



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE O
CRESCIMENTO E CONSUMO ALIMENTAR DO CAMARÃO BRANCO DO
PACIFICO *Litopenaeus vannamei* NO SISTEMA DE BIOFLOCOS

ITALO JESUS MARCHETTI

RIO GRANDE-RS

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE O
CRESCIMENTO E CONSUMO ALIMENTAR DO CAMARÃO BRANCO DO
PACIFICO *Litopenaeus vannamei* NO SISTEMA DE BIOFLOCOS**

ITALO JESUS MARCHETTI

Orientador: Dr. GERALDO KIPPER FÓES

Co-Orientador: Dr. VICTOR TORRES

D i s s e r t a ç ã o
apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do
Título de Mestre em
Aquicultura pelo Programa de
P ó s - g r a d u a ç ã o em
Aquicultura da Universidade
Federal de Rio Grande.

RIO GRANDE-RS

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

M317e Marchetti, Italo Jesus.

Efeito de diferentes temperaturas sobre o crescimento e consumo alimentar do camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* no sistema de bioflocos / Italo Jesus Marchetti. – 2022.
47 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Rio Grande/RS, 2022.

Orientador: Dr. Geraldo Kipper Fóes.

Coorientador: Dr. Victor Torres.

1. Ração 2. Arraçoamento 3. Lixiviação 4. Crescimento
5. Sistema superintensivo 6. Carcinicultura I. Fóes, Geraldo Kipper
II. Torres, Victor III. Título.

CDU 639.512

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

ATA DE APROVAÇÃO



ATA 02/2022

DE DEFESA DA 211ª DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AQUICULTURA

No dia vinte e quatro de fevereiro de dois mil e vinte e um, às quatorze horas e trinta minutos, reuniu-se a Banca Examinadora de Dissertação de Mestrado em Aquicultura, do **ÍTALO JESUS MARCHETTI**, orientado pelo Prof. Dr. Geraldo Kipper Fôes composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Geraldo Kipper Fôes (orientador – IO/FURG), Prof. Dr. Victor Torres Rosas (Coorientador – IO/FURG), Prof. Dr. Wilson Wasielesky Junior (IO/FURG) e o Prof. Dr. Adolfo Jatobá (IFC). Título da dissertação: “EFETO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE O CRESCIMENTO E CONSUMO ALIMENTAR DO CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO *Litopenaeus vannamei* NO SISTEMA DE BIOFLOCOS.” Dando início à defesa, o Coordenador Adjunto do PPGAq Prof. Dr. Ricardo Vieira Rodrigues, passou a presidência da sessão ao Prof. Dr. Geraldo Kipper Fôes, que na qualidade de orientador, passou a palavra para o candidato apresentar a Dissertação. Após ampla discussão entre os membros da Banca e o candidato, a Banca se reuniu sob a presidência do Coordenador em Exercício. Durante esse encontro ficou estabelecido que as sugestões dos membros da Banca Examinadora devem ser incorporadas na versão final da dissertação, ficando a cargo do Orientador o cumprimento desta decisão. O candidato **ÍTALO JESUS MARCHETTI** foi considerado **APROVADO**, devendo a versão definitiva da Dissertação ser entregue a Secretaria do PPGAq, no prazo estabelecido nas Normas Complementares do Programa. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, será assinada pela Banca Examinadora, pelo candidato e pelo Coordenador do PPGAq.

PROF. DR. GERALDO KIPPER FÔES (ORIENTADOR – IO/FURG)

PROF. DR. VICTOR TORRES ROSAS (CO ORIENTADOR – IO/FURG)

PROF. DR. WILSON WASIELESKY JUNIOR (IO/FURG)

PROF. DR. ADOLFO JATOBÁ (IFSC)

ÍTALO JESUS MARCHETTI

PROF. DR. RICARDO VIEIRA RODRIGUES (Coordenador Adjunto do PPGAq)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E
CONTRATOS

FOLHA DE ASSINATURAS

Emitida em 25/02/2022

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 2/2022 - CGET/ARAQ (11.01.02.08)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 25/02/2022 13:52)
ADOLFO JATOBÁ MEDEIROS BEZERRA
PROFESSOR ENS. BÁSICO TECN. TECNOLÓGICO
CGET/ARAQ (11.01.02.08)
Matrícula: 1808761

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifsc.edu.br/documentos/> informando seu número: 2
, ano: 2022, tipo: ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO, data de emissão: 25/02/2022 e o código de verificação:
ab0fed761b

ÍNDICE	
Lista de tabelas	v
Lista de figuras	vi
DEDICATÓRIA	vii
AGRADECIMENTOS	viii
1. RESUMO	ix
2. ABSTRACT	x
3. INTRODUÇÃO	11
3.1 Estado da aquicultura e carcinicultura	11
3.2 Bioflocos	11
3.3 Temperatura	13
4. OBJETIVOS	17
4.1 Objetivo geral	17
4.2 Objetivos específicos	17
5. METODOLOGIA	17
5.1 Desenho experimental	17
5.2 Análise e manutenção de qualidade de água	19
5.3 Parâmetros de crescimento	20
5.4 Teste de lixiviação	21
5.5 Análises estatísticas	22
6. RESULTADOS	22
7. DISCUSSÃO	30
8. CONCLUSÕES	36
9. ANEXO	38
10. REFERÊNCIAS	38

Lista de tabelas

Tabela 1. Médias e desvios padrão dos parâmetros da água por tratamento realizado no cultivo do camarão *L. vannamei* em cinco temperaturas experimentais distintas.

Tabela 2. Desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* realizado em cinco temperaturas experimentais distintas cultivado durante 10 semanas em sistemas BFT em diferentes temperaturas. FCA - Fator de conversão alimentar;

Tabela 3. Percentual de perdas por lixiviação em bioflocos e em água clara de acordo com a temperatura e tempo de exposição realizado em cinco temperaturas experimentais distintas.

Tabela 4. Fórmula sugerida modificada de Garza de Yta et al. (2004), com o objetivo de aprimorar os protocolos de alimentação considerando a temperatura da água onde: RDO = ração diária ofertada; N = Número de organismos; GPE = Ganho de peso esperado com base na temperatura; FCA: Fator de conversão alimentar; 7 = dias da semana.

Lista de figuras

Figura 1. Unidades experimentais com tampas para evitar flutuações térmicas estocados com camarão *L. vannamei* montados na Estação Marinha de Aquacultura/IO – FURG.

Figura 2. Bandeja utilizada para arraçoamento diário nos tanques (esquerda). No lado direito, a bandeja menor onde as sobras de alimento eram coletadas para posterior secagem em estufa.

Figura 3. Exemplo de sacos permeáveis contendo 1,0 g de ração seca.

Figura 4. Gráficos dos parâmetros físicos da água de acordo com temperatura de cultivo realizados em cinco temperaturas experimentais distintas

Figura 5. Gráfico de crescimento médio semanal de acordo com temperatura de cultivo realizados em cinco temperaturas experimentais distintas.

Figura 6. Gráfico de crescimento semanal com zero do eixo Y centralizado em um crescimento esperado de 1,0 g por semana, no eixo X se observa a semana correspondente a este crescimento de acordo com temperatura de cultivo realizados em cinco temperaturas experimentais distintas.

Figura 7. Gráfico do percentual lixiviado de acordo com a temperatura e tempo de exposição no experimento do comparativo entre temperaturas realizados em cinco temperaturas experimentais distintas em sistema de Bioflocos.

Figura 8. Gráfico do percentual lixiviado de acordo com a temperatura e tempo de exposição no experimento do comparativo entre temperaturas realizados em cinco temperaturas experimentais distintas em água clara.

Figura 9. Estado físico da ração após quatro diferentes períodos de exposição a água clara a 32 °C de temperatura.

Figura 10. Percentual estimado da destinação da ração ofertada.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Nivaldo e Fátima.

À minha irmã.

À minha família.

Aos amigos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo empenho em promover a melhor educação possível, pela forte influência na formação do caráter.

Ao meu Orientador Geraldo Kipper Fóes por aceitar me orientar e proporcionar a oportunidade de realizar este trabalho, pelos conhecimentos compartilhados.

Meu Co-Orientador Victor Torres Rosas por me orientar na a realização dos trabalhos, pela paciência e cuidado nos momentos de maiores dificuldades em prosseguir com os trabalhos.

Ao professor Wilson Wasielesky Jr., pelas dicas, conselhos e conhecimentos passados.

Ao Jun e Ítalo, por terem improvisado rapidamente um sistema de aeração durante uma queda de energia e o experimento parecia perdido.

Aos estagiários do projeto camarão que me ajudaram na montagem da infraestrutura do experimento, Tácio e Julio.

Aos técnicos e funcionários da Estação Marinha de Aquacultura.

Aos amigos que me apoiaram e acreditaram em mim quando eu mesmo tinha dúvidas.

1. RESUMO

Com o crescimento e a intensificação da carcinicultura surge a preocupação com o aumento do preço de rações no mercado, que representam cerca de 60 % do total dos custos de produção, com isto, a necessidade de aprimorar o manejo alimentar, esta é muito relacionada com o equilíbrio do sistema, em especial no BFT sistema mais equilibrado, é mais biosseguro, e potencialmente mais rentável, pois é mais eficiente com isto o presente estudo teve como objetivo aprimorar conhecimentos sobre a influência da temperatura no manejo alimentar (quantidade de ração/dieta) a ser ofertada ao camarão-brando-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em bioflocos. Para isto foi realizado um estudo de 72 dias contendo cinco tratamentos experimentais, divididos por temperaturas: 20 °C, 23 °C, 26 °C, 29 °C e 32 °C, com três repetições cada. Os camarões utilizados tinham peso inicial de 1,20 g com densidade de 300 indivíduos por m³, em sistema de BFT. A oferta de alimento ocorreu duas vezes por dia as 8:00 h e as 17:00 h, as sobras de alimento foram recolhidas, secas e pesadas antes de cada nova alimentação. Simultaneamente, foram realizados testes com objetivo de identificar os percentuais de lixiviação da ração com base nas temperaturas de cultivo, expondo 1,0 g de ração em triplicata na água de cultivo por duas, quatro, oito e 16 horas.

Após a análise dos dados obtidos, pode-se observar menor crescimento em 20 °C com aumento gradual até o tratamento de 29 °C e reduzindo no tratamento de 32 °C. Com os dados obtidos, foi possível elaborar formulas para o cálculo de das quantidades de alimento a serem ofertadas em diferentes temperaturas.

Palavras-chave: ração, arraçoamento, lixiviação, crescimento, sistema superintensivo, carcinicultura.

29 **2. ABSTRACT**

30 With the growth and intensification of shrimp farming, there is a concern
31 about the increase in the price of rations on the market, which represent about
32 60% of the total production costs. With this, the need to improve food
33 management, which is closely related to the balance of the system, especially in
34 the more balanced BFT system, is more biosafe, and potentially more profitable,
35 as it is more efficient) to be offered to Pacific white shrimp (*Litopenaeus*
36 *vannamei*) cultivated in bioflocs. For this, a 72-day study was carried out
37 containing five experimental treatments, divided by temperatures: 20 °C, 23 °C,
38 26 °C, 29 °C and 32 °C, with three replications each. The shrimp used had an
39 initial weight of 1.20 g with a density of 300 individuals per m³, in a BFT system.
40 Feed was offered twice a day at 8:00 am and 5:00 pm, food leftovers were
41 collected, dried and weighed before each new feeding. Simultaneously, tests
42 were carried out in order to identify the leaching percentages of the feed based
43 on the culture temperatures, exposing 1.0 g of feed in triplicate to the culture
44 water for two, four, eight and 16 hours.

