.*, 2021) e ração com propriedades necessárias para a nutrição e bom desenvolvimento dos indivíduos cultivados.

A oferta da ração no cultivo deve ser realizada de forma propícia para o desenvolvimento dos camarões, por ser um dos insumos com o custo mais elevado durante a produção (MELO, 2018; SILVEIRA, 2018). A ração corresponde a cerca de 60% dos custos de produção (SOUSA JÚNIOR, 2008), o que está diretamente relacionada ao valor do produto final.

Uma medida importante para resistência às enfermidades e melhor desempenho zootécnico é por meio da suplementação alimentar, como o uso de imunoestimulantes e aditivos na ração, destacando os carotenoides e a farinha de algas (CASTRO, 2007). Os aditivos podem ser utilizados como uma fonte atrativa e auxiliam também na rápida ingestão, proporcionando uma melhor eficiência alimentar, resultados de crescimento e diminuindo os custos da produção (SOUZA; CAVALCANTE, 2018).

A *Spirulina* sp. é uma microalga muito utilizada como suplemento alimentar, é classificada como uma cianobactéria, e que anteriormente inserida na classe das Cyanophyceae. Possui coloração azul-esverdeada, de formado helicoidal, com tamanho entre 200 a 250 micra de comprimento (ANDRADE *et al.*, 2005).

A produção mundial de algas aquáticas em 2018 obteve 69,6 mil toneladas em peso vivo de *Spirulina* sp. A capacidade de produzir comercialmente tanto em pequena como em grande escala está definida em muitos países, para diversos usos. (FAO, 2020). O cultivo comercial da *Spirulina platensis* é realizado principalmente como fonte alimentar, pois proporciona efeitos antioxidantes e melhoria ao sistema imunológico (RIZWANA *et al.*, 2018; RODRÍGUEZ; GONZÁLEZ, 2021). Essa espécie se destaca pela grande quantidade de proteína, contém cerca de 55 a 70% do total da biomassa seca, apresentando alto valor nutricional e de excelente qualidade, com um índice equilibrado de aminoácidos essenciais, também contém proteínas que dispõem 70% de digestibilidade (AMBROSI *et al.*, 2008; RIZWANA *et al.*, 2018). Além disso, é uma forma de substituir fontes proteicas de origem animal (ALBUQUERQUE, 2014).

A *Spirulina platensis* é conhecida mundialmente, por causa dos compostos que podem ser extraídos dela e serem utilizados na alimentação com a finalidade funcional e nutracêutico. Também dispõe de compostos fenólicos, pigmentos como carotenóides, ficocianina, clorofila e tocoferol (PARISI *et al.*, 2009).

Para realizar o cultivo de crustáceos, como é o caso do camarão, além dos cuidados com a ração, é necessário observar se o local é apropriado, com água de qualidade, livres de

patógenos e fazer o acompanhamento dos parâmetros químicos e físicos da água. O cultivo deve ser feito tendo em vista os padrões de qualidade de água do corpo receptor desse efluente. As normas e procedimentos adequados para cada situação são definidas de acordo com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH) (NOGUEIRA, 2008).

A carcinicultura, por vezes, é criticada por gerar efluentes, porém muitas fazendas apresentam qualidade superior dos efluentes quando se compara com os afluentes. Dependendo dos parâmetros dos afluentes é necessário submeter a desinfecção e tratamento prévio, para posteriormente ser utilizado no cultivo de camarão (CAMPOS *et al.*, 2008).

2 OBJETIVO GERAL:

Analisar o desempenho zootécnico ao final do cultivo de pós-larvas de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com adição da biomassa seca da microalga azul *Spirulina platensis* em sua dieta.

2.1 Objetivos específicos:

1. Preparar e analisar a ração com adição da microalga *Spirulina platensis*.
2. Cultivar pós-larvas de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* alimentado com ração adicionada de biomassa seca de *Spirulina platensis*.
3. Acompanhar a qualidade de água no cultivo.
4. Analisar os índices zootécnicos ao final do experimento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Camarão marinho *Litopenaeus Vannamei*

3.1.1 Histórico da carcinicultura

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* é originário da Costa do Oceano Pacífico (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002; SOUZA, 2021), e se adaptou bem as condições ambientais do Brasil (TAHIM *et al.*, 2019). Também conhecido como camarão branco ou camarão cinza pertence ao filo Crustacea, classe Malacostraca, ordem Decapoda e família Penaeidae (LARIOS, 2022).

O Equador conquistou em abril de 2021 o recorde de exportações de camarão, onde exportou 165 milhões de libras (74.842,74 toneladas), representando um aumento de aproximadamente 21% em comparação ao mês de março e um crescimento de 5% em relação ao recorde anterior, sendo de 159 milhões de libras (72.121,17 toneladas) em março de 2020 (ABCC, 2021).

De acordo com a FAO (2020), em 2018 o Brasil estava na décima posição com 62 mil toneladas de peso vivo na produção mundial de crustáceos na aquicultura de água costeira e marinha, a primeira posição encontra-se a China com 1,7 milhões de toneladas, seguida de 0,9 milhões de toneladas da Indonésia e em terceiro o Vietnã com 0,8 milhões de toneladas. Segundo a FAO (2022), em 2020 os países que lideraram a produção foram a China com 1,8 milhões de toneladas, segunda posição o Vietnã com 1,1 milhões de toneladas e terceiro com 0,9 milhões de toneladas a Índia, o Brasil continua ocupando a décima colocação, com 63 mil toneladas.

A aquicultura mundial continua crescendo, e uma das atividades dessa área é a carcinicultura, que corresponde ao cultivo de camarões podendo ser de água doce ou salgada dependendo da região e espécie cultivada (MEDEIROS, 2019). A carcinicultura possui alguns fatores que contribuem para o desenvolvimento como rentabilidade, regiões produtoras, mercado internacional e novas tecnologias, possibilitando investimentos do setor público ou privado. Essa atividade se destaca nos países Asiáticos e no Brasil, sendo definida pelos micros, pequenos e médios produtores (TAHIM *et al.*, 2019).

De acordo com a Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Região Nordeste apresentou em 2020 um aumento de 14,1% na produção, total de 62,9 mil toneladas de camarão, equivale a 99,6% do total nacional (IBGE, 2021). O cultivo de camarão se destaca no Nordeste brasileiro,

principalmente no Estado do Ceará, devido a rentabilidade econômica, alta produtividade, condições ambientais e adaptação da espécie *L. vannamei* (FIGUEIREDO *et al.*, 2005).

É notório a expansão da criação do camarão marinho em viveiro, devido aos avanços tecnológicos utilizados na produção, apresentando importância econômica e ambiental, se estabelecendo no Brasil de forma segura e legal (SARDOU *et al.*, 2022). A carcinicultura é um dos setores que mais cresce, devido às tecnologias, técnicas de manejo, maximização da produção e alta produtividade (OLIVEIRA, 2008). Esse setor é importante para novas oportunidades de empreendimentos, gerando emprego e renda (SOUZA, 2021).

3.1.2 Estágios larvais do camarão

Os camarões pertencentes ao gênero *Penaeus*, dispõe dos seguintes estádios larvais: náuplio, protozoéa, misis e pós-larva (Figura 3). Cada estágio apresenta características diferentes, o primeiro estágio é o náuplio, quando finaliza o desenvolvimento embrionário do camarão ocorre a eclosão e surge a larva que denomina de náuplio. É dividido em 5 a 6 subestágios e as principais características são a alimentação exclusiva pelas reservas vitelínicas e se movimentam de forma desregulada na água. Ao realizar a muda o náuplio passa para o estágio de protozoéa quem possui três estágios, seu corpo apresenta o cefalotórax e abdômen, alimentação é através do fitoplâncton e natação contínua. O próximo estágio é o de misis, onde o animal expõe aparência semelhante a um camarão pequeno, alimenta-se do fitoplâncton e zooplâncton, a natação é feita através da contração realizada pelo abdômen e para trás. O último estágio é o de pós-larvas, similar ao camarão, o animal deixa de ser planctônico e passa a ser bentônico, locomove utilizando os pleópodos (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2001; RAMIRO, 2020).

Figura 3 – Ciclo de vida do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.



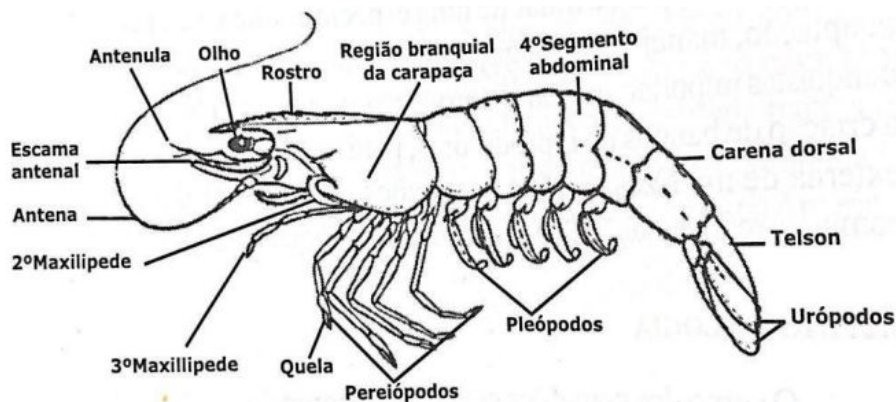
Fonte: SENAR (2016).

Na fase de náuplio, a larva passa por seis mudanças no período de 50 horas, protozoa, também conhecido como zoea, possui duração de 4 a 5 dias, o estágio de mysis dura de 3 a 4 dias, após esse curto período obtemos a pós-larva, que apresenta formato e comportamento do camarão adulto (CASTELO BRANCO, 2021). Durante todo o cultivo é importante que haja condições adequadas para o desenvolvimento dos camarões, principalmente nos estágios iniciais, onde os organismos são frágeis, destacando os cuidados com os fatores abióticos (NUNES; ANDREATTA, 2011). Para acompanhar e avaliar o desenvolvimento desse animal no cultivo, utiliza-se a visualização do animal através da microscopia, onde é possível visualizar uniformidade, fisiologia, movimentação e alimentação.

Os primeiros estágios larvais dos camarões necessitam de mais atenção e manejo alimentar adequado, pois inicialmente são onívoros, se alimentam de fitoplâncton, ao atingir a fase de pós-larva alimentam-se de zooplâncton. Na fase juvenil possuem hábito alimentar onívoro e quando adultos são classificados como onívoros, detritívoros ou carnívoros (COUTINHO, 2019).

A estrutura morfológica externa do camarão marinho *L. vannamei* é composta por duas partes (Figura 4), a primeira é o cefalotórax que contém as antênulas e antenas, que auxiliam na percepção da movimentação e alimento, encontra-se também o hepatopâncreas que são glândulas digestivas, com a finalidade de produzir enzimas e absorver os nutrientes. A segunda parte é o abdômen, dispõe de seis segmentos abdominais com contração rápida que auxilia a proteger dos predadores, também apresentam pereiópodos e pleópodos ajudando na locomoção (RAMIRO, 2020). Os camarões pertencentes à família dos *Peneídeos* apresentam corpo alongado e com exoesqueleto que contém quitina (COUTINHO, 2019).

Figura 4 – Visualização lateral da fisiologia externa do camarão *peneídeo*



Fonte: BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO (2002).

3.1.3 Cultivo do camarão

As fazendas de camarão no país, geralmente utilizam o sistema bifásico de cultivo, a fase de berçário dura em média 12 dias e fase de engorda, de 100 a 120 dias (BEZERRA *et al.*, 2007), normalmente utilizam o sistema de cultivo semi-intensivo, que possui densidades moderadas, uso de aeradores e ração nas bandejas (PONTES; ARRUDA, 2005).

O Estado do Ceará atualmente ocupa a primeira colocação na produção de camarão marinho do Brasil em águas oligohalinas, podendo ser cultivado em água salobra ou marinha em diferentes níveis de salinidade (CASTELO BRANCO, 2021). É importante escolher um sistema de produção mais adequado para a fazenda, pois interfere no manejo, técnicas que envolvam a otimização da produtividade, sobrevivência e redução de custos na produção (SOUZA *et al.*, 2020).

A primeira etapa para o cultivo é a maturação, que corresponde ao acasalamento das matrizes, no qual são separados fêmeas e machos com boa genética para que ocorra a reprodução. Em seguida a fase da larvicultura, a mais importante para a cadeia produtiva, pois uma larva de qualidade proporciona ao cultivo bom desenvolvimento e alta sobrevivência (CASTELO BRANCO, 2021). Nas fases iniciais, as larvas de camarão alimentam-se de fitoplâncton e zooplâncton, além de fonte nutricional, o plâncton é importante para o equilíbrio do sistema, pois o fitoplâncton é importante para a produção de oxigênio, síntese de alguns compostos bioativos, como é o caso dos imunoestimulantes e o zooplâncton apresenta um papel fundamental na ciclagem de nutrientes (LUCENA, 2018).

