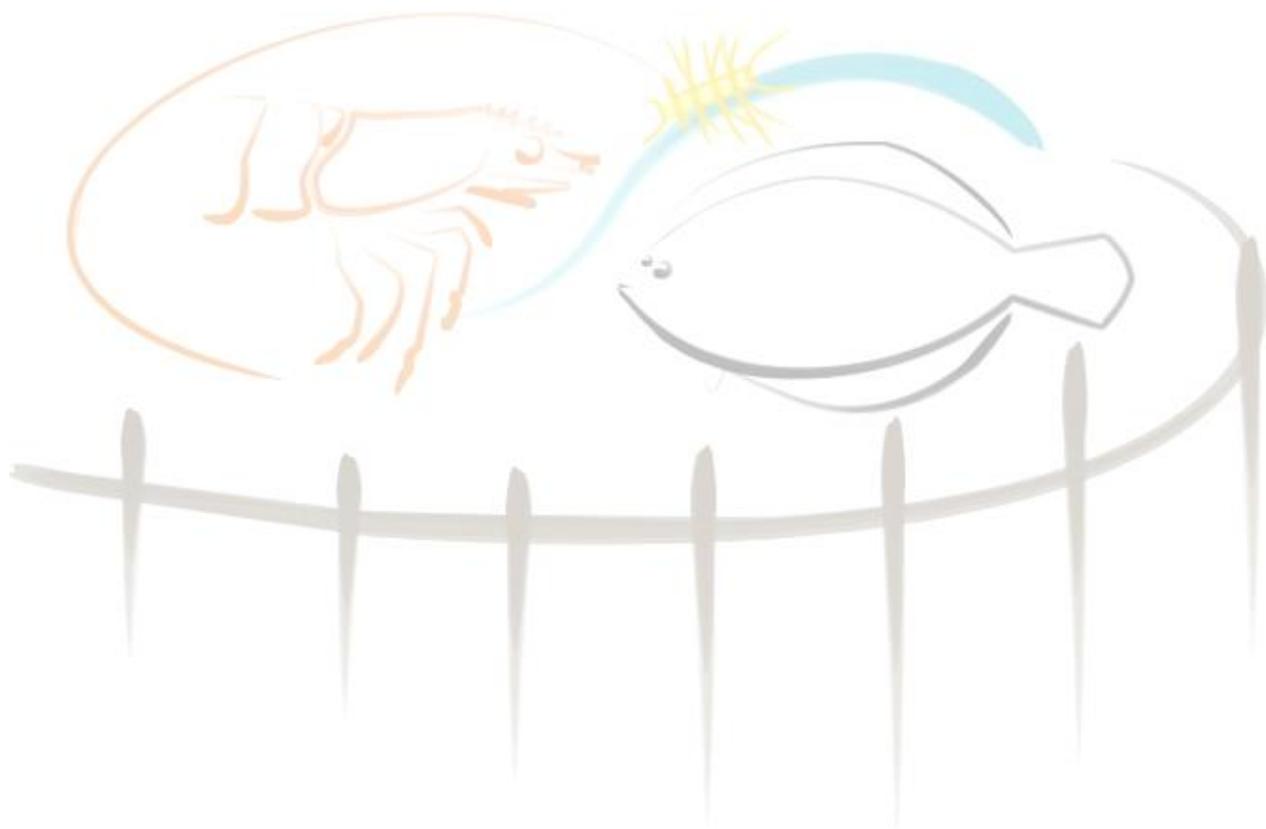


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



**USO DE PÓS-LARVAS SELECIONADAS PARA RESISTÊNCIA E
CRESCIMENTO RÁPIDO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*
NO CULTIVO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS.**

Gabriel Keiti Koike Santana

Rio Grande, 2019

Universidade Federal do Rio Grande

Instituto de Oceanografia

**USO DE PÓS-LARVAS SELECIONADAS PARA RESISTÊNCIA E
CRESCIMENTO RÁPIDO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*
NO CULTIVO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS.**

Gabriel Keiti Koike Santana

Orientador: Prof. Dr. Luís Henrique Poersch

Co-Orientador: Prof. Dr. Wilson Wasielesky Jr.

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Aquicultura no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal do Rio Grande

Rio Grande, RS
Fevereiro de 2019

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	5
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo geral	15
2.2. Objetivos específicos	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Local	15
3.2. Material biológico	16
3.3. Formação de bioflocos e controle dos sólidos suspensos totais	17
3.3.1. Experimento 1 – Berçário x Estocagem direta	17
3.3.2. Experimento 2 – Cultivo Intensivo	17
3.3.3. Experimento 3 - Baixas Densidades de Estocagem	17
3.3.4. Experimento 4 – Água Clara x BFT	18
3.4. Manejo alimentar	18
3.5. Variáveis físicas e químicas da água	19
3.6. Desempenho Zootécnico dos Camarões	20
3.7. Contagem de células sanguíneas	20
3.8. Análise estatística	21
3.9. Delineamento experimental	21
3.9.1. Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta	21
3.9.2. Experimento 2 – Cultivo Intensivo	22
3.9.3. Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem	23
3.9.4. Experimento 4 – Água Clara x BFT	23
4. RESULTADOS – PARTE 1	24
4.1. Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta	24
4.1.1. Parâmetros de Qualidade de Água	24
4.1.2. Desempenho zootécnico	28
4.2. Experimento 2 – Cultivo Intensivo	29
4.2.1. Parâmetros de Qualidade de Água	29
4.2.2. Desempenho Zootécnico	32
4.3. Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem	33