45 After analyzing the data obtained, lower growth can be observed at 20 °C
46 with a gradual increase until the treatment of 29 °C and decreasing at the
47 treatment of 32 °C. With the data obtained, it was possible to elaborate formulas
48 for the calculation of the amounts of food to be offered at different temperatures.

49

50 Key words: feed, feeding, leaching, growth, super intensive system,
51 shrimp farming.

52 3. INTRODUÇÃO

53 3.1 Estado da aquicultura e carcinicultura

54 A aquicultura já superou a pesca de captura e já é a principal fonte de
55 frutos do mar para o consumo humano (Garlock et al. 2020). Com isto surge a
56 preocupação de produzir insumos para alimentar a toda a população humana
57 que atingirá 9,8 bilhões de pessoas no ano 2050 (UN, 2021).

58 Em 2018, a carcinicultura foi responsável por 22 % de toda a produção
59 aquícola no mundo (FAO, 2020), sendo a principal espécie cultivada o camarão
60 branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). A importância deste camarão tem
61 sido cada vez maior, especialmente na América Latina (FAO, 2018). Esta
62 espécie tem sido mais cultivada por apresentar características desejáveis à
63 aquicultura, tais como: rusticidade, bom desempenho zootécnico em altas
64 densidades e possuir hábitos alimentares com menor demanda por proteína de
65 origem animal (Ferreira et al. 2011; Krummenauer et al. 2014; Lara et al. 2017).

67 3.2 Bioflocos

68 Com os sistemas BFT as trocas d'água são minimizadas, diminuindo
69 muito os impactos ambientais do cultivo, e por consequência permitindo que o
70 cultivo seja realizado em ambientes distantes de fontes de água salgada. A única
71 necessidade de água para um cultivo deste tipo é para repor a água perdida pela
72 evaporação (Krummenauer et al. 2014).

73 A qualidade nutricional dos bioflocos tem sido amplamente estudada, pois
74 suas características nutricionais estão dentro dos valores desejados para
75 organismos aquáticos com valores de proteínas dentro da faixa de 22-30 % e
76 lipídios entre 6,0-10 %, e composição também é rica em vitaminas e minerais.
77 Também possui muitos dos aminoácidos essenciais com a exceção de arginina
78 e lisina que poderiam ser limitantes se os bioflocos fossem a única fonte de
79 alimentos para os camarões (Avnimelech, 1999; Brown, 1997; Tacon et al. 2002).
80 O consumo dos bioflocos possui vantagens que não só se referem ao seu valor
81 nutricional proteico e lipídico, mas também tem sido reportado que a ingestão de
82 bioflocos resulta em melhores desempenhos de crescimento e atividade

enzimática digestiva (Anand et al. 2014). Xu et al. (2012) observaram outras características positivas nos organismos pelo consumo dos bioflocos, com a melhora na eficiência de enzimas digestivas. Crab et al. (2010) observaram que servem como probiótico na flora intestinal dos organismos e Ju et al. (2008) obteve que efeitos estimuladores do sistema imune e do crescimento. Emerenciano et al. (2013) observaram os bioflocos como uma possível estratégia para o gerenciamento de doenças com o efeito probiótico.

Os sistemas com uso de da tecnologia de bioflocos surgiram como uma alternativa aos cultivos intensivos de camarões (Avnimelech, 1999; Richter & Hargreaves, 2013). Os bioflocos possuem as seguintes vantagens: 1) A comunidade bacteriana pode converter amônia em proteína bacteriana por meio da incorporação do nitrogênio; 2) Os bioflocos bacterianos contêm elevados níveis de proteínas que somado aos componentes nutricionais dos outros microrganismos na água (microalgas ou rotíferos) complementam nutrição dos camarões; 3) As trocas de água se mantem ao mínimo, sendo reposta apenas a água perdida por evaporação; 4) Após os cultivos os bioflocos possuem um potencial de serem secados e utilizados como fertilizante (adubo) ou farinha para seu uso posterior (Kuhn et al. 2016; Verma et al. 2016; Bossier & Ekasari, 2017).

Os sistemas BFT se baseiam na utilização das sobras de alimento, fezes e os produtos do catabolismo dos animais como substrato para a proliferação das bactérias, mediante a conversão de subprodutos nitrogenados como amônia (NA-T) e nitrito (NO_2^-), o que poderá ter três caminhos: a) Heterotrófico, b) Autotrófico, c) Fotoautotrófico (Ebeling et al. 2006).

Os animais o utilizam os aminoácidos e proteínas como parte de sua alimentação em um cultivo são os componentes da ração e dos bioflocos. Os bioflocos, plantas e algas, por sua vez, utilizam os íons de nitrogênio (amônia, nitrito e nitrato). Em um cultivo a principal fonte de nitrogênio vem da alimentação diária. A amônia é gerada por duas vias: decomposição da ração e excretada pelos animais como resíduo dos processos catabólicos.

O nitrito é o segundo composto nitrogenado da nitrificação bacteriana. Este pode atingir concentrações em que seja toxico se sua concentração não for controlada, sendo mais perigoso em salinidades baixas (Gross et al. 2004). Este

também é bastante perigoso em larvicultura e sistemas de cultivo, podendo ser o responsável por um aumento na mortalidade. A presença de elevadas concentrações de nitrito na água pode ocasionar problemas hemolinfáticos, já que o mecanismo de atuação afeta o transporte de oxigênio, diminuindo a quantidade de oxigênio disponível para os tecidos e com isto ocorrer a hipóxia e pôr fim a mortalidade (Campos et al. 2012).

O nitrato é o último composto da nitrificação bacteriana, sendo o menos tóxico deles. Porém, por ser o produto final da nitrificação, pode se acumular em grandes quantidades, principalmente em sistemas sem renovação de água. Esta forma nitrogenada pode ser letal ou ser bastante debilitária para diversos organismos, tornando de extrema importância o conhecimento dos limites de tolerância da espécie alvo de cultivo (Ferreira et al. 2011).

Em sistemas de bioflocos, um fator importante que deve ser mantido é a relação C: N que deve ser mantida próxima de 15: 1. Neste sistema, as bactérias heterotróficas dos bioflocos consomem constantemente o carbono orgânico, fazendo-se necessária a manutenção desta proporção, a ração ofertada se apresenta como fonte de relação C: N de aproximadamente 9: 1. Os outros seis átomos de carbono são aplicados por outras fontes, sendo as mais comuns: melaço de cana e farelo de arroz (Avnimelech, 1999).

Um ponto importante a ressaltar sobre a criação em BFT é a aeração intensa, a fim de aerar a água e remobilizar os sólidos do fundo, evitando a formação de zonas anóxicas, sendo estas zonas pontos de grande risco para a saúde do sistema.

3.3 Temperatura

O camarão *L. vannamei* não tem a capacidade de se termorregular (pecilotérmico), por isto quando o ambiente apresenta situação de desconforto térmico, ele tende a se deslocar para regiões com temperatura mais adequada. Entretanto, em ambientes de cultivo aquícolas eles não tem esta possibilidade. Sendo assim, o controle da temperatura nas atividades de cultivo é de grande importância (Perez-Velazquez et al. 2012).

146 A relação direta entre temperatura e alimentação indica importante
147 influência por parte do ambiente de cultivo no comportamento do camarão, pois
148 a temperatura afeta diretamente o metabolismo (Walker et al. 2011) podendo
149 afetar o aproveitamento da ração e influenciar a sobrevivência e o crescimento
150 dos camarões. Segundo Van Wyk e Scarpa (1999), a temperatura ideal de cultivo
151 para *L. vannamei* varia entre 28 °C e 30 °C. Temperaturas distantes deste
152 intervalo podem ser parcialmente responsáveis por menor crescimento
153 (Sonnenholzner et al. 2002). Wyban et al. (1995) observaram que em
154 temperaturas superiores aos 30 °C, em água clara, o crescimento é afetado
155 negativamente, especialmente em organismos com pesos inferiores a 15 g.

156 À medida que os cultivos de camarões são realizados em maiores
157 latitudes, aumenta a dificuldade em manter a temperatura ideal da água. Neste
158 caso, apenas nos meses mais quentes a produção de *L. vannamei* é viável em
159 viveiros convencionais (Krummenauer, 2008).

160 Uma alternativa para amenizar as baixas temperaturas é a utilização de
161 estufas, permitindo o cultivo em um maior intervalo de tempo durante o ano. Além
162 disso, deve-se minimizar as trocas de água, isto porque a estrutura geralmente
163 é isolada do meio externo por filme plástico, mantendo maiores as temperaturas
164 internas. Havendo trocas constantes de água, o calor é perdido pela entrada de
165 água nova mais fria, perdendo as vantagens de utilização da estufa. Sendo
166 assim, o sistema de cultivo em bioflocos é um dos mais indicados para ser usado
167 nestas estruturas.

168

169 3.4 Alimentação e lixiviação

170 Um dos fatores de maior importância na atividade aquícola é a
171 fornecimento da alimentação, que representa até 60 % dos custos totais de
172 produção (Knapp, 2008). Frequentemente, as diferenças observadas nas taxas
173 de alimentação são resultado do manejo alimentar e não o resultado de
174 diferenças na formulação, dos ingredientes ou da fabricação das rações (Tacon
175 et al. 2013). Os problemas no manejo alimentar podem ser o armazenamento
176 inadequado da ração, pois pode se tornar fonte de contaminação por fungos,
177 perda da qualidade nutricional, perda por animais oportunistas se alimentando

178 no ambiente de cultivo entre outros. Além disto, funcionários pouco qualificados
179 podem realizar a oferta de alimento de maneira errada, sem distribuir de maneira
180 homogênea, podendo levar a acúmulo no fundo e a decomposição do alimento,
181 sem que seja consumido.

182 Uma das mais importantes medidas de produtividade animal é o fator de
183 conversão alimentar (F.C.A.) que é definido pelo consumo total de ração, dividido
184 pelo seu ganho de biomassa. Esta importância é dada pois é um dos índices que
185 possuem maior influência no custo de produção. Sendo assim, em um cultivo é
186 fundamental atingir baixas conversões alimentares (Jory et al. 2001).

187 A temperatura pode ser um fator de modificação das taxas de
188 arraçoamento, pois afeta o metabolismo, taxa de crescimento, nível de atividade
189 dos animais, sobrevivência, etc. Sendo assim, deve ser aplicado um controle
190 adequado e rigoroso no fornecimento de alimentação. Por exemplo, através da
191 utilização de bandejas de alimentação, observação da presença de restos nestas
192 bandejas, implantação de intervalos adequados entre as ofertas de alimento e
193 principalmente fazer o cálculo adequado das quantidades e serem ofertadas,
194 principalmente quando se trata de temperaturas distantes das ideais que podem
195 ocorrer durante o período de cultivo.

196 Importante salientar que a disponibilidade de alimento afeta fortemente o
197 crescimento, sendo este menor quando há um déficit de ração (Reis et al. 2020).
198 Entretanto, se a oferta de ração for elevada, os custos de produção também
199 serão aumentados e a qualidade da água poderá ser impactada, diminuindo
200 sua qualidade e podendo tornar inviável o cultivo. Da mesma forma é essencial
201 que a ração ofertada seja de boa qualidade. Yuan (2021) encontrou resultado no
202 qual uma ração com menor teor de proteína resultou em menor taxa ingestão.
203 Entretanto, nos tratamentos onde a ração tinha em sua composição apenas 3,0
204 % a mais de proteína, as taxas de ingestão aumentaram significativamente. De
205 acordo com Tacon (2013), o desempenho nutricional de uma alimentação
206 formulada de camarão depende de vários fatores interligados: conteúdo
207 nutricional e a composição da dieta fornecida, as propriedades físicas e a
208 estabilidade da ração na água, o transporte e armazenamento das rações, a
209 metodologia de aplicação e o sistema de cultivo, densidade de estocagem,

gestão de água e disponibilidade de alimentos naturais. Além disso, Limsuwan et al. (2009) afirmam que a alimentação excessiva pode aumentar a presença de compostos tóxicos, tais como os compostos nitrogenados e também a proliferação de bactérias patogênicas, tais como *Vibrio* spp., causando mortalidade aos camarões cultivados.