Ao atingir o estágio de pós-larvas é realizado o povoamento, no qual elas são transferidas para os viveiros ou tanques de engorda. Na etapa de engorda as pós-larvas passam a realizar vários processos de muda, fazendo com que o animal cresça até atingir tamanho comercial. A alimentação nos viveiros de engorda é denominada de arraçoamento, podendo ser feita de forma lanço manual ou por bandejas localizadas no fundo e espalhadas pela área de cultivo (BULL, 2019). E para finalizar o cultivo é feito a despesca, que consiste na retirada dos camarões da água quando alcançam o peso da demanda do mercado, variando de acordo com época do ano, região, comércio e valor (FISCHER, 2021).

Muitas fazendas de camarão utilizam tanques de berçários, que podem ser de fibra de vidro, alvenaria ou viveiros tradicionais, com o objetivo de reduzir o tempo de cultivo nos viveiros de engorda, além de otimizar a produção por área e rotatividade. Os sistemas de cultivo são classificados em extensivo, semi-intensivo e intensivo, as diferenças entre eles estão no tamanho da área de cultivo, densidade de estocagem, acompanhamento da qualidade da água, nutrientes e técnicas de manejo (MAGALHÃES, 2004).

O sistema extensivo possui baixa renovação de água, baixa densidade, grandes áreas de viveiros e sem uso de tecnologias avançadas. O sistema semi-intensivo é caracterizado por densidade baixa, realiza a renovação de água, usa aeradores e ração, mas ainda utiliza alimento natural. O sistema intensivo é composto por áreas pequenas, com elevada densidade, alta renovação de água, uso de tecnologias, aeradores e ração de alta qualidade (PAULA, 2020).

A carcinicultura deve ser realizada de forma sustentável, com aspectos sociais, ambientais e econômicos. Para executar a atividade as fazendas precisam buscar as normas com base nas políticas públicas, respeitando a legislação vigente e fiscalização para permanecer no setor (RABELO, 2019).

O bom desenvolvimento e alta produção do camarão se deve a vários fatores, como reprodutores com boa genética, larvicultura com manejos adequados, técnica propícia para transferir as pós-larvas, tecnologia aplicada, monitoramento da qualidade de água, alimentação com destaque na qualidade e quantidade ofertada (OLIVEIRA, 2008). Além da tecnologia, demanda do mercado mundial e redução da pesca extrativista do camarão (BEZERRA *et al.*, 2007).

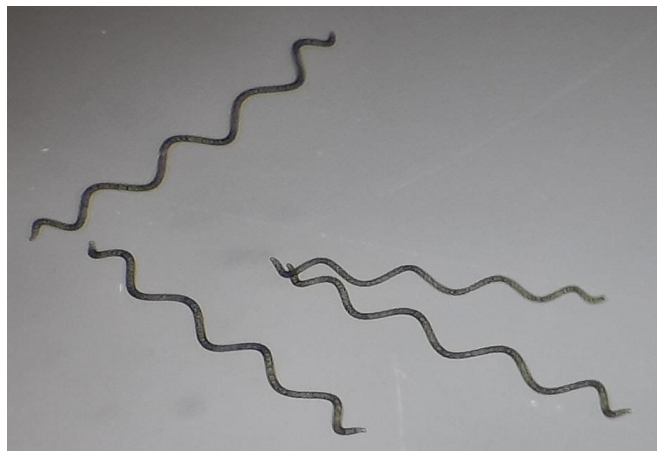
Utilizar rações de boa qualidade durante todo cultivo de camarão, formuladas com a finalidade de atender as exigências nutricionais, viabiliza cada estágio de desenvolvimento, pois necessita de quantidades diferentes de nutrientes para que alcancem o crescimento esperado, alta sobrevivência e produção (SILVA, 2019). As inovações tecnológicas são essenciais para o desenvolvimento da atividade, assim como também realizar o monitoramento da qualidade da água, pois é o meio de cultivo desses animais (MEDEIROS, 2019).

3.2 Microalga marinha *Spirulina platensis*

3.2.1 Morfologia

A microalga *Arthrospira platensis* é conhecida popularmente por *Spirulina platensis* (BELAY, 2002; LOURENÇO, 2006). Pertence à ordem *Oscillatoriales*, família *Cyanophyceae*, gênero de Cianobactéria filamentosa e pluricelular, a espécie *Spirulina platensis* (Figura 5), apresenta coloração verde azulada e formado helicoidal ou espiral, podem medir de 3 a 13 micra de diâmetro e de 100 a 200 micra de comprimento (LÓPEZ, 2013; SARANRAJ; SIVASAKTHI, 2014; ROCHA, 2016; GULDAS *et al.*, 2021; BELAY, 2002). O crescimento da *S. platensis* pode variar de acordo com as condições do cultivo e o meio de cultura utilizado (MULITERNO *et al.*, 2005).

Figura 5 – Visualização microscópica da *Spirulina platensis*, utilizando lente objetiva 10x



Fonte: Arquivo pessoal.

Originária dos lagos do Japão, México, Tailândia e África, a *Spirulina* sp. possui a capacidade de se adaptar em diferentes condições de cultivos, como temperatura alta, luminosidade, salinidade e meios alcalinos (ARRUDA *et al.*, 2009; FERREIRA, 2020; LÓPEZ, 2013). Essa microalga se evidencia das demais por ser de fácil adaptação, uso diversificado e de alto valor nutricional utilizados na alimentação humana e animal (VASQUEZ-VILLALOBOS *et al.*, 2014).

Habita em diversos ambientes, seu organismo possui metabolismo capaz de adaptar a várias condições de cultivo, incluindo ambientes com situações extremas. As microalgas são microrganismos suscetíveis a contaminação por outros organismos, mas a *Spirulina platensis*, por também pertencer as cianobactérias e suportar pH mais elevado, apresenta baixa contaminação durante o cultivo (LÓPEZ, 2013; ROCHA, 2016).

3.2.2 Composição Química

A *Spirulina platensis* dispõe de compostos como aminoácidos essenciais e não essenciais, entre eles estão: histidina, leucina, lisina, metionina, valina e isoleucina. Os ácidos graxos polinsaturados fazem parte dessa microalga como os ácidos alfa-linoleico, gama-linoleico, palmítico, oleico e linoleico. As vitaminas: ácido ascórbico, calciferol, tocoferol, tiamina, riboflavina, nicotinamida, piroxidina e cianocobalamina. Além dos minerais como Potássio, Magnésio, Ferro, Cálcio, Manganésio e Molibdénio (ALMEIDA *et al.*, 2020; ROCHA, 2016).

São fontes de vitaminas, minerais, como a B12 e vitamina E, também dispõe de ferro, enzimas, antioxidantes, cálcio, enzimas e carboidratos. Contém carotenóides, ficocianina, clorofila, aminoácidos essenciais, potássio, fósforo, selênio, manganês, zinco, magnésio e ácido gama-linoleico (KHANSOLE, 2018).

A composição da *Spirulina* contém carboidratos, minerais, ácidos graxos poliinsaturados (GHEDA *et al.*, 2021), polissacarídeos, compostos fenólicos, ficobiliproteínas (IKEDA, 2021), aminoácidos essenciais, ácido linolênico (PINHO *et al.*, 2010), clorofila-a, carotenóides (ARRUDA *et al.*, 2009). Além de ser fonte de vitamina A e antioxidante (CUNHA, 2010; GULDAS *et al.*, 2021), pigmentos como zeaxantina, mixoxantofila, ficocianina (COHEN, 1997). Dispõe de alto teor de proteínas varia entre 40 a 70% (ARRUDA *et al.*, 2009; PEREIRA, 2017) e compõe 4 a 7% de lipídeos (ROCHA, 2016).

A parede celular da *S. platensis* é formada por peptideoglicanos, em consequência são mais digeríveis quando comparada com as constituídas por celulose. Proporcionando a vantagem de consumir por inteiro essa microalga ou produtos que contenham ela, sem precisar de outro tratamento, pois os nutrientes vão ser disponibilizados no organismo, contendo aproximadamente 86% de digestibilidade (ROCHA, 2016). Todos esses fatores propiciam essa espécie a ser utilizada com sucesso na nutrição de organismos aquáticos.

3.2.3 Cultivo

De acordo com Moreira (2021), antes de iniciar qualquer cultivo é importante realizar o delineamento e planejamento da produção. Escolher o sistema em ambiente interno ou externo, o tipo de estrutura sendo aberto ou fechado, o cultivo será de forma axênico, xênico ou mista, e definir a metodologia de produção, entre estático, semicontínuo e contínuo.

Após o delineamento, ao iniciar o cultivo de microalgas é de fundamental importância adquirir cepas de qualidade em laboratórios que sejam especializados (MOREIRA, 2021), isso proporciona uma diferença durante e depois da produção. Ao adquirir é necessário realizar os manejos corretamente para aumentar o volume e manter a qualidade, outra opção é obter através do ambiente natural utilizando o método de isolamento. O isolamento equivale a separação de uma determinada espécie das demais presentes em um meio de cultivo ou na amostra coletada no ambiente (LOURENÇO, 2006).

O cultivo das microalgas está posicionado na base da cadeia produtiva dos organismos aquáticos cultiváveis (LOURENÇO, 2006). O cultivo da *Spirulina platensis* pode ser realizado

ao ar livre e em ambientes fechados, por serem organismos alcalofílico e termofílico. Os parâmetros considerados adequados para um bom desenvolvimento da espécie no cultivo envolvem a temperatura entre 35-37 °C, mas suportam a redução na faixa de 15-35 °C, abaixo disso começa o processo de deterioração. E o pH do ambiente deve estar entre 8 a 11 (COHEN, 1997; ROCHA, 2016) estão diretamente ligados ao manejo e o aumento da produtividade.

As culturas fotoautotróficas demandam do fornecimento de luz, considerada a fonte de energia mais relevante (CASAZZA *et al.*, 2022). Fatores como a qualidade da água, aeração para movimentação do cultivo, temperatura, luminosidade, pH e manejo adequado (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2001) são essenciais para o bom desenvolvimento da microalga. É necessário monitorar as variações da concentração ao longo do dia, pois interfere na atividade metabólica das algas e fazem um diferencial na produção final.

Um dos parâmetros mais importantes para o desenvolvimento das microalgas é a luminosidade, sendo necessário fornecer a intensidade e o tempo adequado, caso seja fornecido em excesso pode causar fotooxidação e a falta de luz limita o crescimento (VASQUEZ-VILLALOBOS *et al.*, 2014). Os parâmetros de intensidade luminosa e manejo estão diretamente ligados ao alto rendimento da biomassa da *Spirulina* (VÁSQUEZ-VILLALOBOS *et al.*, 2017).

Em condições de cultivo adequadas a *Spirulina* apresenta maior produtividade que culturas agrícolas convencionais, seu crescimento é análogo ao de bactérias e leveduras, a biomassa dobra a cada 3 a 5 dias (RODRÍGUEZ *et al.*, 2013). As condições de cultivo podem variar de uma empresa para outra, como também de região, fatores como luminosidade, meio de cultura e temperatura possibilitam atividades metabólicas e biológicas diferentes em função dessas circunstâncias (ARAÚJO *et al.*, 2003).

Segundo Ferreira (2020), no Brasil há empresas que cultivam a *Spirulina* com a finalidade comercial e está em expansão em várias regiões, com destaque na cidade de Palhoça em Santa Catarina e na cidade de Patos em Paraíba. Ela se adequa aos cultivos em larga escala, por causa da eficiência fotossintética, adaptação ao meio e crescimento rápido.

A região Nordeste se destaca no cultivo de microalgas, por apresentar condições favoráveis como temperatura, iluminação natural abundante, água salobra com pH elevado, adequados para o cultivo, principalmente da *Spirulina* (BARROS, 2010). Devido a biomassa rica em componentes com alto valor comercial, as pesquisas buscam desenvolver sistemas de cultivo que reduzam os custos e mantenham uma produção sustentável (PEREIRA, 2017).

Para realizar o cultivo em escala comercial atualmente, o setor tem utilizado duas tecnologias: fotobiorreatores fechados e tanques abertos, para a produção dessa biomassa de

alto valor econômico e nutricional (SONI *et al.*, 2017). Amplos apresentam vantagens e desvantagens, os fotobiorreatores é um sistema mais moderno, é um ambiente fechado, com condições controladas, como oferta de luz, temperatura controlada, baixa contaminação, maior concentração de biomassa e processo automatizado (HUARACHI-OLIVERA *et al.*, 2015; LÓPEZ, 2013), mas requer alto investimento técnico e financeiro. Os cultivos em tanques *raceways* são realizados em ambientes abertos, esse tipo de sistema é apropriado para espécies que toleram grandes variações dos parâmetros no cultivo, como é o caso da *Spirulina platensis* que suporta pH elevado (MOREIRA, 2021) e de salinidade (ISMAIEL *et al.*, 2016).

A *Spirulina platensis* pode ser cultivada em ambientes desérticos e se desenvolve em água salina, sendo que esse meio não é adequado para agricultura convencional (LÓPEZ, 2013). Outra vantagem que essa espécie proporciona é ser cultivada nos efluentes da carcinicultura, por ser uma água com alta concentração de nutrientes orgânicos, provenientes da ração que não foram consumidas e da excreção dos camarões (LOPES, 2022).