4.3.1. Parâmetros de Qualidade de Água	33
4.3.2. Desempenho Zootécnico	36
5. DISCUSSÃO – PARTE 1	37
5.1. Parte 1: Experimentos 1, 2 e 3.....	38
5.1.1. Parâmetros de Qualidade de Água	38
5.1.2. Desempenho zootécnico	43
6. RESULTADOS – PARTE 2	48
6.1. Experimento 4 – Água Clara x BFT.....	48
6.1.1. Parâmetros de Qualidade de Água	48
6.1.2. Desempenho Zootécnico	52
6.1.3. Parâmetros Imunológicos.....	54
7. DISCUSSÃO – PARTE 2	54
7.1. Experimento 4 - Água Clara x BFT.....	54
7.1.1. Parâmetros de Qualidade de Água	54
7.1.2. Desempenho Zootécnico	57
7.1.3. Estado Imunológico.....	59
8. CONCLUSÕES	61
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

DEDICATÓRIA

À Deus

À minha mãe Marcia

Ao meu pai Odilon Jr.

Ao meu irmão Henrique

À minha namorada Vivian

À minha família e amigos

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo fôlego de vida e por me conceder mais essa vitória.

A minha mãe Marcia e pai Odilon Jr. pelo amor e pelos conselhos em todos momentos da minha vida.

Ao meu irmão e melhor amigo Henrique pelo companheirismo de vida e nesses anos de mestrado.

A minha namorada Vivian pelo carinho, amizade, pelas palavras de apoio nos dias difíceis e por fazer parte desta conquista junto a mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luís Poersch pela amizade, orientação, pelos ensinamentos, sugestões e por contribuir para a melhoria e conclusão deste trabalho.

Agradeço ao meu co-orientador Prof. Dr. Wilson Wasielesky Jr., que além de professor da universidade se mostrou um professor para vida, assim como um grande amigo. Muito obrigado por todos os ensinamentos, palavras de incentivo e pelo imprescindível apoio.

Agradeço aos professores Dr. Dariano Krummenauer, Dr. Geraldo Fóes e ao técnico Dr. Alessandro Cardozo pela amizade, pelas conversas, ensinamentos, por acreditarem no meu potencial e pela grande parceria nos momentos difíceis ao longo dessa jornada.

Agradeço especialmente a empresa AQUATEC pelo fornecimento do material biológico (pós larvas de diferentes linhagens) para realização dos trabalhos.

Ao meu amigo Lucas Génésio por sua grande amizade, conselhos, conversas e por toda a atenção para me ajudar na realização deste trabalho.

Aos amigos Wellica, Rodrigo, Víctor Torres, Plácido, Aline, Mariana, Helly e todos os amigos feitos na pós-graduação, pela amizade, pela vivência, pelos momentos divididos e por fazerem parte da minha história dentro da EMA.

Aos estagiários Emerson, Carlos (Betinho), Débora, Ziliberto, Francisco e Carol, pelo incansável trabalho e ajuda nas rotinas.

Ao Prof. Dr. Luis Romano, a Prof. Dr. Virgínia Pedrosa, a Idelette e ao Rafael pela ajuda nas coletas e análises imunológicas.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Aquicultura pelos conhecimentos passados a mim.

Agradeço a todos os integrantes do Projeto Camarão, sem exceção, que me receberam de braços abertos desde o primeiro dia em que cheguei na EMA. Obrigado por terem me acolhido e por fazerem me sentir parte desta grande família.

Aos órgãos de fomento CAPES, CNPq, FAPERGS e FINEP pela concessão das bolsas e pelos recursos concedidos que possibilitam a execução da ciência no Brasil.

Um especial agradecimento aos nossos apoiadores Guabi, Tevisan, AllAqua, e Inve, pelo suporte e apoio irrestrito em todas as etapas deste trabalho, que são indispensáveis para a realização das nossas pesquisas.

Palavras são insuficientes para expressar minha gratidão a todos os amigos e colegas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a obtenção do título de mestre em aquicultura.

O tempo é o bem mais precioso que um homem pode desperdiçar. Muito obrigado a todos vocês que dividiram comigo, o seu precioso tempo! Nada disso seria possível sem vocês!