De acordo com Furuya et al. (1998), o meio aquático influencia negativamente os estudos sobre nutrição, pois dificulta a observação da quantidade consumida e, não existindo controle efetivo sobre a lixiviação, piorando a eficiência da utilização do alimento ou deteriorando a qualidade de água do ambiente. Uma das causas mais importantes das perdas de nutrientes nas rações aquáticas é a baixa hidro estabilidade, que provoca rápida desintegração e lixiviação, diminuindo a eficiência de incorporação de nutrientes pelos organismos cultivados e aumentando a concentração na coluna d'água. A hidro estabilidade dos alimentos pode ser melhorada pela incorporação de ligantes eficazes e/ou pelo uso de processos de fabricação especiais (Martinez-Porchas & Martinez-Cordova, 2012). Entretanto, Kolkovski et al. (2000) nos apontam um efeito positivo da lixiviação observados em três espécies de peixes, a liberação de atrativos que podem facilitar o encontro do alimento pelos organismos nos primeiros minutos, e assim, podendo afetar positivamente o crescimento e a sobrevivência.

Para evitar os longos períodos de exposição e a consequente lixiviação das sobras com os problemas relacionados acima, existe maneiras de controlar, tais como: frequência das ofertas de alimento, sendo preferível a utilização de alimentadores automáticos e a oferta da quantidade ideal de alimento. Para isto, algumas fórmulas de cálculo de alimentação foram propostas por diversos autores, sendo uma das mais utilizadas a equação proposta por Garza de Yta et al. (2004) que é estruturada da seguinte forma:

$$\text{Alimentação (diária)} = (\text{Numero de Camarões} \times \text{Taxa de Crescimento Semanal Esperada} \times \text{FCA Esperado}) / 7.$$

Nesta fórmula, Garza de Yta et al. (2004) apresentam resultados obtidos em um estudo realizado em água clara e não consideram diretamente o fator temperatura, ficando a cargo do usuário estimar os efeitos da mesma dentro do

parâmetro “taxa de crescimento semanal esperada” que por sua vez sofre influência de diversas fontes, tornando assim o cálculo incerto, principalmente em temperaturas distantes das ideais para o cultivo. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo obter as taxas de crescimento do *L. vannamei* em diferentes temperaturas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar os consumos alimentares e consequentemente as taxas de conversão alimentares do camarão branco Pacífico *Litopenaeus vannamei* em diferentes temperaturas utilizando o sistema de bioflocos (BFT).

4.2 Objetivos específicos

-Avaliar os consumos alimentares do camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* em diferentes temperaturas no sistema BFT;

-Avaliar o desempenho zootécnico do camarão branco cultivado em diferentes temperaturas no sistema BFT;

-Avaliar as taxas de conversão alimentar em camarões cultivados em diferentes temperaturas no sistema BFT;

-Determinar a melhor temperatura de cultivo para os parâmetros de crescimento, sobrevivência, fator de conversão alimentar no sistema BFT;

-Obter as taxas de ração lixiviadas pela água em diferentes temperaturas, tempo de exposição em água clara e bioflocos.

5. METODOLOGIA

5.1 Desenho experimental

O experimento foi realizado no Laboratório de Carcinocultura, na Estação Marinha de Aquacultura (EMA/IO-FURG) localizada no balneário Cassino, cidade do Rio Grande, RS, Brasil (32°12'15,65" S - 52°10'40,55" W).

Os náuplios foram adquiridos de um laboratório comercial (Aquatec Ltda.), localizado no estado do Rio Grande do Norte. Os animais passaram pelos

274 processos de larvicultura e berçário até atingir o tamanho para o início do
275 experimento.

276 O experimento foi realizado ao longo de 10 semanas em 15 tanques de
277 polipropileno com 300 L, cobertos com tampa e plástico (Figura 1), sendo
278 divididos em cinco tratamentos com diferentes faixas de temperatura (20, 23, 26,
279 29 e 32 °C), tendo cada tratamento três repetições. A densidade de estocagem
280 foi de 300 camarões/m², com um peso inicial de 1,20 g. Para manter os
281 tratamentos experimentais as temperaturas foram mantidas nas diferentes faixas
282 mediante a utilização de aquecedores elétricos (Roxin Ltda.) com potência de
283 300 Watts, sendo monitoradas duas vezes por dia.

284 A taxa de arraçoamento inicial foi calculada de acordo com a
285 recomendada pelo trabalho de revisão de Jory et al. (2001), sendo ajustada
286 diariamente mediante o uso de bandejas de alimentação. Estas bandejas foram
287 confeccionadas com paredes de 3,0 cm de altura, 15 cm de diâmetro e malha
288 16, a haste da bandeja foi confeccionada com tubo de PVC (policloreto de vinila)
289 de forma que a alimentação pudesse ser feita através da haste, garantindo que
290 a ração se mantivesse na bandeja até que fosse erguida (figura 2). A quantidade
291 total de alimento total por dia foi dividida em duas alimentações sendo 33,3 % às
292 8:00 h e 66,6 % às 17:00 h. Antes de ofertar a nova parcela de ração, as sobras
293 de ração não consumidas foram coletadas e secadas durante 24 horas em estufa
294 a 60 °C e posteriormente pesadas. Esta diferença de peso do alimento ofertado
295 e as sobras coletadas, considerando os dados de percentuais lixiviados obtidos
296 neste experimento para cada período de exposição foram utilizados a fim de
297 obter o consumo real.



Figura 1. Unidades experimentais com tampas para evitar flutuações térmicas estocados com camarão *L. vannamei* montados na Estação Marinha de Aquacultura/IO – FURG.



Figura 2. Bandeja utilizada para arrazoamento diário nos tanques (esquerda). No lado direito, a bandeja menor onde as sobras de alimento eram coletadas para posterior secagem em estufa.

299 5.2 Análise e manutenção de qualidade de água

300 As temperaturas foram mantidas nos diferentes intervalos mediante a
 301 utilização de aquecedores elétricos (Roxin®, potência de 300 Watts), o oxigênio
 302 foi monitorado duas vezes ao dia utilizando o multiparâmetros da marca Hach.

O pH foi monitorado semanalmente com pHmetro de mesa (Mettler Toledo Five Easy). Quando a alcalinidade reduziu abaixo de 100 mg de $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ e os valores de pH abaixo de 7,3 foram realizados ajustes com doses de 0,05 g L^{-1} de cal hidratada, recomendado por Ebeling et al. (2006), seguindo a metodologia descrita por Furtado et al. (2014).

Semanalmente, foram analisados salinidade utilizando um aparelho multiparâmetros (Hach HQ40D), os sólidos suspensos totais (SST), Amônia (N-AT) (Unesco, 1983), Alcalinidade (APHA, 2012), Nitrito (NO_2^-) (Aminot & Chaussepied, 1983) e Fosfato (PO_4^{3-}) (Aminot & Chaussepied, 1983). No caso de ocorrer concentrações de amônia na água com valores iguais ou superiores a 1,0 mg L^{-1} foram realizadas fertilizações de carbono orgânico (Avnimelech, 1999). O controle dos sólidos suspensos foi feito através do uso de clarificadores mantendo os valores abaixo de 500 mg L^{-1} (Gaona et al. 2017).

Todos os tanques foram inicialmente preenchidos com 10 % de água procedente de um tanque experimental com sistema BFT “maduro” (ciclo de cultivo em andamento contendo valores de amônia a nitrito baixos), o restante foi preenchido com água marinha, com isto o SST inicial foi de aproximadamente 35 mg L^{-1} .

5.3 Parâmetros de crescimento

Uma vez por semana foi monitorado o crescimento. O crescimento semanal foi estimado através do cálculo da média de peso individual de uma amostra de 20 indivíduos, estas biometrias ocorreram em todos os tanques com o uso de balança de precisão (AS2000, Marte®, Santa Rita do Sapucaí, Brasil).

Com o objetivo de avaliar o efeito dos tratamentos no crescimento após o fim do período experimental foram avaliados os seguintes parâmetros:

1) Ganho de peso (g) =

$$\text{Peso inicial} * (\text{Peso final})^{-1} \quad (1)$$

2) Taxa de crescimento específico [TEC ($\% \text{ dia}^{-1}$)] =

$$[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) * (\text{dias de experimento})^{-1}] * 100 \quad (2)$$

$$\text{3) Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{Número final de camarões}}{\text{Número inicial de camarões}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{4) Produtividade (kg m}^{-2}\text{)} = \frac{\text{Biomassa final} - \text{Biomassa inicial}}{\text{Área de cultivo}} \quad (4)$$

$$\text{5) Produtividade (kg m}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Biomassa final} - \text{Biomassa inicial}}{\text{Volume de cultivo}} \quad (5)$$

$$\text{6) Crescimento semanal (g)} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{semanas de cultivo}} \quad (6)$$

5.4 Teste de lixiviação

Foram realizados dois testes com objetivo de estimar os impactos que a lixiviação causa sobre ração ofertada em cultivos em bioflocos e em água clara, com o objetivo de obter as curvas de lixiviação por tempo correspondentes a cada temperatura em cada ambiente.

Para os testes, foram confeccionados e pesados sacos permeáveis contendo 1,0 g de ração seca (Figura 3) com 38 % de proteína bruta (Guabitech Active 1,6 mm) já considerando a umidade natural da mesma (matéria seca= 94 %). Posteriormente, para cada teste, os sacos com ração foram umedecidos e colocados na água, ficando isolados do contato com os camarões. Foram usados um conjunto de quatro sacos para cada tanque, sendo expostos por períodos de duas, quatro, oito e dezesseis horas. Após esta exposição, a ração contida nos sacos foi secada por 24 horas em estufa a 60 °C. A lixiviação foi estimada de acordo com o percentual de ração perdida. Foi estimada uma curva de lixiviação para cada tratamento em cada um dos dois testes.

$$Rf \times 100 / (Ri \times 0,94) \quad (7)$$

Onde; Ri = peso da ração inicial; Rf = peso da ração exposta



Figura 3. Exemplo de sacos permeáveis contendo 1,0 g de ração seca.

365 5.5 Análises estatísticas

366 Após cumpridas as premissas dos testes de normalidade e
367 homocedasticidade, análises de variância ANOVA foram realizadas para cada
368 tratamento experimental comparando os dados de cada parâmetro de qualidade
369 da água e desempenho zootécnico, nos casos que apresentaram diferenças
370 significativas, foram aplicados teste post hoc de Tukey. Os dados de
371 sobrevivência foram obtidos a partir da diferença do número de indivíduos
372 colocados no início do experimento com o número de indivíduos retirados na
373 despesca final.

374

375 6. RESULTADOS

376 Na Tabela 1, podemos observar os valores médios dos parâmetros de
377 qualidade de água no período experimental em cada tratamento junto com os
378 desvios padrão, os dados obtidos de temperatura, N-AT, NO_2^- , NO_3^- e
379 alcalinidade são apresentados em gráficos na Figura 4. O tratamento de 32 °C
380 apresentou o maior desvio padrão, com o valor de 0,62, com média de 31,74 °C,
381 representando a maior distância média da temperatura desejada de todo o

estudo. Pode-se observar que o oxigênio dissolvido apresenta diminuição em suas concentrações de acordo com o aumento da temperatura da água, sendo a maior média de 7,39 mg L⁻¹ em 20 °C e 5,42 mg L⁻¹ para o tratamento 32 °C. O pH se manteve entorno de 8,00 em todos os tratamentos. A alcalinidade apresentou a maior média no tratamento 20 °C com valor 188,05 mg L⁻¹ e menor média no tratamento 29 °C com valor de 129,73 mg L⁻¹. O parâmetro N-AT apresentou um leve aumento junto a temperatura sendo os menores valores de 0,30 mg L⁻¹ nos tratamentos 20 °C e 26 °C e maior valor de 0,45 mg L⁻¹ no tratamento 32 °C. O SST apresentou medias superiores a 300 mg L⁻¹ em todos os tratamentos sendo a maior delas 399,9 mg L⁻¹ no tratamento 26 °C.