3.2.4 Aplicabilidade da *Spirulina platensis*

Desde a antiguidade, as microalgas são utilizadas como alimento para humanos nos países como China, Japão, Índia, América do Norte entre outros (MORAES *et al.*, 2013). A *Spirulina platensis* se destaca por ser um microrganismo que dispõe de vários potenciais, um deles é a pigmentação, importantes para as indústrias de cosméticos, alimentos e farmacêuticos. Contém ficobiliproteínas e clorofila, esses pigmentos são utilizados para substituir corantes artificiais, nas comidas, bebidas, cosméticos e também comercializados em pó ou cápsulas (BARROS, 2010).

Tem aplicações em diversas áreas como terapêuticas, nutricionais, farmacológicos, pigmento natural, prebióticos, probióticos, marcadores fluorescentes, fonte nutricional de proteínas, carboidratos e vitaminas. Essa microalga é utilizada na fabricação de cosméticos, suplementos na área da aquicultura e na alimentação humana e animal (ARAÚJO *et al.*, 2003; LÓPEZ, 2013; PEREIRA, 2017), além de ser utilizada como fonte para biocombustível (ANDRADE; COSTA, 2008; MICHALAK *et al.*, 2020).

Esta microalga é importante para a alimentação de organismos aquáticos, pois ajuda na qualidade da água, proporcionando o equilíbrio do oxigênio, compostos nitrogenados e dióxido de carbono (ARANA, 2004). São utilizadas como alimentos nutracêuticos e funcionais, por ser rica em nutrientes, auxilia na prevenção e no tratamento de doenças (MULITERNO *et al.*, 2005).

Para ser considerado um alimento nutritivo é necessário que tenha principalmente grande quantidade de aminoácidos e de ácidos graxos essenciais, entre outros. Pois esses elementos auxiliam para o desenvolvimento e sobrevivência de várias espécies cultivadas (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2001), a *Spirulina* dispõe desses componentes.

A *Spirulina* é utilizada como alimento para animais como crustáceos, peixes, bovino, suínos, aves e insetos (RODRÍGUEZ *et al.*, 2013). Pode ser utilizada como proteína e suplemento nutricional para dietas na aquicultura (SARANRAJ; SIVASAKTHI, 2014). Ao serem alimentadas com adição da *Spirulina platensis* na ração, as espécies cultivadas apresentaram melhorias no sistema imunológico, pois obtém nutrientes que auxiliam na defesa contra patógenos e doenças, além de ganho de crescimento (ARAÚJO *et al.*, 2003; KUBITZA, 2013).

Essa microalga apresenta cerca de até 70% de proteína bruta de biomassa seca, e os demais compostos como os aminoácidos essenciais são importantes fontes de nutrição alimentar (RIBEIRO, 2019). Utilizada como uma fonte proteica de origem vegetal, podendo substituir/complementar a proteína de fonte animal, uma alternativa viável para ser incluso na alimentação dos organismos cultivados na carcinicultura (CARNEIRO, 2020).

É utilizada nas rações da aquicultura, devido à crescente demanda do mercado por alto padrão e qualidade de insumos. Ela pode ser adicionada na ração como suplemento nutricional ou substituto total da proteína (VONSHA, 1997). Pela grande demanda do mercado, se faz necessário buscar opções viáveis ambientalmente e economicamente de cultivos curtos e que proporcionam aumento da biomassa (CUNHA, 2010).

De acordo com Rocha (2016) a *Spirulina platensis* contém vários nutrientes como vitaminas e minerais essenciais para os organismos aquáticos, sendo necessário absorver a quantidade correta para manter as atividades metabólicas do organismo, crescimento e boa resposta imunológica. Caso não realize o consumo desses nutrientes, pode causar uma carência nutricional, ocasionando desenvolvimento lento e possíveis doenças e patógenos.

A *Spirulina platensis* desempenha a função de biorremediação, ou seja, proporcionam uma diminuição da carga de nutrientes que estão presentes no efluente da aquicultura, além disso, com o crescimento das algas no meio aquático, favorece a liberação de oxigênio o que aumenta a capacidade de autodepuração da água. Um dos usos da biomassa das microalgas é como biofertilizantes, em alguns Países é empregada no solo para obter uma maior produtividade na agricultura (WUANG *et al.*, 2016).

As microalgas são importantes indicadores da qualidade de água na aquicultura, a *S. platensis* se mostra eficiente para tratar efluentes, capaz de reduzir a concentração de alguns compostos presentes no ambiente de cultivo, como a amônia (SILVA *et al.*, 2020). Além de proporcionar redução dos impactos ambientais, possibilitando reutilizar a água e produção de biomassa algal.

A atividade metabólica da *Spirulina* possibilita absorver os metais tóxicos no meio aquático (ARRUDA *et al.*, 2009; MAGRO *et al.*, 2013), proporcionando o tratamento no efluente para ser utilizado no cultivo, ela também demanda de fósforo, nitrogênio e matéria orgânica presentes no efluente. Após serem convertidos em biomassa pode ser incluídas em diversas aplicações, como enriquecimento nutricional de ração, possibilitando um sistema econômico e produtivo (NOGUEIRA *et al.*, 2018; MEDEIROS; MELLO, 2019). Devido a sua importância ambiental, econômica, diversas aplicabilidades e alto valor nutricional, o presente trabalho optou em trabalhar com a microalga azul *Spirulina platensis*.

3.3 Aditivos na ração

Para obter um bom desenvolvimento dos organismos cultivados é necessária uma dieta balanceada, proveniente de rações de qualidade. Os aditivos têm como principais finalidades alterar, manter e/ou incrementar as características sensoriais, físicas, químicas e biológicas da ração (NRC, 2011). É possível suplementar a dieta de organismos aquáticos através do uso de aditivos alimentares, fortalecendo o sistema imunológico, evitando possíveis enfermidades e visando melhorar o manejo alimentar (SOARES *et al.*, 2022).

A ração é um dos insumos mais caros da produção, e a adição de compostos ricos nutricionalmente na dieta do camarão, podem otimizar os fatores ambientais, biológicos, econômicos e sanitários (SILVA, 2022; SOUZA; CAVALCANTE, 2018). Além de melhorar a eficiência alimentar, aumentar o consumo, reduzir desperdícios e contribuir para os parâmetros zootécnicos e de qualidade da água (VARILLAS, 2021).

Na aquicultura, ao adicionar na ração compostos que possuem composição nutricional alta, geralmente derivados de microalgas, promove mais saúde e crescimentos dos animais (MARIOT, 2019; ROCHA, 2017). As estratégias alimentares são importantes para melhorar a eficiência das rações comerciais e uma das fontes de proteínas mais utilizadas apresenta origem vegetal, a inclusão desses aditivos auxiliam na melhoria da palatabilidade e suplementação (GOMES, 2020).

A *Spirulina* sp. é uma das microalgas mais utilizadas como aditivos na alimentação, devido a sua formação nutricional, principalmente de proteínas e por apresentar fácil adaptação

as condições de cultivo para obtenção de biomassa (COSTA, 2019). Os aditivos utilizados na ração podem ser ofertados durante todas as etapas de cultivo, desde que respeite a quantidade de nutrientes adequados para o desenvolvimento dos organismos, pois cada fase exige uma porção diferente.

3.4 Qualidade de água

3.4.1 Importância da qualidade de água para carcinicultura

O uso da água é indispensável em vários setores, destaca-se a navegação, pesca, aquicultura, agropecuária, agricultura, indústria, comércio, fábricas, casas, escolas, paisagismo e lazer. Por isso, a importância de conservar e manter as propriedades da água de forma que não falte, pois, a falta impossibilita a vida e a cadeia produtiva (REIS *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2021).

Na aquicultura, antes de iniciar o cultivo deve-se analisar a água de abastecimento dos viveiros ou tanques, independentemente de ser água de poço, do mar ou do estuário, precisa conhecer as propriedades presentes na água, se está propícia para o cultivo. A água utilizada para outros serviços, como produção de microalgas e limpeza dos materiais, equipamentos e tanques também precisam estar adequadas (BARBOSA, 2022).

De acordo com a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), os parâmetros de qualidade da água são substâncias ou outros tipos de indicadores que informam a qualidade da água em um determinado local, esta resolução também orienta sobre os limites aceitáveis de alguns parâmetros.

Para aquicultura a qualidade de água é a união de várias características ótimas (ARANA, 2004), ou seja, é o equilíbrio dos parâmetros físicos, químicos, biológicos e o manejo adequado para a cultura, assegurando a qualidade do cultivo (SOUZA, 2019). As características físicas e químicas presentes influenciam nas atividades biológicas e resultados zootécnicos dos organismos (BORGES, 2018).

É de extrema importância realizar o monitoramento da qualidade de água, pois os parâmetros precisam apresentar condições aceitáveis para cada organismo cultivado, proporcionando ganho de peso satisfatório (RIBEIRO, 2017). Todos os parâmetros são importantes e precisam ser monitorados, entre eles se destaca o oxigênio dissolvido, salinidade, potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade, temperatura, transparência, turbidez, nitrogênio amoniacal, fósforo, nitrito, nitrato, sólidos suspensos totais, entre outros, devem ser medidos e acompanhados em cada viveiro ou tanque (CAVALCANTE, 2018; SOARES *et al.*, 2021).

Os parâmetros devem ser determinados periodicamente, de acordo com as rotinas de cada fazenda, com o auxílio dos equipamentos: oxímetro, salinômetro, termômetro, medidor de pH, disco de Secchi, entre outros. Todas as análises realizadas devem ser registradas em fichas de controle, para efetuar o acompanhamento e o manejo adequado (ABCC, 2017), além dos equipamentos e kits colorimétricos, há profissionais que trabalham realizando essas análises. É necessário realizar a limpeza dos equipamentos a cada uso, evitando assim contaminação cruzada entre viveiros ou tanques.

Para realizar o cultivo dos organismos aquáticos deve-se monitorar as condições da água, pois é o meio ambiente desses seres e a qualidade da água permite êxito na atividade, como alta sobrevivência, saúde, crescimento e reprodução. Caso a qualidade da água esteja inadequada, toda a produção é comprometida, por isso a importância de medir e avaliar as propriedades presentes nos recursos hídricos utilizados no cultivo (LEIRA *et al.*, 2017).

Todos os parâmetros são importantes para uma boa produção, como a concentração do oxigênio dissolvido (OD), que é um dos primeiros indicadores da qualidade e para medir é utilizado um oxímetro, (JANZEN *et al.*, 2008). As principais fontes são através da fotossíntese e atmosfera (ESTEVES, 1998).

A temperatura da água é um dos parâmetros mais importantes nos fatores biológicos, químicos e nas atividades fisiológicas desses organismos, sendo um parâmetro físico que interfere em outros indicadores químicos. Também está relacionada ao estresse e ao sistema imunológico, quando a temperatura é inadequada favorece o surgimento de doenças (ARANA, 2004; LEIRA *et al.*, 2017; LIMA, 2011).

O potencial hidrogeniônico (pH) indica se a água está ácida, neutra ou básica, cada organismo possui sua faixa ótima para desenvolver, fatores como a respiração, adubação e calagem podem alterar o pH (LEIRA *et al.*, 2017). É de extrema importância pois está diretamente ligado ao metabolismo e aos processos fisiológicos dos organismos aquáticos (ARANA, 2004). A salinidade é responsável por medir a concentração total de íons que estão dissolvidos, para realizar esta análise é utilizado um refratômetro ou pela quantidade de íons de cloreto presente na água (KUBITZA, 2003). Está associada a capacidade de osmorregulação dos organismos aquáticos (MELO, 2021).

O fósforo é importante para os processos metabólicos, pois constitui a membrana celular e armazena energia, já o nitrogênio é responsável por participar da formação de proteínas (ESTEVES, 1998). O fósforo e nitrogênio inorgânicos presentes na água, são provenientes da decomposição bacteriana da ração que não foram consumidas e excreção dos animais, altas

concentrações desses componentes resultam em dificuldades no cultivo, pois podem causar o processo de eutrofização (BORGES, 2018).

Os compostos nitrogenados apresentam-se, principalmente, de três formas no ambiente aquático: amônia, nitrito e nitrato. A amônia pode estar no meio aquático de duas formas, como ionizada NH_4^+ (não tóxica) e não ionizada NH_3 (tóxica). Para manter o equilíbrio entre elas, o principal parâmetro é o pH, que deve estar aproximadamente 7 (ARANA, 2004). Surge como produto das excreções dos organismos e decomposição bacteriana da matéria orgânica (BORGES, 2018). O nitrito corresponde a um metabolito intermediário presente no processo de nitrificação (KUBITZA, 2003). E o nitrato é a principal forma responsável pela produção primária e em sistemas de cultivo fechado pode apresentar toxicidade por ser bioacumulativo, sendo o produto final do processo de nitrificação (DUTRA, 2017).

A alcalinidade total é a concentração de bases tituláveis, está relacionada com a capacidade de manter o equilíbrio ácido-básico da água, ou seja, conservar o poder tampão do pH da água. A dureza total é responsável pelos íons metálicos livres na água (KUBITZA, 2003).