RESUMO

Com o crescimento e a intensificação da carcinicultura, o setor vem sofrendo com problemas relacionados ao aparecimento e disseminação de doenças. Atualmente o vírus da mancha branca (WSSV) é uma das doenças que mais assolam as produções de camarão ao redor do mundo. As estratégias adotadas para se conviver com o vírus ou excluí-lo do ambiente de cultivo são a utilização de sistemas de produção com alto grau de biossegurança (Sistema BFT), utilização de baixas densidades de estocagem, utilização de organismos livres de patógenos específicos, assim como organismos geneticamente melhorados para resistir às doenças. O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico e sistema imunológico de duas linhagens de *Litopenaeus vannamei* (linhagem de crescimento rápido e de resistência à WSSV) em diferentes condições de cultivo, como: estocagem direta de pós-larvas e sistema bifásico; cultivo em diferentes densidades de estocagem; cultivo em água clara x bioflocos. Foram realizados quatro experimentos na Estação Marinha de Aquicultura (Instituto de Oceanografia – FURG): (1) Cultivo superintensivo (400 cam.m⁻²) das duas linhagens de *L. vannamei* em sistema BFT com estocagem direta e sistema bifásico; (2) Cultivo intensivo (105 cam.m⁻²) das duas linhagens de *L. vannamei* em sistema BFT; (3) Cultivo em baixas densidades (8 e 24 cam.m⁻²) das duas linhagens de *L. vannamei* em sistema BFT; (4) Cultivo superintensivo (222 cam.m⁻²) das duas linhagens do *L. vannamei* em sistema BFT e em sistema de água clara. A linhagem de crescimento rápido obteve melhor desempenho zootécnico em comparação com a linhagem de resistência à mancha branca em todos os experimentos. No experimento 1 a estocagem direta favoreceu o melhor crescimento dos camarões da linhagem de crescimento rápido, sendo prejudicado no sistema bifásico, o que não ocorreu na linhagem de resistência à WSSV. No experimento 2, em sistema intensivo, a linhagem de crescimento rápido foi melhor em relação à linhagem de resistência. As baixas densidades de estocagem testadas no experimento 3 contribuíram para o maior ganho de peso de ambas as linhagens, sendo mais expressivo nos camarões da linhagem de crescimento rápido cultivado na densidade de 8 cam.m⁻². No quarto experimento a linhagem de crescimento rápido obteve melhor desempenho zootécnico, não sendo observado diferenças de peso nos camarões das mesmas linhagens cultivados em

sistemas diferentes (BFT ou água clara). As diferentes linhagens do *L. vannamei* não apresentaram diferenças em seu estado imunológico.

ABSTRACT

With the growth and intensification of shrimp farming, the sector has been suffering from problems related to the onset and spread of diseases. Currently the white spot syndrome virus (WSSV) is one of the diseases that most devastate shrimp productions around the world. The strategies adopted to cope with or eliminate the virus from the growing environment are the use of high-level biosafety production systems (BFT System), use of low stocking densities, use of specific pathogen-free organisms, as well as genetically improved organisms to resist disease. The present study had as objective to evaluate the zootechnical and immunological performance of two *Litopenaeus vannamei* strains (strain of fast growth and resistance to WSSV) in different culture conditions, such as: direct stocking of post-larvae and biphasic system; cultivation at different stocking densities; cultivation in clear water x BFT. Four experiments were carried out at the Marine Aquaculture Station (Oceanography Institute - FURG): (1) Superintensive culture (400 shr.m⁻²) of the two strains of *L. vannamei* in BFT system with direct storage and biphasic system; (2) Intensive culture (105 shr.m⁻²) of the two strains of *L. vannamei* in BFT system; (3) Low density culture (8 and 24 shr.m⁻²) of the two strains of *L. vannamei* in BFT system; (4) Super-intensive cultivation (222 shr.m⁻²) of the two strains of *L. vannamei* in BFT system and in a clear water system. The fast-growing strain obtained a better zootechnical performance compared to the white spot resistance strain in all experiments. In the experiment 1, the direct storage favored the best growth of the shrimp of the fast growing strain, being impaired in the biphasic system, which did not occur in the WSSV resistance strain. In experiment 2, in an intensive system, the fast-growing strain was better in relation to the resistance strain. The low stocking densities tested in experiment 3 contributed to the higher weight gain of both strains, being more expressive in the shrimp of the fast-growing strain cultured at 8 shr.m⁻² density. In the fourth experiment, the fast growing lineage obtained a better zootechnical performance, not being observed weight differences in the shrimps of the same lineages grown in different systems (BFT or clear water). The different strains of *L. vannamei* showed no differences in their immunological condition.

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que em 2050 a população mundial alcançará a marca dos 8,6 bilhões de habitantes e aproximadamente 11,2 bilhões em 2100 (UN, 2018), aumentando assim a necessidade por alimentos. Devido à estagnação da produção pesqueira mundial, desde a década de 1980, a aquicultura tem sido responsável por suprir parte da crescente demanda por pescados no cenário mundial. No cenário atual de recursos naturais limitados, deve-se obter o máximo de produtividade nos sistemas de cultivo, visando sempre suprir esta demanda de forma sustentável (Jung et al., 2013). Segundo a FAO (2018a), os grupos de organismos mais cultivados ao redor do mundo são os peixes, seguido por moluscos e posteriormente crustáceos. Dentre os crustáceos, o camarão *Litopenaeus vannamei* é o mais cultivado atualmente, representando 53% do total dos crustáceos cultivados.