Tabela 1. Médias e desvios padrão dos parâmetros da água por tratamento realizado no cultivo do camarão *L. vannamei* em cinco temperaturas experimentais distintas.

Parâmetros	Tratamentos				
	20 °C	23 °C	26 °C	29 °C	32 °C
Temperatura	20,15 ± 0,28	23,12 ± 0,20	26,07 ± 0,29	29,23 ± 0,16	31,74 ± 0,62
O ₂ (mg L ⁻¹)	7,39 ± 0,26 ^a	6,85 ± 0,16 ^{ab}	6,33 ± 0,31 ^b	5,71 ± 0,14 ^c	5,42 ± 0,02 ^c
pH	8,08 ± 0,06	8,00 ± 0,03	7,94 ± 0,02	7,96 ± 0,07	7,99 ± 0,02
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	188,10 ± 16,5 ^a	177,5 ± 23,0 ^a	149,60 ± 11,20 ^{ab}	129,7 ± 15,4 ^b	131,40 ± 11,10 ^b
N-AT (mg L ⁻¹)	0,30 ± 0,01 ^b	0,36 ± 0,06 ^b	0,30 ± 0,03 ^b	0,40 ± 0,03 ^{ab}	0,45 ± 0,09 ^a
NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,27 ± 0,08 ^b	0,59 ± 0,17 ^b	0,45 ± 0,03 ^{ab}	0,78 ± 0,21 ^a	0,83 ± 0,20 ^a
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	50,07 ± 19,66 ^c	49,99 ± 13,02 ^c	65,48 ± 7,25 ^b	93,67 ± 5,49 ^{ab}	102,44 ± 3,33 ^a
PO ₄ ³⁻ (mg L ⁻¹)	2,44 ± 0,37	3,02 ± 0,79	3,16 ± 0,78	2,89 ± 0,83	2,82 ± 0,94
SST (mg L ⁻¹)	314,1 ± 42,30	348,3 ± 5,84	399,9 ± 84,60	380,9 ± 56,40	343,60 ± 40,90

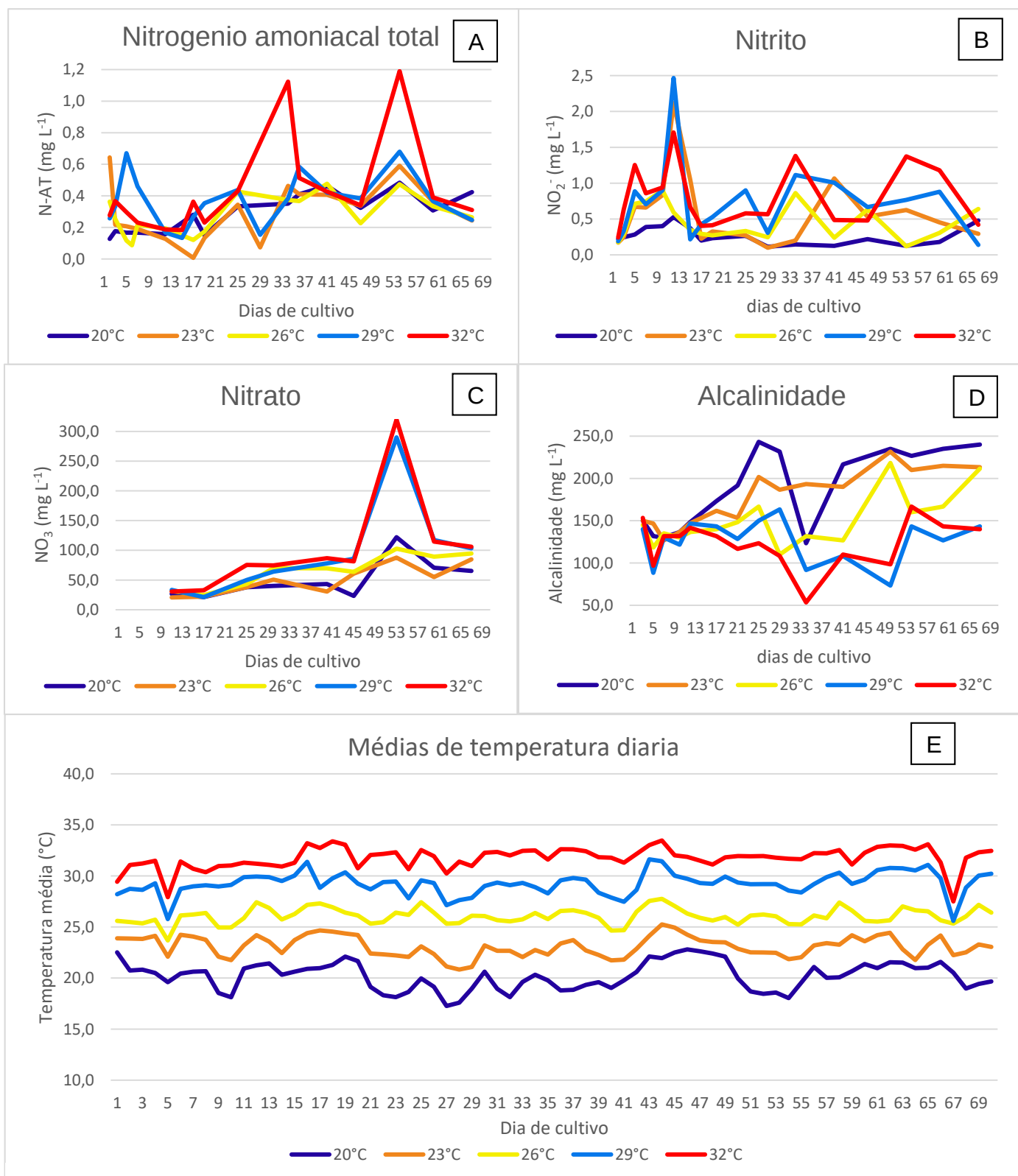


Figura 4. Gráficos dos parâmetros físicos da água em diferentes temperaturas realizados em cinco temperaturas experimentais distintas com valores expressos em médias e desvios padrão.

Na figura 4 C, onde está plotado os valores de nitrato, observa-se os maiores picos para todos os tratamentos presentes no dia 53 de cultivo onde apenas os dois tratamentos de maiores temperaturas (29 e 32 °C) superaram os 150 mg L⁻¹ com valores de 290 mg L⁻¹ e 320 mg L⁻¹, respectivamente. O gráfico presente no item D da mesma figura apresenta os valores de alcalinidade da água onde observamos que com o passar do tempo de experimento houve uma diminuição dos valores em temperaturas maiores e um aumento em temperaturas menores.

O item E da figura 4, observamos os valores médios diários de temperatura em cada tratamento onde observamos duas quedas abruptas de temperatura, sendo uma no início (dia 05) e outra no final (no dia 67), retomando níveis normais no dia seguinte.

A tabela 2 apresenta os parâmetros zootécnicos do camarão cultivado em BFT durante 10 semanas em diferentes temperaturas. O peso médio individual inicial foi de 1,20 g em todos os tratamentos. A média de peso final foi estatisticamente maior ($P>0,05$) nos tratamentos 29 °C e 32 °C, com valores de 12,37 g e 11,31 g, respectivamente e menor no tratamento 20 °C com valor médio de 3,67 g. A conversão alimentar foi estatisticamente igual em todos os tratamentos. A sobrevivência foi maior no tratamento 20 °C e decresceu em relação ao aumento das temperaturas, sendo menor no tratamento 32 °C que foi de 80,4 %. A biomassa total e a produtividade foram estatisticamente maiores ($P>0,05$) nos tratamentos 26, 29 e 32 °C e o tratamento 23°C não apresentou diferença dos demais.

Tabela 2. Desempenho zootécnico do camarão (*L. vannamei*) realizados em cinco temperaturas experimentais distintas cultivado durante 10 semanas em sistemas BFT em diferentes temperaturas. FCA - Fator de conversão alimentar, SGR - Taxa de crescimento específico;

Parâmetro	Tratamentos					ANOVA
	20 °C	23 °C	26 °C	29 °C	32 °C	P-Valor
Peso inicial (g)	1,20 ± 0,15	1,20 ± 0,15	1,20 ± 0,15	1,20 ± 0,15	1,20 ± 0,15	
Peso final (g)	3,67 ± 0,19 ^c	6,78 ± 0,35 ^b	9,21 ± 0,63 ^b	12,37 ± 0,90 ^a	11,31 ± 0,76 ^a	<0,001
FCA	1,70 ± 0,08 ^a	1,70 ± 0,07 ^a	1,92 ± 0,09 ^a	2,00 ± 0,12 ^a	2,48 ± 0,74 ^a	0,1816
SGR (% dia ⁻¹)	0,03 ^{ab}	0,08 ^{ab}	0,10 ^{abc}	0,14 ^{ac}	0,13 ^{bc}	<0,001
Sobrevivência (%)	97,8 ± 2,80	98,5 ± 1,57	95,2 ± 3,93	84,8 ± 9,32	80,4 ± 25,0	> 0,05
Biomassa total (kg)	0,97 ± 0,01 ^b	1,80 ± 0,04 ^{ab}	2,37 ± 0,02 ^a	2,83 ± 0,08 ^a	2,45 ± 0,21 ^a	0,002
Produtividade (kg m ⁻²)	1,07 ± 0,02 ^b	2,12 ± 0,14 ^{ab}	2,42 ± 0,07 ^a	3,09 ± 0,25 ^a	2,69 ± 0,70 ^a	0,002

Os valores médios dos pesos ao longo do tempo de cultivo juntamente com os desvios padrão estão apresentados na figura 5, onde observamos claramente a diferença de crescimento presente nos tratamentos de 20, 23 e 26 °C, já nos dois tratamentos de maiores temperaturas o crescimento é semelhante sendo menor no tratamento de 32 °C principalmente quando os indivíduos atingiram maiores tamanhos próximo ao fim do período experimental.

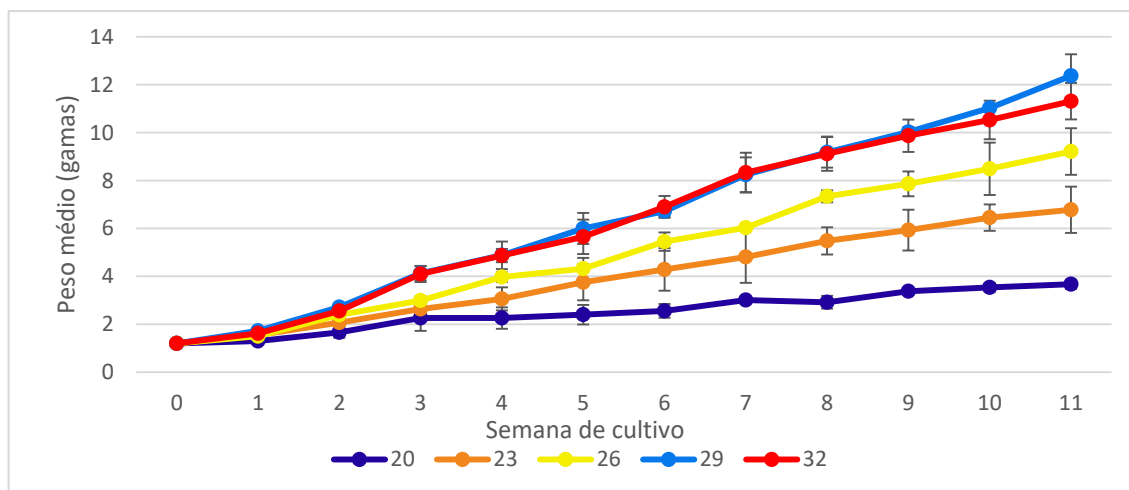


Figura 5. Crescimento médio de acordo com temperatura de cultivo realizados em cinco temperaturas experimentais distintas.