A transparência está associada à produção primária e é medida com o disco de Secchi, quando se encontra na medida correta, depende da profundidade de cada sistema de cultivo, geralmente entre 30 a 40 cm, indica que há produção primária no meio. E a turbidez são partículas em suspensão na água, quanto mais turva estiver a água menos adequada é para o cultivo, pois interfere na entrada da luz solar (LEIRA *et al.*, 2017). Para medir a turbidez podem ser utilizados equipamentos eletrônicos como turbidímetro (SILVA, 2018).

Para realizar as correções necessárias durante todo o cultivo é de extrema importância monitorar os parâmetros de qualidade da água, juntamente com as observações diárias, como o comportamento dos animais e a coloração da água (ABCC, 2017). Os parâmetros não devem estar concentrados ou em falta no ambiente de cultivo, pois tanto o excesso como a ausência desses indicadores podem prejudicar e atrasar as atividades fisiológicas dos organismos, dificultando o desenvolvimento dos mesmos e ficam mais susceptíveis a doenças (MELO, 2021).

A boa qualidade da água auxilia a saúde dos organismos e o equilíbrio do ecossistema aquático (CAVALCANTE, 2018). Para mantê-la é de fundamental importância ter boas práticas de manejo, como oferta de ração adequada, controle da adubação e garantir as concentrações dos parâmetros de qualidade de água adequados para a espécie cultivada. Esses cuidados permitem cultivar sem prejudicar a capacidade de suporte do ambiente, ou seja, produzir uma certa quantidade de organismos com o mínimo de interferência ao ecossistema natural. Cultivar sem prejudicar o ambiente e evitando perdas econômicas (SILVA *et al.*, 2018).

A qualidade da água do cultivo deve ser apropriada, favorecendo assim o crescimento dos organismos, diminuindo as trocas de água (BARBOSA, 2022). Após o cultivo, a água pode ser reutilizada, possibilitando a sustentabilidade e diminuindo o uso de outras fontes hídricas (SILVEIRA *et al.*, 2022), além de respeitar a legislação vigente para destinação de efluentes (COEMA, 2021). Considerando a importância da qualidade da água, o presente trabalho realizou o monitoramento para realizar o acompanhamento dos parâmetros, para obter animais saudáveis com boas taxas de crescimento e alta sobrevivência.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aquisição da água do mar

A água do mar utilizada para o cultivo experimental foi armazenada em caixa de transporte de organismos aquáticos, para ser transferida até o laboratório e em seguida, acondicionada em caixas d'água de volume útil de 1.000 L. Para a realização do experimento, a água do mar passou por filtração, para remover sujidades e tratamento com tiosulfato e EDTA, para retirada do cloro e metais traços. A salinidade era de 35, adequada para o cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*.

4.2 Obtenção do camarão *Litopenaeus vannamei*

Os camarões foram adquiridos por meio de uma parceria com a empresa de carcinicultura Laboratório Maris - Maturação e Larvicultura, localizada no município de Aracati. Os indivíduos se apresentavam como pós-larvas 6 (pL's 6), onde foram coletados e transportados em sacos plásticos com água e oxigênio ao Laboratório de Tecnologias Aquícolas – LTA, situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Aracati. Os mesmos passaram pelo processo de aclimação em condições adequadas durante 24 horas até o início do experimento, com pH entre 7-8, salinidade 35, temperatura 28 °C e durante esse período foram alimentados à vontade com ração de 40% de proteína bruta.

4.3 Cultivo da microalga *Spirulina platensis*

A biomassa de *S. platensis* foi obtida através de cultivos, utilizando como meio de cultura alternativo (Tabela 1), com salinidade 15. Realizou-se os cultivos em carboy de 20 L, com volume útil de 15 L sob iluminação 7.000 lux fornecida por duas lâmpadas fluorescentes de 40 W e aeração constante fornecida por um soprador eletromagnético com a finalidade de

movimentar o cultivo para um melhor aproveitamento fotossintético e absorção de nutrientes (Figura 6), o crescimento algal foi acompanhado diariamente por densidade ótica (DO_{680nm}) por espectrofotometria, utilizando alíquotas de 5mL.

Tabela 1 – Composição química do meio alternativo.

Reagentes	g/L
Úreia	120
Superfosfato triplo (SPT)	30

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 6 – Cultivo da microalga *S. platensis*.

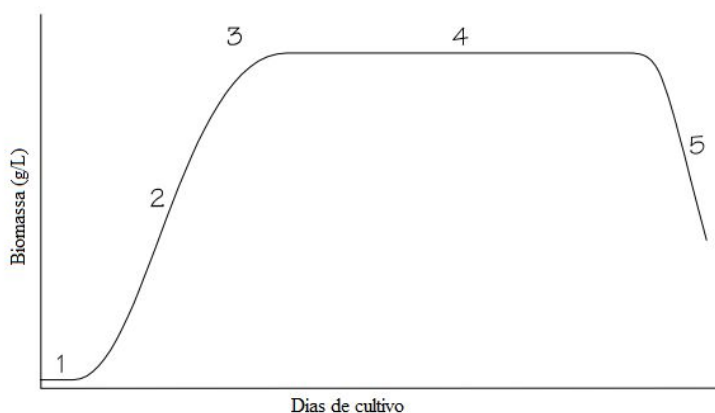


Fonte: Arquivo pessoal.

O desenvolvimento das microalgas segue uma curva de crescimento padrão (Figura 7), a primeira etapa ocorre a adaptação ao novo cultivo, segunda etapa, as células estão adaptadas às novas condições e acontece o crescimento exponencial algal. A terceira etapa, devido a diminuição dos nutrientes do meio de cultura, ocorre um crescimento lento das células. Na quarta etapa, acontece um crescimento estável, ou seja, a taxa de crescimento é igual a taxa de

mortalidade. A última fase, resulta no consumo total dos nutrientes do meio de cultivo, causando a morte celular (SILVA, 2017).

Figura 7 – Curva de crescimento padrão de microalgas expressa em densidade celular por dia de cultivo.



Fonte: FAO, 1996.

O momento em que o crescimento algas se encontra na quarta etapa, que é a fase estacionária e antes de alcançar a fase de morte, a biomassa foi filtrada em malha de 60 micra, através do método de sifonamento. Em seguida foi lavada para retirada do sal e seca em estufa a 60° C durante 24h, para obter a biomassa algal seca, posteriormente foi pesada em balança analítica e adicionada na ração do camarão seguindo cada dieta do experimento (Figura 8).

Figura 8 – Adição da microalga *S. platensis* a ração comercial.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.4 Delineamento experimental

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Tecnologias Aquícolas (LTA), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *campus* Aracati, com a duração de 35 dias. Foram utilizadas pós-larvas 6 (pL's 6), distribuídas em aquários contendo o volume total de 100L e volume útil de 80L com densidade de 1 pL/L. Os aquários foram revestidos com E.V.A para evitar iluminação direta e diminuir o contato com a movimentação externa. A luminosidade é um fator abiótico que pode alterar alguns parâmetros de desenvolvimento dos organismos cultivados, outro fator que pode interferir é o movimento externo, por causar estresse aos animais (SOUZA *et al.*, 2020). Os aquários foram dispostos de forma aleatória no laboratório e submetidos a aeração constante utilizando um soprador eletromagnético para manter o oxigênio acima de 4 mg/L, concentração mínima exigida pela espécie utilizada no experimento (Figura 9). De acordo com Boyd; Tucker (2014), a concentração adequada de oxigênio dissolvido (OD) é de 5,0 a 15 mg/L para o cultivo do camarão *L. vannamei*.

Figura 9 – Visão lateral da estrutura dos aquários.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para preparação da dieta utilizou-se uma ração comercial em pó com 40% de proteína bruta, sendo adicionado a biomassa da microalga em diferentes concentrações, tratamentos 2 e 3, com *S. platensis* com 0,5 g e 1,0 g, respectivamente a cada 100 g de ração comercial. Para a homogeneização da ração com a biomassa seca em pó da microalga, utilizou-se 10 g de gelatina comercial incolor sem sabor adicionada a 200 mL de água destilada, no qual foi aquecida a 100

°C durante 20 minutos, sendo adicionada aos poucos na mistura, até a homogeneidade e posteriormente, foi para a estufa a 60 °C durante 24h (LOBÃO *et al.*, 1993; SILVA *et al.*, 2020).

O experimento dispõe de três tratamentos com cinco repetições cada, com a seguinte composição, tratamento 1 (T1) estratégia alimentar com uso de ração comercial, sendo o tratamento controle, nos outros tratamentos utilizou ração comercial adicionada de *Spirulina platensis* com as seguintes proporções: tratamento 2 (T2) contendo 0,5g de *S. platensis* em cada 100g de ração comercial e no tratamento 3 (T3) com 1,0g de *S. platensis* em cada 100g de ração comercial. A ração foi fornecida aos camarões *ad libitum*, 4 vezes ao dia, nos horários de 08:00h, 11:00h, 14:00h e 16:00h, diretamente nos aquários.

4.5 Análise bromatológica da ração

Após a adição da microalga, a ração foi encaminhada para o Laboratório de bromatologia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *campus* Limoeiro do Norte, para realizar as análises bromatológicas, para determinar a composição nutricional da ração (AOAC, 1997).

Determinação da umidade:

Utilizou o método gravimétrico, pesou-se 5 g da amostra em uma cápsula de alumínio em balança analítica, posteriormente aquecido até atingir o peso constante (4 a 6 horas). Após esse tempo retirou da estufa o material, para ser resfriado em temperatura ambiente com o auxílio de um dessecador, depois desse processo foi realizado a pesagem novamente, com o objetivo de obter o peso constante. A fórmula para calcular a umidade:

$$Umidade (\%) = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

Onde:

- A – peso inicial (cápsula + amostra);
- B – peso final (cápsula + amostra após secagem);
- C – peso da amostra.

Determinação de proteínas:

Realizada através do método de Kjeldahl, foi pesado aproximadamente 1 g da amostra em papel de seda e transferido para um balão de Kjeldahl, onde foi acrescentado 7 mL da mistura digestora, paralelamente foi preparada a prova em branco. A digestão iniciou com o

aumento gradativo da temperatura (50 °C a cada 30 minutos) até atingir 350 °C, permaneceu por mais 60 minutos até a solução apresentar com a coloração verde clara (em temperatura ambiente a amostra ficou incolor), evitou deixar material fixado na parede do frasco, aguardou esfriar. Enquanto isso, preparou um erlenmeyer com 10 mL de ácido bórico 4% mais indicadores. Após isso, ligou o destilador de nitrogênio micro Kjeldahl e abriu a torneira para circulação de água, verificou-se o nível da caldeira, caso estiver baixo ligar o interruptor para encher a caldeira, ligou o aquecimento da caldeira no máximo. Posteriormente, encheu o reservatório de hidróxido de sódio (NaOH) do destilador, aguardou a fervura da água na caldeira, conectou o erlenmeyer com o Ácido Bórico na extremidade de saída do destilador. Depois desligou o aquecimento da caldeira antes de iniciar, conectou o tubo com a amostra, encaixou no equipamento sem deixar aberturas. Em seguida, acrescentou com cuidado o NaOH 40% ao tubo até o momento da coloração da amostra mudar para marrom (aproximadamente usou 15 mL), aumentou a temperatura da caldeira para 7. Após destilar a amostra, manteve o terminal do condensador mergulhou na solução receptora até a amônia ser totalmente liberada (coletou para completar 50 mL no erlenmeyer). Por último, retirou o erlenmeyer, lavou o terminal do condensador e titulou com a solução de ácido clorídrico 0,1 N (ou H₂SO₄ 0,01 N), anotou o volume gasto para calcular, fórmula utilizada para determinar (BOBBIO; BOBBIO, 2001; CECCHI, 2003):

$$\text{Proteína bruta (\%)} = \frac{(Va - Vb) \times F \times N \times 6,25 \times 0,014 \times 100}{P}$$

Onde:

Va – volume de HCl 0,1 N utilizado na titulação;

Vb – volume de HCl 0,1 N aplicado na prova em branco;

F – fator de correção do HCl 0,1 N;

N – normalidade;

6,25 – fator de transformação do nitrogênio em proteína, considerando 16% nitrogênio;

0,014 – miliequivalente grama do nitrogênio;

P – peso da amostra em g.

Determinação de lipídios:

Secou o balão em estufa a 105 °C durante uma hora, para esfriar utilizou um dessecador até atingir a temperatura ambiente e depois pesou de 2 a 5 g da amostra, em cartucho extrator ou cartucho preparado com papel filtro. Secou o cartucho com a amostra a 105°C ± 1°C por 2 horas. Posteriormente, inseriu o cartucho juntamente com o material no extrator, adicionou quantidade necessária de solvente ao balão, conectou o extrator, ajustando o conjunto ao condensador.