O *Litopenaeus vannamei* é natural da região leste do oceano pacífico, sendo encontrado em águas com temperaturas médias, superiores a 20 °C, se distribuindo desde o norte do México ao sul do Peru (FAO, 2018b). Sua ampla utilização na aquicultura se deve ao fato de ser um animal com rápido crescimento, possuir grande resistência, tolerar altas densidades de estocagem, ter grande capacidade de consumo do alimento natural disponível no tanque de cultivo e possuir alto rendimento econômico (Samocha et al., 2017).

No Brasil, o sistema de cultivo mais empregado para a criação do *Litopenaeus vannamei* é o sistema semi-intensivo em viveiros escavados em terra, entretanto, pode-se citar outras alternativas, como é o exemplo do cultivo sistemas de bioflocos (sistema BFT). O cultivo de camarões em viveiros escavados são característicos pela utilização de grandes áreas, grandes taxas de renovações de água e geração de grandes quantidades de efluentes provenientes do cultivo (Ribeiro et al., 2014; Moss et al., 2001). Com o crescimento e intensificação da Carcinicultura, o setor vem sofrendo com problemas ambientais relacionados à geração de efluentes e ao grande consumo de água. A falta de tratamento dos efluentes gerados pelas unidades de produção e o consumo exacerbado dos recursos hídricos, contribuem para o aparecimento e disseminação de doenças, ocasionando a quebra nas produções (Natori et al., 2011).

31 Atualmente, uma das doenças que mais assolam as produções de camarões
32 marinhos ao redor do mundo é a doença do vírus mancha branca (White Spot Syndrome
33 Virus – WSSV). O primeiro relato de aparição de tal agente patogênico foi no Japão,
34 entre os anos de 1992 a 1993, sendo posteriormente disseminado por alguns países da
35 Ásia. Nos anos de 1995, a doença foi observada pela primeira vez nos Estados Unidos
36 da América, chegando ao Brasil no ano de 2004, afetando a produção de camarões
37 marinhos do estado de Santa Catarina (ABCC, 2016). A doença da mancha branca
38 causa perdas massivas de produtividade, devido à morte dos camarões dentro de um
39 curto período de dias, após a contaminação e apresentações dos sinais clínicos (OIE,
40 2018).

41 Dentro das estratégias para se excluir o patógeno do sistema de cultivo, faz-se a
42 utilização de sistemas de produção com alto grau de biossegurança, assim como a
43 utilização de organismos livres de patógenos específicos (SPF). Porém, em sistemas de
44 cultivos do tipo de viveiros escavados, onde o grau de biossegurança é baixo, uma das
45 estratégias para se conviver com a doença é a utilização de baixas densidades de
46 estocagem (até 30 organismos.m², geralmente menor do que 15 organismos.m²), a fim
47 de minimizar o estresse dos animais, assim como a transmissão horizontal da doença.
48 (ABCC, 2016).

49 Estudos indicam que a utilização de menores densidades de estocagem no
50 cultivo de camarões Peneídeos, influencia positivamente na melhora do desempenho
51 zootécnico dos animais em termos de sobrevivência, crescimento e produtividade do
52 sistema (Krummenauer et al., 2006; Krummenauer et al., 2011; Schweitzer et al.,
53 2013a). Esta influência pode estar relacionada com a menor disputa por espaço, menor
54 índice de canibalismo, menor degradação da qualidade de água, assim como menor
55 disputa por alimento e falta de alimento natural nas unidades de cultivo (Abdussamad &
56 Thampy, 1994; Maguire & Leedow, 1983; Nga et al., 2005; Silva et al., 2015; Wyban et
57 al., 1987). No entanto, quando se deseja utilizar maiores densidades de animais em uma
58 unidade de cultivo, podem ser adotadas algumas medidas para mitigar os efeitos
59 negativos relativos a este aumento, como por exemplo a utilização de substratos
60 verticais. Os substratos verticais aumentam a área de superfície da unidade de cultivo,
61 diminuindo assim a densidade relativa dos animais cultivados, além de fornecer

62 substrato de pastagem e refúgio aos camarões. Esta ferramenta tem mostrado grande
63 influência na melhora do desempenho zootécnico dos camarões cultivados (Moss &
64 Moss, 2004; Schweitzer et al., 2013a).

65 Outra estratégia a ser utilizada na criação do *L. vannamei* que também possui
66 importante papel sobre os organismos cultivados, é a utilização de berçários. Estes
67 promovem maior uniformidade do lote de produção, produz organismos mais resistentes
68 e aumenta a sobrevivência dos animais ao final do período de engorda (Garza de Yta et
69 al., 2004). O berçário de camarões marinhos é definido por ser uma fase de cultivo de
70 estágios iniciais de pós-lavas (PLs) em ambiente controlado, antecedendo a fase de
71 engorda (Mishra et al., 2008). A utilização de tal estratégia, possibilita cultivar as PLs
72 em altas densidades de estocagem, em comparação à engorda, diminuindo os custos de
73 produção, assim como o período de engorda (Wasielesky et al., 2013; Fóes et al., 2011).