Na Figura 6, observa-se centralizado no zero do eixo Y o crescimento esperado de 1,0 g por semana e observamos os valores de quanto o crescimento real obtido se distanciou do esperado, e no eixo X é observada a semana de cultivo.

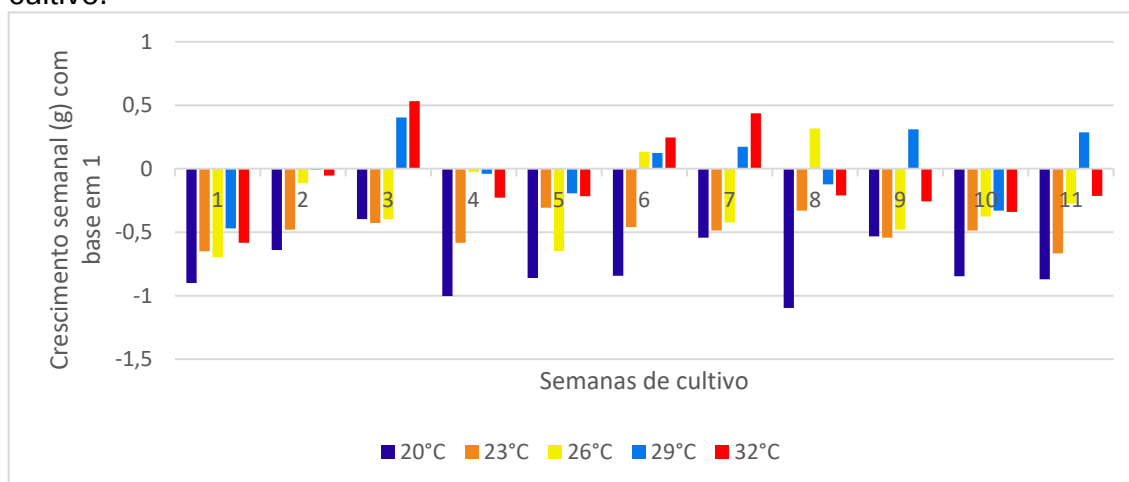


Figura 6. Gráfico de crescimento semanal com zero do eixo Y centralizado em um crescimento esperado de 1,0 g por semana, no eixo X se observa a semana correspondente a este crescimento de acordo com temperatura de cultivo realizados em cinco temperaturas experimentais distintas.

No teste de lixiviação (tabela 3), nos tratamentos em água clara não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em duas horas e em quatro horas. Em água clara, nos períodos de oito e 16 horas apenas o tratamento 32 °C se demonstrou estatisticamente diferente dos demais.

Nos tratamentos com bioflocos foi observado que no período de quatro horas apenas o tratamento de 32 °C foi estatisticamente diferente dos 20 °C e 26 °C, os demais não apresentaram diferenças. No período de oito horas os tratamentos 20 °C e 23 °C foram estatisticamente diferentes do tratamento 32 °C. Em 16 horas apenas o tratamento 20 °C se demonstrou estatisticamente diferente do 32 °C.

451

Tabela 3. Percentual de perdas por lixiviação em bioflocos e em água clara de acordo com a temperatura e tempo de exposição realizados em cinco temperaturas experimentais distintas.

Tratamentos	Bioflocos				Água clara			
	2H	4H	8H	16H	2H	4H	8H	16H
20 °C	8,90 ± 0,90	11,18 ± 1,10 ^b	12,96 ± 1,81 ^c	16,21 ± 2,55 ^d	16,58 ± 2,42	16,83 ± 2,50	18,29 ± 0,61 ^a	28,50 ± 1,80 ^a
23 °C	9,72 ± 2,72	12,46 ± 0,61 ^{ab}	13,38 ± 1,42 ^c	18,76 ± 3,36 ^{cd}	17,78 ± 0,87	18,95 ± 0,85	19,55 ± 1,37 ^a	26,97 ± 2,45 ^a
26 °C	10,24 ± 2,08	12,16 ± 0,41 ^b	13,88 ± 0,93 ^{bc}	20,05 ± 2,64 ^{bc}	15,80 ± 1,39	19,26 ± 0,16	19,35 ± 1,00 ^a	26,10 ± 0,87 ^a
29 °C	11,36 ± 1,69	13,52 ± 1,11 ^{ab}	15,30 ± 2,52 ^{ab}	21,56 ± 3,80 ^{ab}	17,08 ± 1,48	19,09 ± 0,73	20,66 ± 0,80 ^a	28,73 ± 2,42 ^a
32 °C	11,11 ± 1,47	14,56 ± 3,76 ^a	17,44 ± 1,80 ^a	24,90 ± 4,67 ^a	19,30 ± 0,11	19,90 ± 1,49	23,40 ± 1,01 ^b	31,88 ± 2,72 ^b

455

Dos resultados do teste de lixiviação nos tratamentos com bioflocos (figura 7), observamos que o percentual lixiviado aumentou junto ao tempo de exposição. Dentro de cada período de exposição houve diferenças entre as temperaturas, na menor temperatura (20 °C) observamos as menores percentagens lixiviadas e, com exceção do período de 4 h, a maior temperatura correspondeu à maior taxa lixiviada.

461

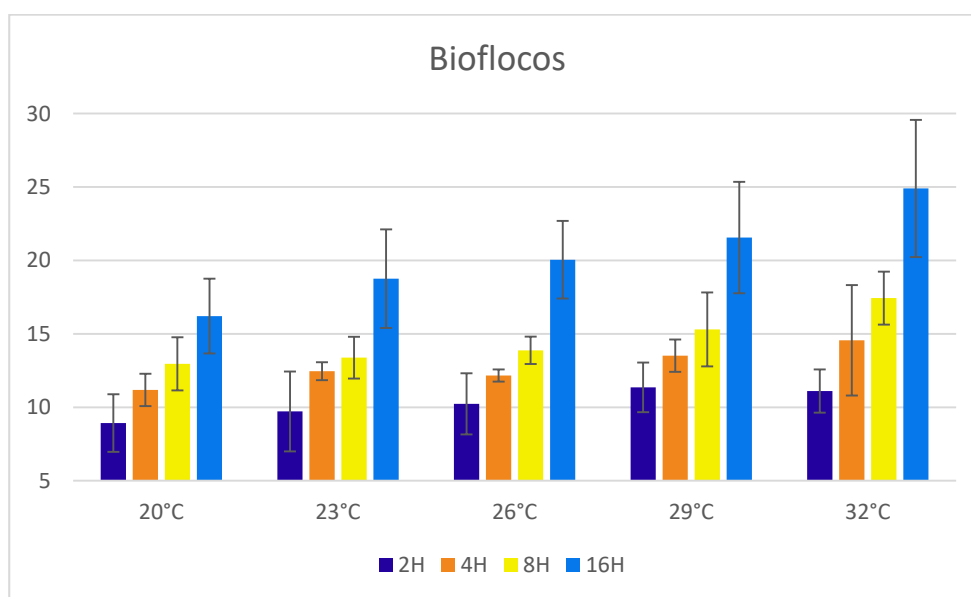


Figura 7. Percentual lixiviado de acordo com a temperatura e tempo de exposição no experimento do comparativo entre temperaturas realizados em cinco temperaturas experimentais distintas em sistema de bioflocos.

No teste de lixiviação, nos tratamentos em água clara (figura 8), observamos que o percentual lixiviado também aumentou junto ao tempo de exposição. Sendo na menor temperatura (20 °C) observamos as menores percentagens lixiviadas, e a maior temperatura correspondeu a maior taxa lixiviada.

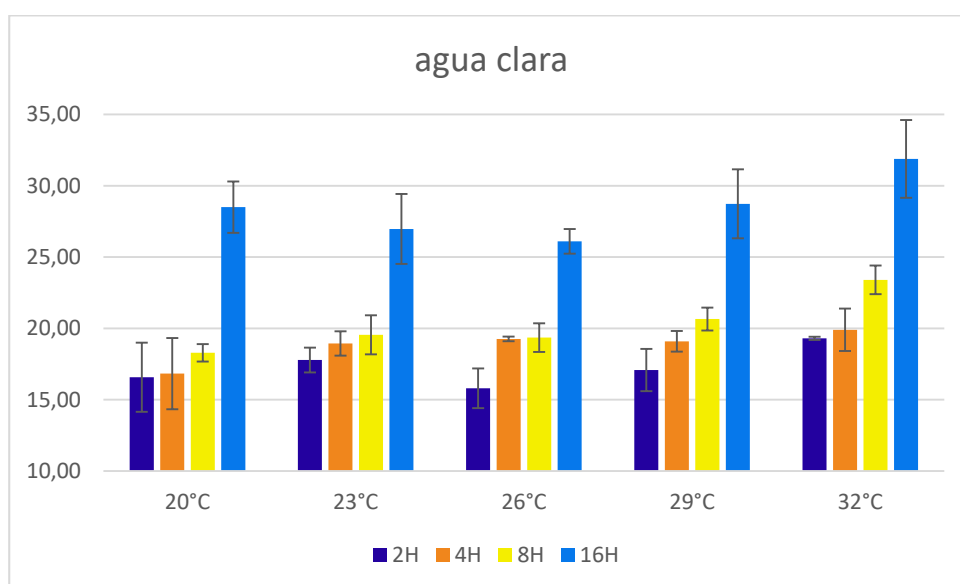


Figura 8. Percentual lixiviado de acordo com a temperatura e tempo de exposição no experimento do comparativo entre temperaturas realizados em cinco temperaturas experimentais distintas em água clara.

475 Os resultados obtidos com este estudo foram analisados e sintetizados
476 nas formulas apresentadas na tabela a seguir (tabela 4). Para obter a quantidade
477 de ração a ser ofertada esta formula leva em consideração o número de animais
478 cultivados multiplicado pelo crescimento semanal esperado de acordo com a
479 temperatura de cultivo e então multiplicado pelo fator de conversão alimentar
480 esperado, obtendo o consumo semanal de ração, que, portanto, é dividido pelos
481 sete dias da semana, obtendo o consumo diário.

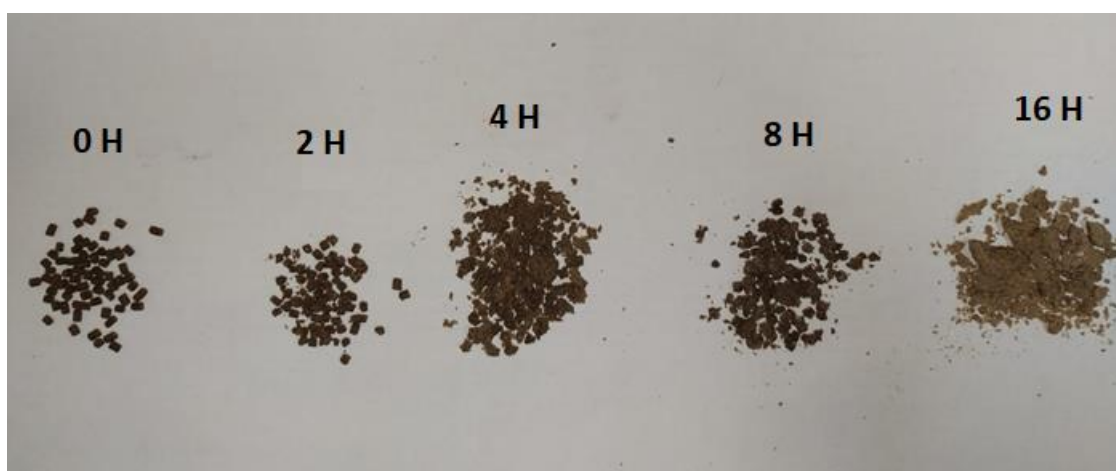


Figura 9. Estado físico da ração após quatro diferentes períodos de exposição a água clara a 32 °C de temperatura.