Extraíu por um período mínimo de 4 horas a velocidade de condensação de 2 a 4 gotas por segundo. Recuperou o solvente e completou a secagem do balção em estufa a 105°C por 30 minutos a 1 hora. Esfriou em dessecador até a temperatura ambiente (de 30 a 40 minutos) e pesou. Repetiu a operação de secagem até que a diferença entre as duas pesagens sucessivas são seja superior a 0,1% do peso da amostra (CECCHI, 2007; ARAÚJO, 2008; INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008; SILVA; QUEIROZ, 2009).

$$\text{Gorduras totais (\%)} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

Onde:

A – peso do balção mais resíduo (peso final);

B – peso do balção;

C – peso da amostra em gramas.

Determinação de cinzas:

Pesou o cadinho ou cápsula de porcelana, limpo e previamente calcinado em mufla a 550°C a 600°C por 30 minutos, e para esfriar utilizou-se um dessecador até a temperatura ambiente. Pesou de 2 a 3 g de amostra no cadinho ou cápsula de porcelana. Levou a mufla e gradualmente aumentou a temperatura (550°C a 600°C) até obtenção de cinzas claras (no mínimo 3 horas). Retirou a 250°C a 300°C, esfriou com um dessecador até atingir a temperatura ambiente e pesou (ARAÚJO, 2008; SILVA; QUEIROZ, 2009).

$$\text{Cinzas ou matéria mineral (\%)} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

Onde:

A – peso do cadinho ou cápsula + resíduo;

B – peso do cadinho ou cápsula;

C – peso da amostra em gramas.

Determinação de carboidratos:

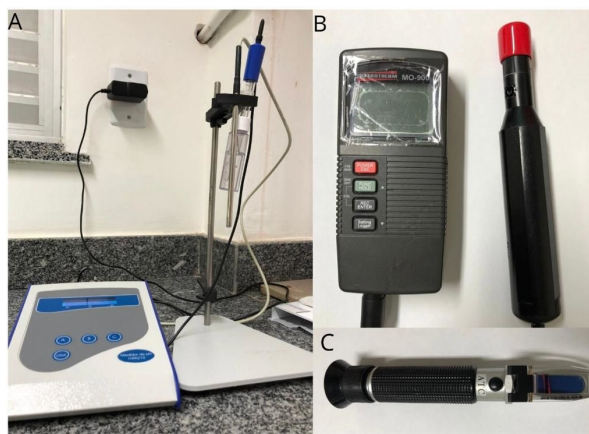
Para obter o teor de carboidrato, foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens das concentrações de umidade, proteína, lipídios e cinzas.

4.6 Qualidade de água

Durante o experimento foram realizadas as análises dos parâmetros físicos e químicos da água, sendo monitorados diariamente o oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH e

salinidade (Figura 10). A amônia, nitrito, nitrato, fósforo e alcalinidade determinados semanalmente. Para manter uma boa qualidade da água foi feito o sifonamento de 10% do volume total dos aquários, correspondente a 8 litros, para retirada das sobras de ração e excretas dos animais, o volume retirado era completado novamente, mantendo o volume total de 80 litros.

Figura 10 – Equipamentos utilizados para monitoramento da qualidade de água. Medidor de pH de bancada (A), sonda multiparâmetros (B) e refratômetro (C).



Fonte: Arquivo pessoal.

Determinação do pH:

Para realizar a medição do pH foi utilizado um medidor de pH modelo mPA210, coletado 100 mL da água do cultivo, esse procedimento era diário, usando um eletrodo contendo uma solução de KCl $0,1 \text{ mol/L}^{-1}$. Antes de iniciar a leitura, o eletrodo é lavado com água destilada para retirada de qualquer sujidade e resíduos de outras substâncias, após a limpeza é seco com papel toalha e posteriormente imergido na amostra a ser analisada, proporcionando uma leitura mais exata.

Análise do oxigênio dissolvido e temperatura:

Para o monitoramento do oxigênio dissolvido e temperatura, utilizou o oxímetro diariamente. Através de sensor que antes de usar foi lavado com água destilada e após a limpeza é imerso na água do cultivo para realizar a leitura na qual a concentração de oxigênio dissolvido é obtida em mg/L e a temperatura em ($^{\circ}\text{C}$).

Salinidade:

Para realizar a salinidade utilizou o refratômetro, antes de analisar o aparelho é calibrado com água destilada para zerar a salinidade, depois é seco com papel toalha. Para fazer a leitura é coletado uma amostra de 1mL da água com a pipeta de Pasteur e inserida na parte que contém à luz para efetuar a leitura, foi realizado diariamente.

Concentração dos compostos nitrogenado e fosfatados:

Para a determinação da concentração de amônia, nitrito, nitrato e fosfato, utilizou os kits de análises de água da Alfakit e o fotolorímetro de bancada da Superfoto Alfakit (Figura 11) para realizar a leitura, utilizando a metodologia APHA 2012.

Figura 11 – Análises dos compostos nitrogenados e fosfatados.



Fonte: Arquivo pessoal.

Análise de alcalinidade:

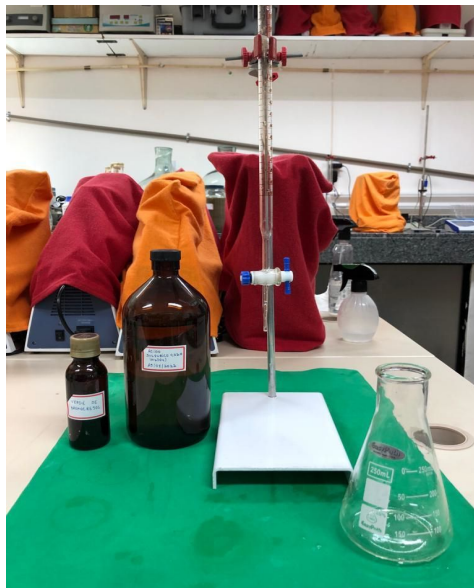
O método para obter a concentração de alcalinidade foi por titulação (Figura 12), utilizou-se como solução indicadora a fenolftaleína e verde de bromocresol e a solução para realizar a titulação foi o ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,02 N. A fórmula usada para calcular a alcalinidade total em mg/L:

$$\text{Alcalinidade total} = V \times 20$$

Onde:

V: corresponde ao volume utilizado de H_2SO_4 em mL para titular a amostra.

Figura 12 – Análise de alcalinidade.



Fonte: Arquivo pessoal.

Ao final do experimento, foram avaliados os índices zootécnicos dos camarões cultivados:

a) Sobrevivência:

$$\text{Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{número final de indivíduos}}{\text{número inicial indivíduos}} \times 100$$

b) Ganho em peso:

$$\text{Ganho de peso médio diário (g/dia)} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{número de dias de cultivo}}$$

c) Peso médio final:

$$\text{Peso médio final (g)} = \frac{\text{biomassa final}}{\text{número final de camarão}}$$

d) Fator de conversão alimentar (FCA):

$$\text{FCA} = \frac{\text{quantidade de ração}}{\text{biomassa final}}$$

e) Biomassa final:

$$\text{Biomassa final (g)} = \text{peso médio total dos indivíduos por tratamento}$$

f) Rendimento:

$$\text{Rendimento (g m}^3\text{)} = \frac{\text{Biomassa final}}{\text{área}}$$

4.7 Análises estatísticas

Para verificar a normalidade aplicou-se o teste de homogeneidade das variâncias, em seguida utilizou-se a análise de variância ANOVA ($p < 0,05$), para os parâmetros de desenvolvimento zootécnicos. Quando encontrado diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos foi aplicado o teste de Tukey. Os dados estatísticos foram realizados usando o BioEstat 5.0.

5 RESULTADOS

5.1 Bromatologia

A Tabela 2 expõe a composição presente na ração comercial, biomassa seca da microalga e dietas após adição de *S. platensis* na ração (T2 e T3). A bromatologia do presente trabalho foi realizada na biomassa seca da *S. platensis*, nos T2 e T3, já para a descrição da composição da ração comercial foi utilizado o rótulo do produto.

Tabela 2 – Média e desvio padrão da análise bromatológica da ração comercial, biomassa seca da microalga *S. platensis* e das dietas após adição da biomassa seca da microalga (T2 e T3).

Compostos (%)	Biomassa seca de <i>S. platensis</i>	T1	T2	T3
Proteína	62,93 ± 0,19	40	42,92 ± 1,36	42,87 ± 0,85
Umidade	7,09 ± 0,06	10	2,68 ± 1,25	3,85 ± 0,06
Lipídeo	1,16 ± 0,36	11	11,12 ± 1,25	9,04 ± 0,18
Cinzas	0,09 ± 0,01	14	0,13 ± 0,00	0,13 ± 0,00
Carboidratos	28,73	25	43,15	44,12

T1: Ração comercial (dados obtidos no rótulo do produto)

T2: 0,5 g de *Spirulina platensis* em cada 100g de ração comercial.

T3: 1,0 g de *Spirulina platensis* em cada 100g de ração comercial.

Fonte: Dados da pesquisa.

Através da análise bromatológica, a composição da biomassa seca da *S. platensis* apresentou proteína com 62,93 ± 0,19%, umidade 7,09 ± 0,06%, lipídeo 1,16 ± 0,36%, cinzas 0,09 ± 0,01% e carboidratos 23,73%. Minatel (2021), avaliou biomassas comerciais de *Spirulina* e resultou nas seguintes variações de médias e desvio padrão, proteínas 44,853 ± 0,339 a 70,980 ± 1,814%, umidade 7,001 ± 0,066 a 15,440 ± 0,201%, lipídeos 4,399 ± 0,124 a 6,864 ± 1,477% e cinzas 8,647 ± 0,080 a 12,361 ± 0,061%, obtendo resultados diferentes do presente trabalho. Isso ocorre, pois, a composição nutricional da biomassa pode variar de acordo com o manejo e o meio de cultivo utilizado, visando um determinado nutriente alvo (VEIGA, 2018).

Santos (2022), analisou a composição a *S. platensis* e obteve proteína bruta 58,97 ± 4,86%, umidade 2,93 ± 0,07%, lipídeos 4,07 ± 0,39%, cinzas 7,43 ± 0,03% e carboidratos 26,60%. A quantidade de proteína é semelhante ao presente trabalho sendo de 62,93 ± 0,19%, havendo diferença entre os outros compostos, pois a variação do meio utilizado e condições de cultivo como a luminosidade podem ter influenciado na diferença dos resultados. De acordo

com Ferreira (2020), o composto com maior concentração da biomassa da *Spirulina* é a proteína com cerca de 60%, seguido do carboidrato, sendo semelhante ao do trabalho apresentado.

O T2 apresentou um conteúdo proteico de $42,92 \pm 1,36\%$, umidade $2,68 \pm 1,25\%$, lipídeo $11,12 \pm 1,25\%$, cinzas $0,13 \pm 0,00\%$ e carboidratos $43,15\%$. O T3 contém de proteína $42,87 \pm 0,85\%$, umidade $3,85 \pm 0,06\%$, lipídeo $9,04 \pm 0,18\%$, cinzas $0,13 \pm 0,00\%$ e carboidratos $44,12\%$. Esses resultados demonstram que a adição da biomassa seca da *S. platensis* manteve a concentração dos principais nutrientes, proteína e lipídeo, da composição da ração comercial, com leve aumento no teor proteico.

A *Spirulina* é uma alternativa nutricional viável para substituir fontes de origem animal na ração de organismos aquáticos, podendo ser utilizada em pó, fresca e/ou na adição da dieta (CARVAJAL, 2009). É uma microalga que apresenta uma completa composição nutricional, além disso apresenta boa digestibilidade proteica, pois as paredes celulares da *Spirulina* sp. é semelhante às das bactérias gram-positivas que não contém celulose, como é o caso das macroalgas, o que facilita a digestão e absorção dos nutrientes (MACHADO *et al.*, 2017).

5.2 Parâmetros de qualidade da água no cultivo de pós-larvas do camarão marinho *L. Vannamei*

A Tabela 3 corresponde a concentração das variáveis acompanhadas durante o cultivo, os parâmetros estavam na faixa adequada para o desenvolvimento dos organismos cultivados e conversão alimentar adequada (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002; BOYD; TUCKER 2014).

Tabela 3 – Média e desvio padrão dos parâmetros de qualidade de água monitorados no cultivo das pL's de camarão com adição da *S. platensis* na ração.

Parâmetros	Tratamentos			Boyd; Tucker (2014)
	T1	T2	T3	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	$6,60 \pm 0,25$	$6,65 \pm 0,22$	$6,61 \pm 0,22$	5.0 – 15
Temperatura (°C)	$25,73 \pm 0,48$	$25,59 \pm 0,56$	$25,64 \pm 0,51$	25 – 30
Salinidade	$34,66 \pm 0,56$	$34,30 \pm 0,56$	$34,30 \pm 0,56$	> 0,5
pH	$7,50 \pm 0,74$	$7,53 \pm 0,68$	$7,51 \pm 0,63$	7,0 – 9,0
Amônia tóxica (mg/L)	$0,23 \pm 0,06$	$0,26 \pm 0,08$	$0,23 \pm 0,10$	< 0,5
Nitrato (mg/L)	$0,30 \pm 0,05$	$0,05 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,01$	$1 \leq 10$
Nitrito (mg/L)	$0,04 \pm 0,02$	$0,06 \pm 0,03$	$0,03 \pm 0,02$	< 0,5
Fósforo dissolvido (mg/L)	$0,21 \pm 0,04$	$0,18 \pm 0,03$	$0,23 \pm 0,06$	< 0,5
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	$144,08 \pm 0,41$	$144,04 \pm 0,20$	$144,13 \pm 0,61$	> 120

T1: Ração comercial.