74 A tecnologia de cultivo em bioflocos (Sistema BFT – *Biofloc Technology*) pode
75 ser considerada outra alternativa na criação de animais aquáticos, permitindo a
76 utilização de grandes densidades de estocagem. O cultivo em sistemas BFT é feito em
77 unidades de produção fechadas que utilizam menor área de produção, utilizam pouca ou
78 nula renovação de água e geram menores quantidades de efluentes, o que reduz os
79 riscos de contração e disseminação de patógenos (Crab et al., 2012).

80 Estudos sugerem que o cultivo em meio aos bioflocos promove melhor
81 crescimento e sobrevivência de camarões marinhos quando comparados aos cultivos em
82 água clara, tanto na engorda, quanto em berçários (Wasielesky et al., 2006;
83 Emerenciano et al., 2011; Emerenciano et al., 2012). Um estudo realizado por Chan-
84 Vivas et al. (2018) demonstra que os bioflocos, além da melhorarem o desempenho
85 zootécnico e sobrevivência do *L. vannamei*, também gera um menor gasto energético
86 pelo camarão e melhora a qualidade de seu músculo, aumentando sua aceitabilidade de
87 mercado. O cultivo em sistemas BFT pode ser benéfico inclusive para melhorar o
88 processo de maturação e desempenho da desova de reprodutores de camarão marinho
89 (Emerenciano et al., 2014).

90 O sistema tem como características a necessidade de forte aeração, é um sistema
91 que possui alta carga de matéria orgânica e conta com a presença dos agregados
92 microbianos (bioflocos) na coluna d'água, sendo sua característica mais marcante

93 (Avnimelech, 2007; Wasielesky et al., 2006). A utilização de tal tecnologia, aparece
94 como uma forma de desenvolvimento da atividade da aquicultura, visando a
95 preservação dos recursos hídricos. O mesmo pode ser considerado uma forma de cultivo
96 ambientalmente amigável, pois além das baixas ou nulas taxas de renovação de água,
97 possibilita a reutilização da água por diversos ciclos de cultivos, conseqüentemente
98 reduzindo a emissão de efluentes (Krummenauer et al., 2014).

99 Os flocos microbianos (bioflocos) possuem importante papel na qualidade de
100 água, principalmente no que diz respeito à redução dos compostos nitrogenados dos
101 tanques de cultivo, seja pela conversão da amônia em biomassa microbiana (bioflocos -
102 heterotrófico) pela adição de fontes de carbono orgânico (Avnimelech, 1999; Ebeling et
103 al., 2006) ou pelo processo de nitrificação pela oxidação da amônia a nitrito e
104 posteriormente a nitrato (Krummenauer et al., 2014; Lara et al., 2016; Burford et al.,
105 2003; Bratvold & Browdy, 2001).

106 Os bioflocos também se fazem importantes no cultivo do *L. vannamei*, no que se
107 diz respeito ao desempenho zootécnico dos animais. Segundo Burford et al. (2004),
108 aproximadamente 29% de seu consumo diário de alimento se dá pela ingestão de
109 bioflocos disponíveis na coluna d'água, o que possibilita a diminuição da conversão
110 alimentar e gastos com ração. Quando cultivados em sistemas de bioflocos, os animais
111 podem ser cultivados seguindo regimes de restrição alimentar, o que possibilita
112 economizar cerca de 25% em gastos com ração (Lara et al., 2017).

113 Os bioflocos são compostos por uma grande gama de diferentes micro-
114 organismos, que incluem bactérias (químio-autotrófica e heterotrófica), microalgas,
115 rotíferos, ciliados, flagelados, copépodes, nematoides, juntamente com restos de
116 alimento não consumido e matéria orgânica suspensos na coluna d'água (Ray et al.,
117 2010). A presença dos bioflocos no sistema de cultivo, além de melhorar a qualidade de
118 água e servir de alimento aos animais cultivados, também pode protegê-los contra
119 infecção de agentes patogênicos (Crab et al., 2010). Segundo estudos, os
120 microorganismos que compõem os bioflocos parecem desempenhar um papel inibitório
121 contra o estabelecimento de agentes patogênicos no sistema de cultivo. Os bioflocos
122 competem com os agentes patogênicos por substrato, nutrientes, intensidade luminosa,
123 fonte de carbono e pela produção de compostos inibitórios ao seu crescimento

124 (Emerenciano et al., 2013). A tecnologia de cultivo de *L. vannamei* em bioflocos
125 demonstra um potencial de aplicação no controle de doenças, que infectam os camarões
126 marinhos (Ekasari et al., 2014).