482 Na Figura 10, observamos a proporção do destino de toda ração ofertada
483 neste experimento. Os resultados são apresentados em três grupos: no primeiro,
484 os dados do peso total de ração ofertada em cada tratamento, no segundo foram
485 estimadas as perdas por lixiviação de acordo com o tempo e temperatura de
486 exposição através do cálculo das porcentagens de perda encontradas neste
487 estudo e no terceiro as sobras coletadas no período antes de uma nova oferta
488 de alimento.

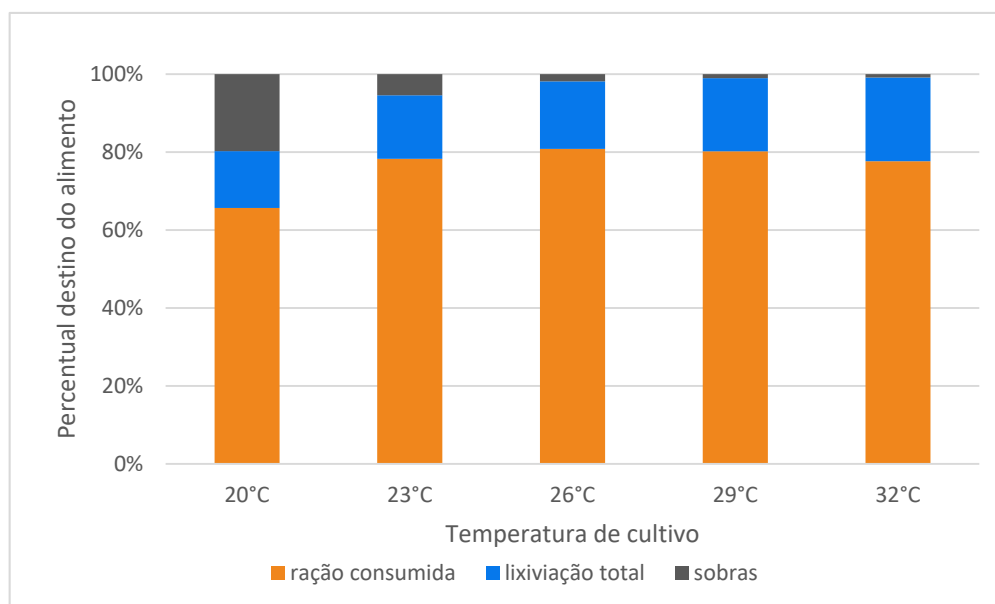


Figura 10. Percentual estimado da destinação da ração ofertada, no experimento sobre efeito da temperatura no consumo alimentar de *L. vannamei*.

7. DISCUSSÃO

De acordo com Carbajal-Hernández et al. (2013), níveis de estresse elevados levam a diminuição da alimentação e das taxas de crescimento. Sendo assim, é importante que os parâmetros da água estejam dentro dos intervalos ótimos para a espécie cultivada com o fim de evitar estresse adicional. O oxigênio dissolvido (OD) é um dos parâmetros cruciais para o cultivo de camarão, é sabido que a saturação de OD na água é afetada pela temperatura, quanto maior a temperatura, menor solubilidade do OD (Boyd, 1990). Durante o período experimental o parâmetro de OD se manteve dentro dos níveis considerados ótimos ao longo de todo o experimento, sendo mantido dentro da faixa recomendada por Van Wyk & Scarpa (1999) para o cultivo de *L. vannamei*.

Nos tratamentos de maiores temperaturas, com maior demanda por O₂, foram encontradas as menores concentrações de O₂. Mesmo com as menores concentrações de O₂ encontradas nestes tratamentos, se mantiveram dentro dos níveis aceitáveis para o cultivo da espécie. Em sistemas de bioflocos, a demanda por oxigênio é maior quando comparado a sistemas tradicionais, pois as bactérias possuem elevada taxa respiratória e deve ser considerada no cálculo

de consumo de oxigênio total do tanque (Ebeling et al., 2006). Chen et al. (2006) determinaram que para cada grama de amônia oxidada para N-NO_3^- são consumidos aproximadamente 4,18 g de oxigênio. De acordo com Van Wyk & Scarpa (1999) deve ser incorporado 1,0 kg de oxigênio para cada 1,0 kg de ração ofertada. Para uma adequada incorporação de oxigênio na água de cultivo, os sistemas de aeração devem ser dimensionados de acordo com as necessidades, sendo que a temperatura tem influência direta no consumo de oxigênio, com um consumo diretamente proporcional a temperatura.

A alcalinidade ao longo de todo o experimento se manteve dentro dos níveis recomendados para a espécie, como pode ser observado na figura 4D. De acordo com Furtado et al. (2011), durante a cultura em um sistema de bioflocos os níveis de alcalinidade tendem a diminuir, portanto, os níveis precisam ser corrigidos. Emerenciano (2017) recomenda níveis acima de 100 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$. No trabalho de Furtado et al. (2014), foi demonstrado que alcalinidades entre 150 e 300 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ não interferem no crescimento dos camarões. Portanto, as flutuações de concentração causadas pelas correções aplicadas durante o estudo, que podem ser observadas na figura 4D, devem ser a causa das diferenças estatísticas nos valores de alcalinidade. As aplicações de fontes de carbonatos para manter o nível acima de 100 mg L^{-1} , indica consumo e, portanto, proliferação das bactérias autotróficas, necessárias na maturação dos bioflocos (Ebeling et al. 2006). De acordo com Chen et al. (2006), são consumidos 7,07 g de alcalinidade para cada grama de amônia oxidada. Mesmo com as diferenças significativas entre as temperaturas mais altas e as mais baixas, não ocorreram problemas para manter a amônia e o pH em níveis aceitáveis, sendo que o pH também se manteve dentro da faixa recomendada por Van Wyk & Scarpa (1999). A redução dos níveis de alcalinidade, principalmente nos tratamentos de maiores temperaturas ocorreram devido a incorporação de CaCO_3 na carapaça dos camarões, e ao intenso processo de decomposição e respiração que liberam CO_2 na água, este, por hidrólise se transforma em ácido carbônico e íons de hidrogênio (Boyd, 1989; Van Wyk & Scarpa, 1999), estes processos foram intensificados junto ao aumento de temperatura nos tratamentos, intensificando o consumo da alcalinidade e

levando a dois grupos estatisticamente diferentes sendo um compostos dos dois tratamentos com menores temperaturas e o outro composto com as duas maiores.

Emerenciano (2017) recomenda limites máximos de N-AT de 1,0 mg L⁻¹. Sendo assim, os níveis de amônia ultrapassaram o limite recomendado apenas duas vezes (figura 4 A) no tratamento de 32 °C. Entretanto, o mesmo autor também afirma que os níveis de toxidade dependem do pH. Talvez por isto não foram detectados problemas no cultivo. O nitrito não superou os limites recomendados por Lin & Chen (2003). Os valores destes parâmetros foram crescentes juntamente com temperatura, isto se deve a maior quantidade de alimento ofertada, as taxas metabólicas do camarão aumentam com a temperatura (Walker et al. 2011) e maior velocidade que as reações das bactérias, onde a amônia formada pelos animais e bactérias decompositoras foi nitrificada, consumindo O₂ e alcalinidade e oxidados por outras bactérias quimioautotróficas chamadas nitrito-oxidantes, transformando o nitrito em nitrato.

Os SST se mantiveram acima dos níveis recomendados por Schweitzer (2013) e Gaona et al. (2017), assim o uso de clarificadores se demonstrou essencial pois o metabolismo acelerado das bactérias heterotróficas unido com uma maior disponibilidade de alimentos, pois o consumo real foi estimado a partir das sobras, elevou os níveis de SST de maneira bastante rápida. Apesar dos níveis elevados de SST não foram observadas alterações no crescimento e problemas relacionados.

Segundo Kumlu et al. (2010) a temperatura inferior letal para o *L. vannamei* é inferior a 12 °C. Entretanto, temperatura de 20 °C pode incrementar a susceptibilidade do camarão a ser infectado por bactérias do gênero *Vibrio* (Cheng et al. 2005). Ponce-Palafox et al. (1997) afirmaram que temperaturas abaixo dos 25 °C e acima dos 30 °C influenciam tanto na sobrevivência como no crescimento dos camarões. Hostins et al. (2015) indicam que a partir dos 30 °C a sobrevivência pode ser afetada significativamente. No entanto, neste estudo a sobrevivência não teve diferenças significativas entre os tratamentos, demonstrando que temperatura de 20 °C não influenciou a sobrevivência e ainda permitiu leve crescimento, indicando a possibilidade de manter os indivíduos

vivos em meses frios desde que a água atinja mínimas próximas a esta temperatura, pois neste estudo foi observada sobrevivência de 97,80 % $\pm$ 2,80, numa produção isto é crucial pois a sobrevivência pode definir o rendimento ou ganho de uma fazenda (Fóes et al. 2011).

Por outro lado, temperaturas muito altas, tais como 32 °C podem ser inadequadas para o cultivo em sistemas de bioflocos, pois necessitam maiores ofertas de ração (pois a lixiviação atua mais intensamente), portando um aumento do fator de conversão alimentar e um crescimento estatisticamente igual de 29 °C. Podemos observar que o peso final se separou em três grupos estatísticos compostos com o de menor crescimento em 20 °C, o segundo grupo composto pelos tratamentos de 23 °C e 26 °C e o terceiro grupo com os maiores crescimentos composto pelos tratamentos de 29 °C e 32°C, os dados de peso final são crescentes junto as temperaturas de cultivo com exceção do tratamento de 32 °C onde houve uma queda de 1,06 g na média de peso final.

Wyban (1995) realizou uma série de quatro experimentos com *L. vannamei* de diferentes classes de tamanhos em água clara em três temperaturas (23, 27 e 30 °C) em densidade de 50 camarões por metro quadrado, atingindo no tratamento de 23 °C valor produtividade levemente superior à deste estudo e consideravelmente superiores nos tratamentos com maiores temperaturas. A produtividade semelhante em 23 °C pode indicar que o crescimento em baixas temperaturas pode sofrer influência maior da temperatura que densidade de estocagem. Esta diferença nas taxas de crescimento entre o presente estudo e o de Wyban (1995) nos tratamentos com temperaturas superiores pode ser explicada tanto a menor densidade de estocagem quanto ao cultivo de indivíduos mais jovens, pois estes possuem maior taxa de crescimento. Da Silveira et al. (2020) realizaram estudo com densidades superiores a este estudo (400, 500 e 600 camarões m⁻²) cultivados em 29 °C, obtendo produtividade de 3,52 kg m⁻² na menor densidade. Neste experimento, a produtividade foi menor (3,09 $\pm$ 0,25 kg m⁻²) para a mesma temperatura, se devendo à menor densidade de cultivo.