T2: 0,5 g de *Spirulina platensis* em cada 100g de ração comercial.

T3: 1,0 g de *Spirulina platensis* em cada 100g de ração comercial.

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Ramiro (2020), ao cultivar de larvas de camarão em tanques de polietileno de volume útil de 50 litros, obteve uma média de 6,50 mg/L de oxigênio dissolvido, resultado semelhante ao do presente trabalho. O experimento com a adição do zooplâncton *Brachionus plicatilis* na alimentação de pL's 10 de camarão *L. vannamei* obteve uma média de 5,24 mg/L de oxigênio dissolvido (XAVIER, 2022), concentração adequada para a espécie. Ambos os trabalhos demonstram que os aditivos não interferem na boa concentração de oxigênio dissolvido, resultados semelhantes ao presente trabalho.

De acordo com Paula (2020), a alcalinidade é a concentração de íons de carbono presente no ambiente, parâmetro importante no crescimento do camarão pois afetam o processo de troca da carapaça, a ecdise, conhecido também como muda. Em relação a concentração, quanto menor mais tempo é necessário para haver a troca, fazendo com que o animal fique mais sujeito a doenças, além de possíveis oscilações no pH da água.

Maia (2019) utilizou a inoculação de *Navicula* sp. no desenvolvimento de pós-larvas do camarão marinho *L. vannamei* em sistema de bioflocos, obtendo em sua análise de água, alcalinidade de 143,1 a 148,3 mg/L CaCO₃ e fósforo dissolvido 0,83 a 1,82 mg/L. Na atual pesquisa obteve variação semelhante de 144,04 ± 0,20 a 144,13 ± 0,61 mg/L alcalinidade e difere o fósforo dissolvido sendo 0,18 ± 0,03 a 0,23 ± 0,06 mg/L. Essa menor concentração no fósforo dissolvido do presente trabalho foi devido à renovação parcial diária de água das unidades experimentais, diferente do sistema de bioflocos que não possui renovação de água.

Resultados do presente estudo diferem dos trabalhos com a adição do zooplâncton *Brachionus plicatilis* sobre a qualidade da água do cultivo berçário de camarão *Litopenaeus vannamei*, o qual apresentou amônia total na faixa de 0,38 a 0,47 mg/L, nitrito entre 0,59 a 0,75 mg/L, nitrato 18,61 a 23,68 mg/L e o fósforo dissolvido variou de 27,08 a 33,38 mg/L (REIS, 2022), possivelmente, essas diferenças foi causada por uma maior densidade durante o cultivo, fator de acúmulo de nutrientes devido à maior oferta de ração e excreção dos animais.

A análises realizadas semanalmente do presente trabalho obteve as seguintes variações entre os tratamentos, amônia entre 0,23 ± 0,06 a 0,26 ± 0,08 mg/L, nitrato 0,05 ± 0,01 a 0,30 ± 0,05 mg/L, nitrito 0,03 ± 0,02 a 0,06 ± 0,03 mg/L, fósforo dissolvido 0,18 ± 0,03 a 0,23 ± 0,06 mg/L e alcalinidade 144,04 ± 0,20 a 144,13 ± 0,61 mg/L. Manter a qualidade da água é proporcionar um ambiente de cultivo adequado para o crescimento dos animais que estão sendo cultivados. A maioria dos parâmetros avaliados estão dentro dos limites ideais, o nitrato que apresentou concentração inferior a faixa adequada, mas sem causar prejuízo ao desenvolvimento dos organismos, essa concentração reduzida foi devido ao sifonamento e

renovação parcial diária da água dos aquários para retirar sobras de ração e excretas dos animais, o que contribuiu para a manutenção de uma boa qualidade da água.

5.3 Avaliação do desenvolvimento zootécnico de pós-larvas de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*

Os parâmetros zootécnicos no T2, que contém 0,5g de *Spirulina* em cada 100g de ração obteve as melhores médias de ganho diário de peso, peso médio final, rendimento e biomassa final, possivelmente devido a quantidade proteica superior com $42,92 \pm 1,36$, quando comparado com os outros tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 – Média e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos de pós-larvas (pL's) de camarão marinho *L. vannamei* com adição da *S. platensis* na ração.

Parâmetros zootécnicos	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Sobrevivência (%)	89,25 ± 6,16 ^a	96,25 ± 3,31 ^a	90,50 ± 4,20 ^a
Ganho diário de peso (g/dia)	0,002 ± 0,001 ^a	0,004 ± 0,002 ^b	0,002 ± 0,001 ^a
Peso médio final (g)	0,09 ± 0,02 ^a	0,16 ± 0,06 ^b	0,09 ± 0,02 ^a
Rendimento (kg/m³)	0,96 ± 0,28 ^a	1,92 ± 0,80 ^b	0,97 ± 0,30 ^a
Biomassa final (g)	5,96 ± 1,82 ^a	12,11 ± 5,11 ^b	6,03 ± 1,93 ^a
Fator de conversão alimentar (FCA)	4,25 ± 1,11 ^a	2,54 ± 1,74 ^a	4,28 ± 1,39 ^a

Letras diferentes na mesma linha representam diferença estatística entre os tratamentos (p<0,05).

T1: Ração comercial.

T2: 0,5 g de *Spirulina platensis* em cada 100g de ração comercial.

T3: 1,0 g de *Spirulina platensis* em cada 100g de ração comercial.

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com SILVA (2021), ao adicionar a biomassa da *S. platensis* em diferentes quantidades na ração de pL's 12 do camarão *L. vannamei*, a sobrevivência não resultou em diferença significativa entre os tratamentos, com média acima de 90%, resultado semelhante ao do presente trabalho.

Lopes (2022), realizou o cultivo da microalga *Chlorella vulgaris* em diferentes efluentes e fez a inclusão da biomassa a ração comercial para juvenil do camarão *L. vannamei*, no qual os índices zootécnicos como sobrevivência acima de $86,37 \pm 0,21\%$, resultado similar ao presente trabalho, no qual apresentou sobrevivência de $89,25 \pm 6,16\%$.

Costa (2019), cultivou pL's 12 de camarão marinho *L. vannamei* alimentados com diferentes concentrações de biomassa da microalga *Spirulina*, peso médio final variou de $1,04 \pm 0,08$ g a $1,15 \pm 0,12$ g, sobrevivência de 95,7% a 98,6% e o FCA de $1,42 \pm 0,10$ a $1,57 \pm 0,15$. Resultados diferem do presente trabalho, que obteve peso médio final de $0,09 \pm 0,02$ a $0,16 \pm 0,06$ g, sobrevivência $89,25 \pm 6,16^a$ a $96,25 \pm 3,31^a$ e FCA com $2,54 \pm 1,74^a$ a $4,28 \pm 1,39^a$.

O presente trabalho obteve os melhores resultados no T2, com sobrevivência de $96,25 \pm 3,31\%$, peso médio diário $0,004 \pm 0,002$ g/dia, peso médio final $0,16 \pm 0,06$ g, rendimento $1,92 \pm 0,80$, ganho de biomassa $12,11 \pm 5,11$ g e FCA $2,54 \pm 1,7$. O T1 e T3 não diferem estatisticamente, ou seja, os parâmetros de sobrevivência, ganho diário de peso, peso médio final, rendimento, biomassa final e FCA foram semelhantes. O T2 apresentou diferença estatística nos parâmetros de ganho diário de peso, peso médio final, rendimento e biomassa final. As condições de cultivo foram iguais entre as unidades experimentais, porém as pL's do tratamento 2 se adaptaram melhor, proporcionando melhores resultados, possivelmente pela maior concentração bruta de proteína e lipídeo na ração, nutrientes com excelentes concentrações de energia para os animais.

O fator de conversão alimentar (FCA) é uma das variáveis mais importantes, pois interfere nos custos de produção (SILVA, 2021), está relacionado a quantidade de ração ofertada para produzir 1 Kg de pescado, ou seja, quanto menor for o FCA melhor, produzindo com um baixo custo (RABELO, 2019). E o FCA mais baixo obtido encontra-se no T2 com $2,54 \pm 1,74$, seguido do T1 com $4,25 \pm 1,11$ e T3 de $4,28 \pm 1,39$. Não apresentou diferença estatística, mas é recomendado utilizar o menor FCA para reduzir a oferta de ração e os custos com alimentação.

6 CONCLUSÃO

A adição da biomassa seca da microalga marinha *Spirulina platensis* como aditivo na alimentação das pL's de camarão *L. vannamei* não alterou os parâmetros da qualidade de água, mantendo todos dentro dos limites adequados para o crescimento dos organismos cultivados, além de apresentar melhores médias de ganho diário de peso, peso médio final, rendimento e biomassa final em relação a ração comercial nas condições de cultivo do presente trabalho, com os melhores resultados no tratamento 2, que contém 0,5 g de *Spirulina* em cada 100g de ração comercial.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Leonardo Freitas Galvão de. **Parâmetros hematológicos e bromatológicos na alevinagem de tilápias do nilo, alimentadas com ração suplementada com *Spirulina (arthrospira) platensis***. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- ALMEIDA, L. M. R.; FALÇÃO, J. S.; TAVARES, P. P. L. G.; CRUZ, L. F. S.; NUNES, I. L.; COSTA, J. A. V.; DRUZIAN, J. I.; SOUZA, C. O. Utilização de Biomassa de *Spirulina Platensis* para desenvolvimento de molho com alto teor proteico: um estudo piloto. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n.4, p. 21172-21185, 2020.
- AMBROSI, M. A.; REINEHR, C. O.; BERTOLIN, T. E.; COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M. Propriedades de saúde de *Spirulina* spp. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 109-117, 2008.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. p. 1496. Washington, DC, USA: APHA Press, 2012.
- ANDRADE, R. L.; BARRERA, T. C.; MEJÍA, J. C.; MEJÍA, G. C.; SÁNCHEZ, A. M.; CASTILLO, V. G. La importancia de *Spirulina* en la alimentacion acuícola. **Contactos**, v. 57, p. 13-16, 2005.
- ANDRADE, M. R.; COSTA, J. A. V. Cultivo da microalga *Spirulina platensis* em fontes alternativas de nutrientes. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1551-1556, set./out. 2008.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed. v.2, p. 850. Washington, 1997.
- ARANA, Luis Vinatea. **Fundamentos de aquicultura**. 1. ed. Florianópolis: UFSC, 2004.
- ARANA, Luis Vinatea. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos. Teoria e Prática**. 4ª ed. Minas Gerais: UFV, 2008.
- ARAÚJO, Kátia Gomes de Lima; FACCHINETTI, André Dumont; SANTOS, César Pereira dos. Influência da ingestão de biomassas de *Spirulina (Arthrospira* sp.) sobre o peso corporal e consumo de ração em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 6-9, 2003.
- ARRUDA, R. O. M.; BRITO, A. W.; SILVA, R. R.; MORAES I. O. Fermentação de *Spirulina platensis* sob condições naturais de temperatura e insolação. **Revista Saúde-UNG-Ser**, v. 3, n. 3, p. 16-19, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). Censo da carcinicultura do litoral norte do Estado do Ceará e zonas interioranas adjacentes 2015/2016. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, Natal, p. 52, nov. 2017.

Disponível em: <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2017/12/CENSO-DA-CARCINICULTURA-LITORAL-NORTE.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). Desafios para a carcinicultura brasileira voltar a ser competitiva: utilizar pós-larvas (SPF/SPR) de alta performance e retornar ao mercado internacional. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, Natal, ano 23, n° 3, p. 76, jun. 2021. Disponível em: <https://abccam.com.br/2021/07/revista-da-abcc-edicao-especial-digital-ano-xxiii-n-3-junho-de-2021/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). Técnicas de manejo e qualidade da água com ênfase no seu balanço iônico. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, Natal, p. 52, nov. 2017. Disponível em: https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2017/07/APOSTILA_T%C3%89CNICAS-DE-MANEJO-E-QUALIDADE-DA-%C3%81GUA-COM_%C3%8ANFASE-NO-SEU-BALAN%C3%87O-I%C3%94NICO.pdf. Acesso em: 18 abr. 2022.

BARBOSA, Ana Beatriz Rodrigues. **História e evolução da carcinicultura no Rio Grande do Norte**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2022.

BARBIERI JÚNIOR, Roberto Carlos; OSTRENSKY NETO, Antônio. **Camarões marinhos: engorda**. v.2. Viçosa, MG. ed. Aprenda Fácil, 2002.

BARBIERI JÚNIOR, Roberto Carlos; OSTRENSKY NETO, Antonio. **Camarões marinhos: reprodução, maturação e larvicultura**. v. 1. Viçosa: Aprender Fácil, 2001.