127 Além das diferentes técnicas de cultivo, acima citadas, para garantir alta
128 produtividade com maior biossegurança, evitando a contrações e disseminação de
129 doenças, assim como desenvolvimento sustentável do setor produtivo, a genética
130 também tem desempenhado um importante papel nesse propósito. Nos últimos anos,
131 técnicas de melhoramento genético auxiliam no desenvolvimento da atividade,
132 permitindo maior intensificação dos sistemas de produção (Jung et al., 2013). Os
133 camarões cultivados podem ser selecionados ativamente para melhorar seu desempenho
134 em termos de crescimento e resistência a patógenos (Moss et al., 2001). A utilização de
135 animais geneticamente selecionados possibilita uma melhor utilização de recursos como
136 alimento, água, áreas marinhas e terrestres, assim como trabalho empregado, uma vez
137 que estes apresentam melhor conversão alimentar e maior sobrevida (Gjedrem et al.,
138 2012).

139 Levando em consideração que sobrevivência e ganho de peso são fatores de
140 grande interesse, tendo influência direta na produtividade do sistema, o melhoramento
141 genético para estes fatores, se torna algo de grande valia econômica (Gitterle et al.,
142 2005). Segundo um estudo realizado por Argue et al. (2002), a seleção de animais para
143 o melhoramento genético propiciou um aumento no crescimento em 20%, o que
144 possibilita o aumento da rentabilidade do negócio. No entanto, é verificado que os
145 animais que apresentam maior crescimento, são os mesmos que apresentam menor
146 resistência a determinado patógeno e vice-versa, havendo um antagonismo entre a
147 seleção das duas características de interesse (Moss et al., 2005).

148 Com isso, o presente estudo visou avaliar o desempenho zootécnico, assim como o
149 sistema imune, de duas linhagens do camarão *Litopenaeus vannamei*, uma de
150 crescimento rápido (Aqua) e outra de resistência à mancha branca (Pond), em diferentes
151 condições de cultivo, como:

- 152 • Diferentes densidades de estocagem,
- 153 • Sistema de bioflocos x água clara,

- 154 • Estocagem direta x berçário precedente à engorda (sistema bifásico).

155 **2. OBJETIVOS**

156 **2.1. Objetivo geral**

157 Avaliar o desempenho zootécnico entre uma linhagem de crescimento rápido e
158 outra de resistência à mancha branca do camarão *L. vannamei* em diferentes condições
159 de cultivo.

160 **2.2. Objetivos específicos**

- 161 • Avaliar o desempenho zootécnico das duas linhagens submetidas a diferentes
162 densidades de estocagem;
- 163 • Avaliar o desempenho das duas linhagens submetidas à estocagem direta e
164 com berçário precedente à engorda (sistema bifásico);
- 165 • Avaliar o crescimento compensatório dos camarões submetidos ao berçário;
- 166 • Avaliar o desempenho zootécnico das duas linhagens sob diferentes sistemas
167 de cultivo: Bioflocos e Água clara;
- 168 • Avaliar diferenças no estado imunológico entre as linhagens selecionadas
169 para resistência e crescimento rápido;
- 170 • Avaliar a estimulação do sistema imunológico das duas linhagens submetidas
171 aos cultivos em bioflocos e água clara.

172 **3. MATERIAL E MÉTODOS**

173 **3.1. Local**

174 Foram desenvolvidos quatro experimentos na Estação Marinha de Aquicultura
175 Prof. Marcos Alberto Marchiori (EMA) (32°12'14"S 52°10'41"W), do Instituto de
176 Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (IO – FURG), localizada na praia
177 do Cassino, no município de Rio Grande – RS. O presente estudo foi dividido em duas
178 partes, onde os resultados dos três primeiros experimentos, que avaliam o desempenho
179 das duas linhagens do *L. vannamei* em sistemas de cultivo com diferentes densidades de
180 estocagem, compõem a parte 1, e os resultados do quarto experimento compõem a parte
181 2, tendo como finalidade analisar o estado imunológico e desempenho dos camarões
182 cultivados em sistema de bioflocos e água clara.

183 1) O primeiro experimento teve duração de 106 dias e foi realizado em uma estufa
184 contendo 12 tanques de 35 m² (35 m³) cada. O experimento foi caracterizado como um
185 cultivo superintensivo das duas linhagens do camarão *Litopenaeus vannamei*, em
186 densidades de estocagem de 400 cam.m⁻² (400 cam.m⁻³), em sistemas de bioflocos. O
187 objetivo do experimento foi avaliar o desempenho zootécnico das duas linhagens
188 submetidas a estocagem direta e o sistema bifásico, com berçário precedente à engorda,
189 assim como a avaliação do crescimento compensatório dos camarões após o período de
190 berçário.

191 2) O segundo durou 63 dias e foi realizado em uma estufa contendo 6 tanques de 20 m²
192 (16 m³). O experimento foi caracterizado como um cultivo intensivo em densidades de
193 estocagem de 105 cam.m⁻² (131 cam.m⁻³), em sistema de bioflocos. O objetivo de tal
194 experimento foi avaliar o desempenho zootécnico dos camarões, das duas linhagens, em
195 sistema intensivo.

196 3) O terceiro experimento durou 63 dias e foi realizado em 12 tanques de 3,8 m² (3 m³).
197 Foi um cultivo semi-intensivo dos camarões das diferentes linhagens em baixa
198 densidade de estocagem, de 8 cam.m⁻² e 24 cam.m⁻² (10 cam.m⁻³ e 30 cam.m⁻³,
199 respectivamente) em sistemas de bioflocos. O objetivo deste experimento foi avaliar o
200 desempenho zootécnico dos camarões cultivados em condições semi-intensivas, as
201 quais são características dos sistemas tradicionais de cultivo.