Vários estudos indicam que as densidades de estocagem são inversamente proporcionais à taxa de crescimento. Por exemplo, Moss & Moss

(2004) trabalharam com distintas densidades de cultivo de *L. vannamei* na fase de berçário, estudando a influência da qualidade da água, comportamento, condições do fundo e disponibilidade de alimento. Balakrishnan (2011) avaliou diferentes densidades de cultivo em água salobra e encontrou um comportamento semelhante a este estudo. Sookying (2011) afirmou que seus dados cumulativos ao longo de seis anos indicaram que o aumento da densidade de estocagem teve efeito negativo sobre o crescimento dos camarões. Krummenauer et al. (2011) recomendaram que as densidades de estocagem não excedam 500 camarões m⁻³. Com os valores de densidade do presente estudo, a produtividade foi estatisticamente diferente apenas no tratamento de menor temperatura (20 °C), sendo este o de menor produtividade com valor de 1,07 ± 0,07 kg m⁻². A maior produtividade alcançada foi de 3,09 ± 0,25 kg m⁻² no tratamento de 29 °C. Estes resultados corroboram com Abdelrahman (2018) em um estudo de quatro anos, que de forma geral achou as melhores temperaturas de cultivo entre 23,5 e 31,5 °C. Van Wyk & Scarpa (1999) afirmaram que as melhores temperaturas de cultivo estão no intervalo de 28 a 32 °C.

O manejo alimentar normalmente é realizado através de tabelas de alimentação que geralmente tem como base de cálculo, entre outros fatores, a temperatura de cultivo como as apresentadas por Tacon et al. (2013). Entretanto, estas tabelas ainda tem de ser avaliadas utilizando o sistema de bioflocos. Garza de Yta et al. (2004) apresentaram resultados obtidos em água clara e não consideraram diretamente os efeitos da temperatura, tendo que ser considerada dentro do parâmetro “crescimento semanal esperado”, podendo sofrer influência de outros parâmetros, diminuindo a precisão do cálculo das quantidades de alimento a serem ofertados. Carvalho & Nunes (2006) realizaram estudo em água clara (27,69 ± 1,43 °C) obtendo 4,65 ± 0,34 % de sua ração lixiviada na primeira hora de exposição em água clara, um valor inferior quando comparado a este estudo onde nas primeiras duas horas em água clara, houve lixiviação mais acentuada, com valores entre 8,93 % até 11,36 %. Para períodos maiores exposição, os resultados obtidos por Smith et. al. (2002) trabalhando com *Penaeus monodon* em um período de quatro horas de exposição obteve 12 % de lixiviação, enquanto no presente estudo foi de 12 % a 14 %. Estas maiores

638 lixiviações obtidas neste estudo podem ter sido causadas por influência da
639 agitação causada pela lavagem do exterior do recipiente, sendo que esta
640 agitação pode diminuir as diferenças entre a lixiviação experimentada com a real
641 devida a ação dos animais. Outro fator importante que pode ser o causador
642 destas diferenças, segundo Barreto (2018), é o revestimento dos pellets de
643 ração, sendo que quanto menos solúvel o revestimento, menores são os
644 impactos da lixiviação a curto prazo.

645 Um fator importante que não foi abordado neste estudo é a composição
646 da ração após estas perdas por lixiviação, Carvalho & Nunes (2006) observaram
647 que mesmo após oito horas de exposição foram perdidos 12,63 % e 14,00 % da
648 proteína bruta e lipídios, sendo assim, mesmo após oito horas de exposição a
649 ração ainda manteve níveis aceitáveis

650 Um fator inesperado no presente estudo foram as menores taxas
651 lixiviadas quando os pellets foram expostos aos bioflocos, sugerindo que estes
652 atuam de forma a diminuir a lixiviação, podendo ocorrer pela capacidade dos
653 flocos de se aderirem a ração, diminuindo o percentual lixiviado ou até a
654 contaminação das amostras com o próprio floco junto à ração seca, elevando
655 seu peso e causando esta diminuição aparente. Um outro fator que pode
656 influenciar é a saturação de substâncias diluídas na água, que podem atuar
657 diminuindo a lixiviação das rações.

658 No presente estudo, houve aumento da percentagem lixiviada junto ao
659 tempo de exposição. Entretanto, a temperatura teve maiores efeitos
660 significativos à medida em que aumentou o tempo de exposição, sendo que com
661 bioflocos as diferenças já apareceram com quatro horas de exposição e em água
662 clara apenas o tratamento de 32 °C apresentou diferenças a partir das oito horas
663 de exposição.

664 Embora existam trabalhos que avaliem o consumo de ração do *L.*
665 *vannamei* e propõem formas de calcular a ração a ser ofertada, como por
666 exemplo Jory et al. (2001); Carvalho e Nunes (2006); Bardera et.al (2020), não
667 foram encontrados estudos com este mesmo objetivo que utilizaram uma ampla
668 gama de temperaturas em sistema de bioflocos.

Houve diferenças na alimentação total consumida, aumentando junto a temperatura, sendo o crescimento dos animais foi maior em tratamentos de maiores temperaturas como pode ser observado através da taxa de crescimento específica (TEC) onde os menores valores são observados em menores temperaturas e o maior valor, como esperado a temperatura ideal para o cultivo de *L. vannamei* é de 29 °C, e uma leve diminuição em 32 °C.

Ching e Limsuwan (2012) relataram que *L. vannamei* consome mais alimento quando a temperatura da água está entre 32 °C a 34 °C. Limsuwan et al. (2009) observaram o intestino completo dos camarões após 20 a 25 minutos da alimentação a 32 °C e os camarões começaram a excretar fezes muito mais rápido quando comparado com temperaturas mais baixas da água. Neste experimento, o fator de conversão alimentar (FCA) também aumentou junto ao aumento da temperatura dos tratamentos mesmo após considerar o processo de secagem e repesagem das sobras, que foi realizado a fim de obter o FCA mais próximo do real (Figura 10). Além dos efeitos associados ao comportamento dos camarões, podemos inferir que parte deste aumento pode ser explicado ao pela taxa de lixiviação, pois neste mesmo experimento pudemos observar o aumento da percentagem lixiviada junto à temperatura, mesmo este provavelmente não sendo o principal fator.

8. CONCLUSÕES

O crescimento dos camarões foi fortemente afetado pelas diferenças de temperatura, mas não a sobrevivência, indicando a possibilidade de manter os camarões vivos durante períodos frios, desde que a temperatura se mantenha próximos de 20 °C. Os resultados deste estudo reforçam que a temperatura ideal de cultivo se encontra em torno de 29 °C, pois neste tratamento a taxa de crescimento foi estatisticamente igual ao de 32 °C e a conversão alimentar foi melhor. Os resultados obtidos em relação à lixiviação do alimento, pode-se observar que há grande perda nas primeiras horas de exposição, reduzindo a velocidade de perda de massa ao longo do tempo. Sendo assim, é recomendado que o arraçoamento diário seja distribuído em pequenas quantidades ao longo do dia em bandejas automáticas. Para fazendas que utilizam alimentações

701 manuais, deve-se realizar em pelo menos duas vezes ao dia, sendo que neste
702 caso deve ser feito controle mais rigoroso das sobras. A lixiviação em água clara
703 só apresentou diferença estatística entre as temperaturas no tratamento de 32
704 °C no maior tempo de exposição, indicando que para água clara a uma maior
705 influência do tempo de exposição que a temperatura do meio. Os resultados
706 também indicam um potencial atenuante dos bioflocos, com maior influência da
707 temperatura na lixiviação, devendo estes serem investigados em pesquisas
708 futuras.

709 A partir dos resultados obtidos, foi elaborada uma tabela (tabela 4)
710 propondo fórmulas para cada temperatura de cultivo. Estas fórmulas foram
711 obtidas modificando para adequação a uma maior gama de temperaturas de
712 cultivo em relação à formula apresentada por Garza de Yta et al. (2004), a qual
713 se baseia no crescimento semanal estimado e tenta minimizar o desperdício de
714 alimento ao mesmo tempo em que objetiva ofertar alimento para obter a
715 eficiência máxima de consumo. Além disto, foi observado um crescimento menor
716 emna temperatura de 32 °C e consumo maior que em 29 °C, tornando esta maior
717 temperatura indesejável para o cultivo.

9. ANEXO

Tabela 4. Fórmula sugerida, modificada de Garza de Yta et al. (2004), com o objetivo de aprimorar os protocolos de alimentação considerando a temperatura da água. RDO = ração diária ofertada; N = Número de organismos; GPE = Ganho de peso esperado com base na temperatura; FCA: Fator de conversão alimentar; 7 = dias da semana.

T(°C)	GPE obtido	GPE sugerido	Fórmula
20 °C	0,22 g	0,25 g	$RDO = (N * (GPE\ 0,25) * FCA) / 7$
23 °C	0,56 g	0,50 g	$RDO = (N * (GPE\ 0,50) * FCA) / 7$
26 °C	0,68 g	0,75 g	$RDO = (N * (GPE\ 0,75) * FCA) / 7$
29 °C	1,00 g	1,00 g	$RDO = (N * (GPE\ 1,00) * FCA) / 7$
32 °C	0,91 g	0,90 g	$RDO = (N * (GPE\ 0,90) * FCA) / 7$

10.REFERÊNCIAS

- Abdelrahman, H.A., Abebe, A., & Boyd, C.E. Influence of variation in water temperature on survival, growth and yield of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in inland ponds for low-salinity culture. **Aquaculture Research**, 50(2), 658–672. 2018.
- Aminot, A. & Chaussepied, M. **Manuel des Analyses Chimiques en Milieu Marin**. CNEXO. Breast Paris. 1983.
- Anand, P.S., Kohli, M.P.S., Kumar, S., Sundaray, J.K., Roy, S.D., Venkateshwarlu, G., Sinha, A. & Pailan, G.H. Effect of dietary supplementation of biofloc on growth performance and digestive enzyme activities in *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, 418, 108–115. 2014.
- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22nd ed. APHA/AWWA/WEF. Washington, DC 2012.
- Avnimelech, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, 176(3-4), 227-235. 1999.

755 Balakrishnan, G., Peyail, S., Ramachandran, K., Theivasigamani, A., Savji, K. A.,
756 Chokkaiah, M., & Nataraj, P. Growth of cultured white leg shrimp
757 *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) in different stocking density.
758 **Advances in Applied Science Research**, 2(3), 107-113. 2011.

759 Bardera, G., Owen, M.A., Façanha, F.N., Alcaraz-Calero, J.M., Sloman, K.A. &
760 Alexander, M.E. Assessing feed attractability in Pacific white shrimp
761 (*Litopenaeus vannamei*) using an automated tracking software.
762 **Aquaculture**, 529, 735692. 2020.

763 Barreto, F.M., Silva, M.R., Campos Braga, P.A., Bragotto, A.P., Hisano, H. &
764 Reyes, F. Evaluation of the leaching of florfenicol from coated medicated
765 fish feed into water, **Environmental Pollution**. 2018.

766 Bossier, P., & Ekasari, J. Biofloc technology application in aquaculture to support
767 sustainable development goals. **Microbial biotechnology**, 10(5), 1012-
768 1016. 2017.

769 Brown, K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests:
770 insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect**
771 **conservation**, 1(1), 25-42. 1997.

772 Carbajal-Hernández, J. J, Sánchez-Fernández, L. P., Villa-Vargas, L. A., Jesús,
773 A., Carrasco-Ochoa, J. A. & Martínez-Trinidad, J. Water quality assessment
774 in shrimp culture using an analytical hierarchical process. **Ecological**
775 **Indicators**, 29, 148-158. 2013.

776 Carvalho, E.A. & Nunes, A.J.P. Effects of feeding frequency on feed leaching loss
777 and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under
778 a diurnal feeding regime in pond enclosures. **Aquaculture**, 252(2-4), 494–
779 502. 2006.

780 Chen, S., Ling, J. & Blancheton, J.P. Nitrification kinetics of biofilm as affected by
781 water quality factors. **Aquacultural engineering**, 34(3), 179-197. 2006.