BARROS, K. K. S. **Produção de biomassa de *Arthrospira platensis* (*Spirulina platensis*) para alimentação humana**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

BELAY, Amha. The potential application of *Spirulina* (*Arthrospira*) as a nutritional and therapeutic supplement in health management. **The Journal of the American Nutraceutical Association**, v. 5, p. 27-48, 2002.

BEZERRA, Ady Marinho; SILVA, José Antônio Aleixo da; MENDES, Paulo de Paula. Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 385-391, 2007.

BEZERRA, J. H. C. **Produção da microalga *Nannochloropsis oculata* e seu uso como aditivo na ração do camarão *Litopenaeus vannamei***. 2020. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas e Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Ceará, 2020.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001.

BORGES, Emmanuel Allef da Silva. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos da água durante o cultivo de camarão em viveiros**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2018.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Handbook for aquaculture water quality**. Craftmaster, Auburn, p.439. USA: Springer, 2014.

BULL, Erick Garcia. **Influência da carcinicultura em um estuário tropical sob diferentes condições de despesca**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 2005. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 07 abr. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. **Diário Oficial**: República Federativa do Brasil: Capítulo II, Brasília, DF, p. 1, nov. 1988.

CAMPOS, A. A. B.; MAIA, E. P.; COSTA, W. M.; BRITO, L. O.; GALVEZ, A. O. Qualidade da água em fazenda de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com sistema de recirculação parcial. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 9, n. 4, p. 819-826, out./dez. 2008.

CASAZZA, A. A.; OLIVEIRA, R. P. S.; SILVA, M. F. S.; SOLISIO, C.; FARIAS, C. B. B.; SARUBBO, L. A.; CONVERTI, A. *Arthrospira platensis* Cultivation in a Bench-Scale Helical Tubular Photobioreactor. **Applied Sciences**, v. 12, n. 3, p. 1311, 2022.

CASTELO BRANCO, Lucas França. **Avaliação da taxa de sobrevivência final na larvicultura do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* através de diferentes densidades de estocagem**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenheiro de Pesca) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, 2021.

CASTRO, Leandro Fonseca. **Desempenho do camarão branco do pacífico, *Litopenaeus vannamei*, infectado com o vírus da mionecrose infecciosa (IMNV) e alimentado com rações contendo uma combinação de f3-1,3/1,6-glucono e ácido l-ascórbico monofosfatado**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2007.

CARNEIRO, William Franco. **The use of microalgae as a supplement on growth, reproductive performance, antioxidant defenses and nutrigenomics profiling in zebrafish (*Danio rerio*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Tese (Doutorado em Produção e Nutrição de Monogástricos) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2020.

CARVAJAL, Juan Carlos Letelier. **Caracterização e modificações químicas da proteína da microalga *Spirulina* (*Spirulina maxima*)**. 2009. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia

de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

CAVALCANTE, Ana Beatriz Leite. **Qualidade da água no estuário do Rio Pacoti sob influência da carcinicultura**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Oceanografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2018.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Unicamp, 2003.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Unicamp, 2007.

COHEN, Z. The Chemicals of *Spirulina*. *Spirulina platensis (Arthrospira)* Physiology, cell-biology and biotechnology. **Taylor & Francis**, Inglaterra, p. 175-204, 1997.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (COEMA). **Resolução nº 09, de 05 de Agosto de 2021. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes para a atividade de aquicultura no estado do Ceará, e dá outras providências**. CE. 2021.

COUTINHO, Alann Guedes. **Redução do uso de farinha de peixe em dietas suplementadas com quimoatrativos para o camarão branco, *Litopenaeus vannamei***. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2019.

COSTA, Mylla Modesto. **Adição da microalga *Spirulina* sp. na alimentação do camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2019.

CUNHA, Francisco Marcelo Santana da. **Influência da injeção de gás carbônico no cultivo da microalga *Spirulina platensis***. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

DUTRA, Fabrício Martins. **Efeito da amônia e nitrito sobre pós larvas, juvenis e adultos do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2017.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FIGUEIREDO, M. C. B.; ARAÚJO, L. F. P.; GOMES, R. B.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MORAIS, L. F. S. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, p. 167-174, 2005.

FILHO RODRIGUES, J. L.; CRUZ, K. C. A.; SOUZA, L. D. Influência da qualidade da água na criação heterotrófica do camarão *Litopenaeus vannamei*. **Química: ciência, tecnologia e sociedade**, Natal, v. 2, n. 1, p. 11-20, 2013.

FERREIRA, Mariana Martins. ***Spirulina: uma revisão***. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas, MG, 2020.

FISCHER, Betina Láisa. **Estudo de viabilidade da aplicação de bioativos para inibição de melanose em camarões resfriados (*Litopenaeus vannamei*)**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2021.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **Manual on the production and use of live food for aquaculture**. 1996. Rome, p. 1000.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **The state of world fisheries and aquaculture: sustainability in action**. 2020. Rome, p. 224.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **The state of world fisheries and aquaculture: towards blue transformation**. 2022. Rome, p. 266.

GHEDA, S. F.; ABO-SHADY, A. M.; ABDEL-KARIM, O. H.; ISMAIL, G. A. Antioxidant and Antihyperglycemic Activity of *Arthrospira platensis* (*Spirulina platensis*) Methanolic Extract: In vitro and in vivo Study. **Egyptian Journal of Botany**, v. 61, n. 1, p. 71-93, 2021.

GOMES, Juliana Rodrigues. **Hidrolisado proteico de fígado de aves como aditivo em dietas para Tilápia do Nilo**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2020.

GULDAS, M.; ZIYANOK-DEMIRTAS, S.; SAHAN, Y.; YILDIZ, E.; GURBUZ, O. Antioxidant and anti-diabetic properties of *Spirulina platensis* produced in Turkey. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 41, n. 3, p. 615-625, jul./set. 2021.

HUARACHI-OLIVERA, R.; YAPO-PARI, Ú.; DUEÑAS- GONZA, A.; CONDORI-HUAMANGA, J.; PACHECO-SALAZAR, D. G.; SOTO-FLORES, J. Cultivo de *Arthrospira platensis* (*Spirulina*) en fotobiorreactor tubular doblemente curvado a condiciones ambientales en el sur del Perú. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 17, n. 1, p. 142-149, 2015.

IKEDA, I. K. **Avaliação do extrato fermentado e bioativo da biomassa de *spirulina platensis* como potencial prebiótico cutâneo**. 2021. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz. **Métodos físicos-químicos para a análise de alimentos**. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Disponível em:

http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 28 nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2020**. Rio de Janeiro, v. 48, p.1-12, 2021. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf. Acesso em: 16 nov. 2021.

ISMAIEL, Mostafa Mahmoud Sami; EL-AYOUTY, Yassin Mahmoud; PIERCEY-NORMORE, Michele. Role of pH on antioxidants production by *Spirulina (Arthrospira) platensis*. **Brazilian journal of microbiology**, v. 47, p. 298-304, 2016.

JANZEN, Johannes Gerson; SCHULZ, Harry Edmar; LAMON, Antônio Wagner. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 13, n. 3, p. 278-283, 2008.

KHANSOLE, G. S.; GACHANDE, B. D. Physiochemical analysis of aqueous extract from *Arthrospira platensis*. **International Journal of Chemical and Physical Sciences**. v. 7, p. 18-20, 2018.

KUBITZA, F. Nutrição e saúde no cultivo de tilápias. **Revista Panorama da aquicultura**, v. 23, n. 137, p. 13-23, mai./jun. 2013.

KUBITZA, Fernando. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí, 2003.

LARIOS, Erick Joaquin Ardon. **Análise histológica e molecular de agentes etiológicos causadores de enfermidades em camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* cultivados em duas fazendas com sistema semi-intensivo no sul de Honduras**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

LEIRA, Matheus Hernandez; CUNHA, Luciane Tavares da; BRAZ, Mirian Silvia; MELO, Carlos Cicinato Vieira; BOTELHO, Hortência Aparecida; REGHIM, Lucas Silva. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet**, v. 11, n. 1, p. 11-17, 2017.

LIMA, Patrícia Pereira de. **Influência da salinidade e temperatura da água nas respostas comportamental e fisiológica de camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* (BOONE 1931)**. 2011. Tese (Doutorado em Psicobiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Natal, 2011.

LOBÃO, V. L.; PAZINATTO, A. C.; ROVERSO, E. A.; MARQUES, H. L. A.; HORTENCIO, E. Avaliação da eficácia de aglutinantes empregados em rações para camarão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 20, n. único, p. 87-94, 1993.

LOPES, Dilliani Naiane Mascela. **Fitorremediação de efluentes urbano e piscícola utilizando a microalga *Chlorella vulgaris* e adição de sua biomassa seca na dieta do camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2022. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), Fortaleza, 2022.

LÓPEZ, Ernesto Ponce. Superalimentação para un mundo en crisis: *Spirulina* a bajo costo. **Idesia (Arica)**, v. 31, n. 1, p. 135-139, 2013.

LOURENÇO, S. O. **Cultivo de microalgas marinhas – princípios e aplicações**. São Carlos: RiMa, 2006.

LUCENA, Stefano Rafael. **Caracterização da comunidade planctônica em cultivo de camarão marinho, *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) no semiárido potiguar.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2018.

MACHADO, A. R.; GRAÇA, C. S.; ASSIS, L. M.; SOARES, L. A. S. Uma abordagem sobre caracterização e avaliação do potencial antioxidante de extratos fenólicos de microalgas *Spirulina* sp. LEB-18 e *Chlorella pyrenoidosa*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 264-278, 2017.

MAGALHÃES, M. S. E. **Cultivo de *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) em sistema multifásico.** 2004. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

MAGRO, C. D.; DEON, M. C.; THOMÉ, A.; PICCIN, J. S.; COLLA, L. M. Biossorção passiva de cromo (VI) através da microalga *Spirulina platensis*. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1139-1145, 2013.

MAIA, Hugo Rodrigo Monteiro de Queiroz. **Efeito da frequência de inoculação de *Navicula* sp. no desempenho zootécnico de pós-larvas do camarão marinho cula (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2019.

MARIOT, Luiza Vieira. **Efeito da carragenana no crescimento, sanidade e resistência ao vírus da mancha branca do camarão-branco-do-pacífico.** 2019. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

MEDEIROS, Ana Beatriz Corsini; MELLO, Patrícia Cavani Martins de. Aplicação da “*Spirulina*” *Arthrospira Platensis* na remoção de macronutrientes de água de piscicultura. **Revista Intelecto**, v. 2, dez. 2019.

MEDEIROS, Silvestre Braga de. **Avaliação de parâmetros físico-químicos e zootécnicos no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em viveiros tipo estufa.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2019.

MELO, José Marcelo da Costa. **Cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em sistema intensivo e semi-intensivo na Fazenda Aquarium Aquicultura do Brasil Ltda.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, 2018.

MELO, Maria Edilene Alves de. **Caracterização do resíduo de fundo de tanque de carcinicultura de águas oligohalinas.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2021.

MICHALAK, I.; MIRONIUK, M.; GODLEWSKA, K.; TRYNDA, J.; MARYCZ, K. *Arthrospira (Spirulina) platensis*: An effective biosorbent for nutrients. **Process Biochemistry**, v. 88, p. 129-137, 2020.

MINATEL, Gabriela Gomes. **Caracterização de biomassas comerciais de *Spirulina* para uso como ingrediente**. 2021. Trabalho Conclusão do Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2021.

MORAES, Iracema de Oliveira; ARRUDA, Regina de Oliveira Moraes; MARESCA, Natália Rocha; ANTUNES, Aline de Oliveira; MORAES, Rodrigo de Oliveira. *Spirulina platensis*: otimização de processos para obtenção de biomassa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, p. 179-183, 2013.

MOREIRA, Renato Teixeira. **Planctologia e a produção de alimento vivo**. São Carlos: RiMa, 2021.

MOURA, I. R.; GALDINO JUNIOR, J. B.; SANTOS, S. F. M.; HEKIS, H. R.; VIANA, H. R. G. Modelo de avaliação de laboratórios produtores de pós-larva de camarão marinho utilizando o Método Fitradeoff. **Brazilian Journal of Development**, Paraná, v. 7, n. 1, p. 1385-1400, 2021.

MULITERNO, Adriana; MOSELE, Patrícia Correa; COSTA, Jorge Alberto Vieira; HEMKEMEIER, Marcelo; BERTOLIN, Telma Elita; COLLA, Luciane Maria. Cultivo mixotrófico da microalga *Spirulina platensis* em batelada alimentada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1132-1138, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES - NRC. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2011.

NOGUEIRA, M. **Estudo da qualidade dos efluentes gerados em diferentes fases do cultivo do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum***. 2008. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

NOGUEIRA, S. M. S.; SOUZA JUNIOR, J.; MAIA, H. D.; SABOYA, J. P. S.; FARIAS, W. R. L. Use of *Spirulina platensis* in treatment of fish farming wastewater. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 4, p. 599-606, out./dez. 2018.