202 4) O quarto experimento durou 57 dias e foi realizado em uma sala experimental em 12
203 tanques de 0,36 m² de área de fundo (200 L). O experimento foi um cultivo
204 superintensivo dos camarões em sistemas de água clara e bioflocos, utilizando
205 densidades de estocagem de 222 cam.m⁻² (400 cam.m⁻³). O objetivo deste experimento
206 foi verificar como os bioflocos melhoram o desempenho zootécnico dos camarões de
207 ambas as linhagens, assim como permitir uma melhora em sua resposta imunológica.

208 **3.2. Material biológico**

209 Os exemplares de *L. vannamei* utilizados nos experimentos foram doados pela
210 empresa Aquatec Ltda., localizado no município de Canguaretama - RN. Os animais
211 enviados pertenciam a duas diferentes linhagens genéticas, onde uma foi melhorada
212 para ter melhor desempenho zootécnico (linhagem Aqua) e a outra foi melhorada para
213 se obter maior resistência ao vírus da Mancha Branca (linhagem Pond). As PLs das duas

214 linhagens de *L. vannamei* foram separadas no momento da chegada no Aeroporto
215 Internacional de Porto Alegre e posteriormente colocadas em caixas de transporte,
216 distintas, de 400 L e trazidas até a estação marinha. Os animais chegaram na EMA no
217 dia 19/02/2018 em estágio de pós-larvas 10 (PL 10), dando início ao Experimento 1. Os
218 animais restantes, das duas linhagens, permaneceram em tanques separados até a fase de
219 juvenil, onde foram utilizados nos outros experimentos.

220 **3.3. Formação de bioflocos e controle dos sólidos suspensos totais**

221 A fim de, acelerar a formação dos bioflocos na coluna d'água, se realizou a
222 introdução de um inóculo maturo proveniente de outro sistema de cultivo de camarão *L.*
223 *vannamei* da própria Estação Marinha de Aquacultura (Krummenauer et al., 2014). As
224 fertilizações orgânicas foram realizadas utilizando melaço de cana de açúcar (38% de
225 carbono), quando o N-AT ultrapassavam as concentrações de 1 mg.L⁻¹, seguindo as
226 metodologias descritas por Avnimelech (1999) e Ebeling et al. (2006).

227 Quando as concentrações de sólidos suspensos totais (SST) ultrapassaram os
228 500 mg.L⁻¹, foram realizados processos de clarificação (Experimentos 1, 2 e 3) ou
229 renovação de água (Experimento 4), visando mantê-las em níveis adequados para o *L.*
230 *vannamei*.

231 **3.3.1. Experimento 1 – Berçário x Estocagem direta**

232 Ao 15º dia de cultivo, se introduziu uma quantidade de inóculo maduro de
233 bioflocos que representou 1,1% (400 litros) do volume total do tanque. Também se
234 utilizaram substratos verticais de Needlona para o favorecimento da fixação das
235 bactérias nitrificantes.

236 **3.3.2. Experimento 2 – Cultivo Intensivo**

237 Logo após a estocagem dos animais, introduziu-se inóculo maduro de bioflocos
238 nas unidades experimentais, correspondendo a 10% (1600 litros) do volume total dos
239 tanques de cultivo.

240 **3.3.3. Experimento 3 - Baixas Densidades de Estocagem**

241 Logo após a estocagem dos animais, se introduziu inóculo maduro de bioflocos
242 nas unidades experimentais, correspondendo a 3,3% (100 litros) do volume total dos
243 tanques de cultivo.

244 **3.3.4. Experimento 4 – Água Clara x BFT**

245 No primeiro dia de experimento, logo após a estocagem dos animais, utilizou-se
246 inóculo de bioflocos correspondente a 20% (40 litros) do volume útil da unidade
247 experimental.

248 **3.4. Manejo alimentar**

249 Para o primeiro experimento, de Berçário x Estocagem Direta, foram utilizadas
250 duas metodologias diferentes de alimentação. No início do período experimental e
251 berçário, as PLs foram alimentadas com ração comercial da Guabi - Poti Mirim QS 40
252 PL com 40% de proteína bruta e posteriormente se realizou a transição para a ração
253 comercial da Guabi - Poti Mirim QS 40 J com 40% de proteína bruta. Nesta fase os
254 animais foram alimentados três vezes ao dia (9:00, 14:00 e 20:00) seguindo a
255 metodologia descrita por Jory et al. (2001), até que atingissem 1 g de peso médio.
256 Depois que os animais ultrapassaram 1 g de peso médio, caracterizando a fase de
257 engorda, o manejo alimentar dos animais foi realizado de acordo com a metodologia
258 descrita por Garza de Yta et al. (2004). Neste período, foram realizadas três
259 alimentações ao dia (9:00, 14:00 e 20:00) com a ração comercial da Guabi – Poti Guaçu
260 com 40% de proteína bruta.