782 Cheng, W., Wang, L.U., & Chen, J.C. Effect of water temperature on the immune
783 response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* to *Vibrio alginolyticus*.
784 **Aquaculture**, 250(3-4), 592-601. 2005.

785 Ching, C.A. & Limsuwan, C. Temperature affects feeding behavior of Pacific
786 white shrimp. **Global Aquaculture Advocate**, May/June. 2012

787 Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P. & Verstraete, W. The effect of
788 different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for
789 *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. **Aquaculture Research**, 41(4),
790 559-567. 2010.

791 Da Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Rosas, V.T. & Wasielesky
792 Jr, W. Hyperintensive stocking densities for *Litopenaeus vannamei* grow-
793 out in biofloc technology culture system. **Journal of the World**
794 **Aquaculture Society**, 51(6), 1290-1300. 2020.

795 Campos, B.R., Miranda Filho, K.C., D'Incao, F., Poersch, L. & Wasielesky, W.
796 Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-
797 rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*. **Atlântica**, Rio Grande, 34(1), 75-81.
798 2012.

799 Ebeling, J.M., Timmons, M.B., & Bisogni, J.J. Engineering analysis of the
800 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal
801 of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, 257(1-4), 346-
802 358. 2006.

803 Emerenciano, M., Gaxiola, G. & Cuzon, G. Biofloc technology (BFT): a review for
804 aquaculture application and animal food industry. **Biomass now:**
805 **cultivation and utilization**. InTech Rijeka Croatia, 301-328. 2013.

806 Emerenciano, M.G.C., Martínez-Córdova, L.R., Martínez-Porchas, M. & Miranda-
807 Baeza, A. Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Management
808 in Aquaculture. **Water Quality**, 2017.

809 FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. 2018.

810 FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. 2020.

811 Ferreira, N.C., Bonetti, C. & Seiffert, W.Q. Hydrological and water quality indices
812 as management tools in marine shrimp culture. **Aquaculture**, 318(3-4),
813 425-433. 2011.

814 Fóes, G.K., Fróes, C., Krummenauer, D., Poersch, L. & Wasielesky, W. Nursery
815 of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture
816 system: survival and growth at different stocking densities. **Journal of**
817 **Shellfish Research**, 30(2), 367-373. 2011.

818 Furtado, P.S., Poersch, L.H. & Wasielesky, W.J. Effect of calcium hydroxide,
819 carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical
820 performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs
821 technology (BFT) systems. **Aquaculture**, 321(1–2), 130–135. 2011.

822 Furtado, P.S., Poersch, L.H. & Wasielesky, W.J. The effect of different alkalinity
823 levels on *Litopenaeus vannamei* reared with biofloc technology (BFT).
824 **Aquaculture International**, 23, 345–358. 2014.

825 Furuya, W.M., Souza, S.R.D., Furuya, V.R.B., Hayashi, C. & Ribeiro, R.P. Dietas
826 peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápias do Nilo
827 (*Oreochromis niloticus* L.), na fase de terminação. **Ciência Rural**, 28(3),
828 483-487. 1998.

829 Gaona, C.A.P., De Almeida, M.S., Viau, V., Poersch, L.H. & Wasielesky JR, W.
830 Effect of different total suspended solids levels on a *Litopenaeus vannamei*
831 (Boone, 1931) BFT culture system during biofloc formation. **Aquaculture**
832 **Research**, 48(3), 1070–1079. 2017.

833 Garlock, T., Asche, F., Anderson, J., Bjorndal, T., Kumar, G., Lorenzen, K.,
834 Ropicki, A., Smith, M.D. & Tyeteras, R. A global blue revolution: aquaculture
835 growth across regions, species, and countries. **Reviews in Fisheries**
836 **Science & Aquaculture**, 28, 107–116. 2020.

837 Garza de Yta, A., Rouse, D.B. & Davis, D.A. Influence of nursery period on the
838 growth and survival of *Litopenaeus vannamei* under pond production
839 conditions. **Journal of the World Aquaculture Society**, 35(3), 357–365.
840 2004.

841 Gross, A., Abutbul, S. & Zilberg, D. Acute and Chronic Effects of Nitrite on white
842 shrimp, *Litopenaeus vannamei*, cultured in low-salinity brackish water.
843 **Journal of the World Aquaculture Society**, 35(3), 315-321. 2004.

- 844 Hostins, B., Braga, A., Lopes, D.L., Wasielesky, W. & Poersch, L.H. Effect of
845 temperature on nursery and compensatory growth of pink shrimp
846 *Farfantepenaeus brasiliensis* reared in a super-intensive biofloc system.
847 **Aquacultural engineering**, 66, 62-67. 2015.
- 848 Jory, D.E. Feed management practices for a healthy pond environment. In:
849 Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), The New Wave, Proceedings of the Special
850 Session on Sustainable Shrimp Culture, **Aquaculture**. The World
851 Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, 118–143. 2001.
- 852 Ju, Z.Y., Forster, I., Conquest, L. & Dominy, W. Enhanced growth effects on
853 shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from inclusion of whole shrimp floc or floc
854 fractions to a formulated diet. **Aquaculture Nutrition**, 14(6), 533-543. 2008.
- 855 Knapp G. Economic Considerations, Implications and Opportunities.
856 **Department of Commerce, National Oceanic & Atmospheric**
857 **Administration**. Estados Unidos. Programa de Acuicultura NOAA. 2008.
- 858 Kolkovski, S., Czesny, S. & Dabrowski, K., Use of krill hydrolysate as a feed
859 attractant for fish larvae and juveniles. **Journal of the World Aquaculture**
860 **Society**, 31(1), 81-88. 2000.
- 861 Krummenauer, D. Estratégias para o cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone,
862 1931) no extremo sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) –
863 Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Universidade federal do Rio
864 Grande, Rio Grande. 2008.
- 865 Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H. & Wasielesky Jr, W.
866 Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc
867 technology system in southern Brazil at different stocking densities. **Journal**
868 **of the World Aquaculture Society**, 42(5), 726-733. 2011.
- 869 Krummenauer, D., Samocha, T., Poersch, L., Lara, G. & Wasielesky Jr, W. The
870 reuse of water on the culture of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*,
871 in BFT system. **Journal of the World Aquaculture Society**, 45(1), 3-14.
872 2014.

- 873 Kuhn, G., Olson, J.A. & Raz, A. The psychology of magic and the magic of
874 psychology. **Frontiers in psychology**, 7, 1358. 2016.
- 875 Kumlu, M., Kumlu, M. & Turkmen, S. Combined effects of temperature and
876 salinity on critical thermal minima of pacific white shrimp *Litopenaeus*
877 *vannamei* (Crustacea: *Penaeidae*). **Journal of Thermal Biology**, 35(6),
878 302-304. 2010.
- 879 Lara, G., Krummenauer, D., Abreu, P.C., Poersch, L.H. & Wasielesky, W. The
880 use of different aerators on *Litopenaeus vannamei* biofloc culture system:
881 effects on water quality, shrimp growth and biofloc composition.
882 **Aquaculture international**, 25(1), 147-162. 2017.
- 883 Limsuwan, C., Chuchird, N., Wongmaneeprateep, S., Prasertsri, S., Laisutisan,
884 K., Wiriapattanasub, P., Suriyaphan, J. & Limhang, K. Effects of
885 temperature on feeding behavior of Pacific white shrimp (*Litopenaeus*
886 *vannamei*). **Proceedings of the 47th Kasetsart University Annual**
887 **Conference**, Kasetsart, 17-20 March 2009, 337–345. 2009.
- 888 Lin, Y.-C. & Chen, J.-C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone)
889 juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**, 224(1-4), 193–201. 2003.
- 890 Martinez Palacios, C.A., Ross, L.G. & Jimenez Valenzuela, L. The effects of
891 temperature and body weight on the oxygen consumption of *Penaeus*
892 *vannamei*, Boone, 1931. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, 11, 59-
893 66. 1996.
- 894 Martinez-Porchas, M. & Martinez-Cordova, L.R. World Aquaculture:
895 Environmental Impacts and Troubleshooting Alternatives. **The Scientific**
896 **World Journal**, 1–9. 2012.
- 897 Moss, K.K. & Moss, S.M. Effects of artificial substrate and stocking density on the
898 nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Journal**
899 **of the World Aquaculture Society**, 35, 536-542. 2004.
- 900 Perez-Velazquez, M., Davis, D.A., Roy, L.A. & González-Félix, M. Effects of
901 water temperature and Na⁺: K⁺ ratio on physiological and production

parameters of *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. **Aquaculture**, 342-343, 13–17. 2012.

Ponce-Palafox, J., Martinez-Palacios, C.A. & Ross, L.G. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. **Aquaculture**, 157(1-2), 107-115. 1997.

Reis, J., Novriadi, R., Swanepoel, A., Jingping, G., Rhodes, M. & Davis, D.A. Optimizing feed automation: improving timer-feeders and on demand systems in semi-intensive pond culture of shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 519, 734759. 2020.

Richter, E.A. & Hargreaves, M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. **Physiological Reviews**, 93(3), 993-1017. 2013.

Schveitzer, R., Arantes, R., Costódio, P.F.S., do Espírito Santo, C.M., Arana, L.V., Seiffert, W.Q. & Andreatta, E.R. Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. **Aquacultural Engineering**, 56, 59–70. 2013.

Smith, D.M., Burford, M.A., Tabrett, S.J., Irvin, S.J. & Ward, L. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). **Aquaculture**, 207(1-2), 125-136. 2002.

Sookying, D., Silva, F.S.D., Davis, D.A. & Hanson, T.R. Effects of stocking density on the performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured under pond and outdoor tank conditions using a high soybean meal diet. **Aquaculture**, 319(1-2), 232–239. 2011.

Tacon, A.G.J., Cody, J.J., Conquest, L.D., Divakaran, S., Forster, I.P. & Decamp, O. E. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture nutrition**, 8(2), 121-137. 2002.

Tacon, A.G., Jory, D. & Nunes, A. Shrimp feed management: issues and perspectives. **On-farm feeding and feed management in aquaculture**, 583, 481-488. 2013.

- 932 UNESCO. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. In:
933 **Manual and Guides 12**. Paris, France: Intergovernmental Oceanographic
934 Commission, 1983.
- 935 United Nations - UN. 2019 Revision of World Population Prospects database.
936 Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>
- 937 Van Wyk, P. & Scarpa, J. Water quality requirements and management. **Farming**
938 **marine shrimp in recirculating freshwater systems**, 141-162. 1999.
- 939 Verma, A.K., Rani, A.B., Rathore, G., Saharan, N. & Gora, A.H. Growth, non-
940 specific immunity and disease resistance of *Labeo rohita* against
941 *Aeromonas hydrophila* in biofloc systems using different carbon sources.
942 **Aquaculture**, 457, 61-67. 2016.
- 943 Walker, S.J., Neill, W.H., Lawrence, A.L. & Gatlin III, D. M. Effects of temperature
944 and starvation on Eco physiological performance of the Pacific white shrimp
945 (*Litopenaeus vannamei*). **Aquaculture**, 319(3-4), 439-445. 2011.
- 946 Wyban, J., Walsh, W.A. & Godin, D.M. Temperature effects on growth, feeding
947 rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*).
948 **Aquaculture**, 138(1-4), 267–279. 1995.
- 949 Xu, W.J., Pan, L.Q., Zhao, D.H. & Huang, J. Preliminary investigation into the
950 contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with
951 different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks.
952 **Aquaculture**, 350, 147-153. 2012.
- 953 Yuan, Y., Lawrence, A.L., Chehade, S.B., Jensen, K.E., Barry, R.J., Fowler, L.A.
954 & Watts, S.A. Feed intake as an estimation of attractability in Pacific white
955 shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 532, 736041. 2021.
- 956