NORÕES, A. K. M. **Eficiência produtiva da carcinicultura nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte**. 2017. Dissertação (Mestrado em Economia rural) - Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

NUNES, Hadja Radtke; ANDREATTA, Edeimar Roberto. Efeito da salinidade e temperatura sobre a taxa de metamorfose de náuplios para protozoa e sobre a qualidade das larvas de *Litopenaeus vannamei*. **Atlântica**, Rio Grande, v. 33, n. 1, p. 87-96, 2011.

OLIVEIRA, Iran Rodrigues de. **Utilização da análise envoltória de dados (DEA), no diagnóstico da eficiência de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Modelagem Estatística e Computacional) - Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

PARISI, A. S.; YOUNES, S. REINEHR, C. O.; COLLA, L. M. Avaliação da atividade antibacteriana da microalga *Spirulina platensis*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 297-301, 2009.

PAULA, Yuri Cardoso de. **Análise da capacidade de aplicação de um conversor de energia das ondas no bombeamento de água de uma fazenda de carcinicultura**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia) - Projeto de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

PEREIRA, Maria Izabel Batista. **Avaliação do cultivo mixotrófico da *spirulina platensis* (*arthrospira platensis*) utilizando soro de queijo mozzarella de búfala como fonte de carbono orgânico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2017.

PINHO, Miguel Angelo; TORRES, Regina Coeli de Oliveira; SANT'ANNA, Ernani Sebastião. Fontes alternativas de nutrientes para o cultivo de *Arthrospira* (*Spirulina*) spp. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 159-168, jan./jun. 2010.

PONTES, C. S.; ARRUDA, M. F. Acesso ao alimento artificial e enchimento do trato digestivo de juvenis do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone) (*Crustacea*, *Decapoda*, *Penaeidae*) durante as fases clara e escura do período de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1039-1043, 2005.

RABELO, Adriana da Silva. **Análise de sustentabilidade em empreendimentos de carcinicultura na região oeste do Ceará**. 2019. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

RAMIRO, Bianca de Oliveira. **Efeito de diferentes dietas no desempenho de pós-larvas *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) em sistema de larvicultura com redução de 50% de artêmia**. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.

REIS, Júlio César Gomes. **Efeito da densidade de adição de *Brachionus plicatilis* sobre a qualidade da água do cultivo de pós larvas do *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2022.

REIS, Rodrigo Alves dos; SANCHES, Michela Carla; MALDONADO, Alírio Coromoto Daboin. Água, fonte da vida. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 28287-28296, 2021.

RIBEIRO, D. C. **Recria de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com *spirulina* (*Arthrospira plantesis*) em tanques de ferrocimento**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

RIBEIRO, R. P. **Carcinicultura no agreste Paraibano: qualidade da água, fator limitante**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB, 2017.

RIZWANA, M.; MUJTABAB, G.; MEMONC, S. A.; LEED, K.; RASHIDE, N. Exploring the potential of microalgae for new biotechnology applications and beyond: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 92, p. 394-404, 2018.

ROCHA, Carlos António Lopes da. **Cultivo de microalgas: dimensionamento de uma instalação do tipo *raceway pond***. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Politécnico do Porto, Portugal, 2016.

ROCHA, Jamilly Sousa. **Suplementação dietética da microalga *Schizochytrium limacinum* na dieta do camarão-branco-do-pacífico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

RODRÍGUEZ, D. D. R.; AVENDANO, A. M. S.; OJEDA, M. J. D.; GONZALEZ, H. A. V.; AVENDANO, E. D. M.; RANGEL, J. L. H. Producción de harina de *Spirulina máxima* para ser empleada como ingrediente en la elaboración de dietas para peces. 2013. **Zootecnia Tropical**, v. 31, n. 3, p. 187-191, 2013.

RODRÍGUEZ, J. H.; GONZÁLEZ, N. O. *Spirulina platensis* en el tratamiento de la obesidad y de algunas de sus consecuencias. **Revista Cubana de Medicina General Integral**, v. 37, n. 3, 2021.

SALES, Liliane Elzi Medeiros de. **Investigação do vírus da síndrome da mancha branca (WSSV) em fazendas do Estado do Rio Grande do Norte**. 2013. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

SANTOS, MARISTELA RAUPP DOS. **Processo de eletroencapsulação para obtenção de microcápsulas contendo *Spirulina platensis***. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Paraná, 2022.

SARANRAJ, P.; SIVASAKTHI, S. *Spirulina platensis* – Food for future: a review. **Asian Journal of Pharmaceutical Science & Technology**, v. 4, n. 1, pág. 26-33, 2014.

SARDOU, Silvia de Souza Torres; CALIXTO, Flávia Aline Andrade; POMBO, Cecília Riscado; MESQUITA, Eliana de Fátima Marques de; ALVES, Valéria da Silva; PINHEIRO JÚNIOR, Alfredo Artur. Ocorrência das principais doenças virais na carcinicultura brasileira-revisão de literatura. **Revista de Medicina Veterinária do UNIFESO**, v. 2, n. 01, 2022.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Larvicultura de camarão marinho (do náuplio a pós-larva)**. 1. ed. Brasília: SENAR, 2016.

SILVA, Bárbara Fernanda Tomé. **Revisão sobre o uso de macroalgas na nutrição do camarão branco *Litopenaeus vannamei***. 2022. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2022.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. UFV, 2009.

SILVA, Edilson Hipólito da. **Medidor de turbidez da água por meio de processamento digital de imagens**. 2018. Dissertação (Mestrado em Mecatrônica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SILVA, José William Alves da. **Fitorremediação de efluentes aquícolas e extração de lipídios para a produção de biodiesel utilizando a microalga *Chlorella vulgaris***. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017.

SILVA, José William Alves da; SANTOS, Maria Jackeline Barbosa dos; BEZERRA, João Henrique Cavalcante; DAMASCENO, Vitória Lima; ARAUJO, Glacio Souza; SANTOS, Emanuel Soares dos; MOREIRA, Renato Teixeira; LOPES, Dilliani Naiane Mascena. Avaliação da toxicidade da amônia em um policultivo do *Litopenaeus vannamei* e *Spirulina platensis*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 5615-5623, 2020.

SILVA, J. W. A.; SANTOS, M. J. B.; BEZERRA, J. H. C.; DAMASCENO, V. L.; ARAUJO, G. S.; SANTOS, E. S.; MOREIRA, R. T.; LOPES, D. N. M. Influência da microalga *chlorella vulgaris* no desempenho zootécnico do camarão marinho *litopenaeus vannamei*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 5603-5614, 2020.

SILVA, Lucas dos Santos; NASCIMENTO, Illiella Aryanny da Silva; CARVALHO, Mikaila Romão de; NETO, José Vytor Silva; SILVA, Erivelton André da. A importância da água de reúso na agricultura e as considerações da vigilância sanitária sobre a prática sustentável. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 1, p. 13-13, 2021.

SILVA, Manuel Messias Sinésio da. **Eficiência da *Spirulina platensis* como suplemento na alimentação do camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2021.

SILVA, Natália Pereira da. **Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para juvenis do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*, suplementadas com aminoácidos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2019.

SILVA, Wellington Luiz Melo; FROZZI, José Cezar; FONSECA, Julimar da Silva; SOUZA, Aline Lessa de; SALVADOR, Jacilma de Siqueira Pinho; RIBEIRO, Patrício Neto Teles; CAMPOS, Milton César Costa. Sustentabilidade na aquicultura: dimensões social, econômica e ambiental – uma revisão de literatura. **Educamazônia - Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 87-108, jan/jun, 2018.

SILVEIRA, David Ramos da. **Acompanhamento da produção de camarão da espécie *Penaeus vannamei* na fazenda Monólitos LTDA em Banabuiú-CE**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, CE, 2018.

SILVEIRA, Gleydson Vinicius dos Santos; HOLANDA, Alan Cauê de; ALVES, Allyson Rocha; COSTA, Jenickson Rayron da Silva; PINHEIRO, Ewerton Souto. Produção de mudas

de *Piptadenia moniliformis* B. irrigadas com água residuária da carcinicultura. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 1-13, 2022.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para Alimentação de Organismos Aquáticos**. São Carlos: RiMa, 2001.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para a produção de alimentos de forma sustentável. **Boletim regional, urbano e ambiental - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**, Brasília, n. 17, p. 53-60, 2017. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8142/1/BRU_n17_Aquicultura.pdf. Acesso em: 16 nov. 2021.

SOARES, M.; EVANGELISTA, D. K. R.; PEREIRA, A. M. L. **Boas práticas de manejo e de biossegurança na carcinicultura para convivência com enfermidades**. Embrapa Pesca e Aquicultura-Documents (INFOTECA-E), 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132637/boas-praticas-de-manejo-e-de-biosseguranca-na-carcinicultura-para-convivencia-com-enfermidades#:~:text=Publica%C3%A7%C3%B5es,Boas%20pr%C3%A1ticas%20de%20manejo%20e%20de%20biosseguran%C3%A7a%20na%20carcinicultura%20para,de%20diagn%C3%B3stico%20durante%20o%20cultivo>. Acesso em: 05 abr. 2022.

SOARES, M.; EVANGELISTA, D. K. R.; SOUSA, D. N. Prospecção de tecnologias para a aquicultura em feiras virtuais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, 2022.

SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R. S. *Spirulina* e From growth to nutritional product: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 69, p. 157-171, 2017.

SOUSA JÚNIOR, Josemar Pereira de. Demanda condicionada de pós-larvas e de ração para a produção de camarão marinho em cativeiro: uma aplicação do lema de Shepard. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 74-88, Jan./Fev./Mar. 2008.

SOUZA, I. S.; CAVALCANTE, P. H. O. Utilização da biomassa de *Artemia franciscana* como aditivos alimentar no cultivo laboratorial do camarão marinho *Litopenaeus schmitti*. **HOLOS**, v. 3, p. 98-111, 2018.

SOUZA, Joice Teixeira. **Potencial de revestimentos comestíveis à base de quitosana e extrato de própolis na conservação do camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*)**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2021.

SOUZA, Marisa Pereira de; SOUZA, Luciana Sandra Bastos de; SILVA, Ugo Lima; SILVA, Thieres George Freire da; BARROS, Tays Ferreira; NOGUEIRA, Denise Barros. A exposição ao fotoperíodo melhorou as características biométricas de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei*? **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 11, pág. 1 - 16, 2020.

SOUZA, Josielma Priscila Pedro de. **Comunidade fitoplanctônica e qualidade de água em cultivo de camarão em sistema convencional e com bioflocos: interfaces da pesquisa e ensino para aquicultura sustentável**. 2019. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e

Meio Ambiente) - Centro de biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

TAHIM, Elda Fontinele; DAMACENO, Marlene Nunes; ARAÚJO, Inácio Fernandes de. Trajetória tecnológica e sustentabilidade ambiental na cadeia de produção da carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 93-108, 2019.

VARILLAS, Noelia Ivette Perez. **Eficácia da suplementação de atrativos alimentares em dieta prática do camarão *Litopenaeus vannamei***. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

VÁSQUEZ-VILLALOBOS, V.; VERGARAY, D.; MÉNDEZ, J; BARRIOS, I.; BAQUEDANO, R.; CALDAS, C.; CRUZ, J.; GAMBOA, J.; RIVERA, I. Efecto de la intensidad de diodos electroluminosos y fotoperiodo en la optimización de la producción de biomasa de *Spirulina (Arthrospira)*. **Scientia Agropecuaria**, v. 8, n. 1, p. 43-55, 2017.

VASQUEZ-VILLALOBOS, Víctor; VERGARAY, Danny; SUAREZ, Sandibel; VALLADARES, John; ZAMORAL, Augusto; GASPAS, Katia; ESCURRA, Xiomara. Influencia de la proporción agua de mar y bicarbonato en la producción de biomasa de *Spirulina* sp. con iluminación de diodo emisor de luz. **Scientia Agropecuaria**, v. 5, n. 4, p. 199-209, 2014.

VEIGA, Mayara Copello. **Uso de diferentes condições de cultivo para obtenção de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 com aplicação de campos magnéticos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

VONSHAK, A. Outdoor Mass Production of *Spirulina*: The Basic Concept. ***Spirulina platensis (Arthrospira) Physiology, cell-biology and biotechnology***. Inglaterra: Taylor & Francis, p. 79-99, 1997.

VONSHAK, A. Use of *Spirulina* Biomass. ***Spirulina platensis (Arthrospira) Physiology, cell-biology and biotechnology***. Inglaterra: Taylor & Francis, p. 205-212, 1997.

WUANG, S. C.; KHIN, M. C.; CHUA, P. Q. D.; LUO, Y. D. Use of *Spirulina* biomass produced from treatment of aquaculture wastewater as agricultural fertilizers. **Algal Research**, v. 15, p. 59-64, 2016.

XAVIER, Anderson Bruno Fernandes. **Efeito da adição do zooplâncton *Brachionus plicatilis* sobre o desempenho zootécnico de pós-larvas da espécie *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema de bioflocos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2022.

ZACARDI, D. M.; LIMA, M. A. S.; NASCIMENTO, M. M.; ZANETTI, C. R. M. Caracterização socioeconômica e produtiva da aquicultura desenvolvida em Santarém, Pará. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 3, p. 102-112, 2017.