261 Para os demais experimentos, caracterizados como engorda, a alimentação foi
262 realizada duas vezes ao dia (9:00 e 17:00) seguindo a metodologia de Garza de Yta et
263 al. (2004), com a ração Guabi – Poti Guaçu com 40% de proteína bruta.

264 Por se tratar de linhagens novas e se desconhecer o real potencial de crescimento
265 de ambas as linhagens, no início do período experimental, se estipulo taxas de
266 arraçoamento superiores ao usual para o cultivo do *L. vannamei* em sistemas de
267 bioflocos. Para o cálculo da quantidade de ração ofertada para os camarões, descrito por
268 Garza et al. (2004) ((Ração = N° de animais x Conversão alimenta aparente x Ganho de
269 peso semanal) / 7), se adotou valores de 1,5 para conversão alimentar aparente e ganho
270 de peso semanal. O consumo da ração pelos camarões foi monitorado pela utilização de
271 bandejas de alimentação, sendo possível alterar as quantidades ofertadas de acordo com
272 a visualização destas.

273 3.5. Variáveis físicas e químicas da água

274 Os parâmetros de qualidade de água monitorados ao longo dos experimentos
275 foram: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato,
276 alcalinidade, turbidez, sólidos suspensos totais (SST) e sólidos sedimentáveis (SS).
277 Parâmetros como temperatura e oxigênio dissolvido foram monitorados diariamente,
278 duas vezes ao dia (8:30 e 16:00), em todos os experimentos utilizando um aparelho
279 multiparâmetros da marca Hach modelo HQ40d. O pH foi monitorado diariamente, em
280 todos os experimentos, utilizando um pHmetro de bancada Mettler Toledo (modelo
281 Five-Easy).

282 As concentrações de nitrogênio amoniacal total (N-AT ou $\text{N}-(\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3)$)
283 foram medidas diariamente, segundo UNESCO (1983), até que se observasse a
284 diminuição das concentrações de tal parâmetro, para que fosse possível realizar as
285 fertilizações orgânicas (Ebeling et al., 2006) com melaço de cana-de-açúcar. O nitrito
286 foi medido diariamente, segundo Bendschneider & Robinson (1952), até que se
287 observasse a redução de suas concentrações ao longo do tempo. Após o estabelecimento
288 das bactérias nitrificantes na coluna d'água e a observação da queda dos picos da
289 amônia e do nitrito, os mesmos eram monitorados duas vezes por semana. As
290 concentrações de nitrato ($\text{N}-\text{NO}_3^-$) e ortofosfato ($\text{P}-\text{PO}_4^{3-}$) eram medidas semanalmente,
291 segundo a metodologia descrita por Aminot & Chaussepied (1983).

292 A alcalinidade foi determinada duas vezes na semana, por titrimetria, seguindo a
293 metodologia descrita em APHA (1998) e quando necessário era feita a correção do
294 parâmetro utilizando cal hidratada, seguindo a metodologia adaptada de Furtado et al.
295 (2011). As concentrações de sólidos suspensos totais (SST), turbidez e sólidos
296 sedimentáveis (SS), eram medidas semanalmente. A turbidez da água foi determinada
297 por um turbidímetro da marca Hach® modelo 2100P e os SST foram determinados pelo
298 método de gravimetria, baseando-se na metodologia descrita por Strickland & Parsons
299 (1972). A medição dos sólidos sedimentáveis foi realizada através do uso de cones
300 imhoff, seguindo a metodologia de um protocolo estabelecido pela ABNT (NBR 10561,
301 1988).

302 **3.6. Desempenho Zootécnico dos Camarões**

303 Para a análise do desempenho zootécnico dos camarões, foram realizadas
304 biometrias no início do experimento, para estimar os pesos médios iniciais, e biometrias
305 semanais para acompanhar o crescimento, utilizando uma balança digital com precisão
306 de 0,01 g (Marte - Modelo AD 2000), com exceção do Experimento 3, o qual as
307 biometrias eram realizadas a cada 10 dias. Ao final de cada período experimental, os
308 animais foram pesados e contabilizados para obter os dados de desempenho zootécnico
309 destes. A análise do desempenho zootécnico foi realizada pela determinação dos
310 parâmetros:

311 - Sobrevivência (%): $(n^\circ \text{ final de animais} / n^\circ \text{ inicial animais}) \times 100$;

312 - Peso médio final (g): $\Sigma \text{ peso final dos animais vivos (g)} / n^\circ \text{ total de animais}$;

313 - Ganho de peso (g): $\text{peso médio final (g)} - \text{peso médio inicial (g)}$;

314 - Ganho de peso semanal ($\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$): $\text{ganho de peso (g)} / n^\circ \text{ de semanas de cultivo (s)}$;

315 - Biomassa final (g): $\Sigma \text{ peso final de todos animais vivos (g)}$;

316 - Conversão alimentar aparente (CAA): $\text{ração consumida (g)} / \text{ganho de peso (g)}$;

317 - Produtividade ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$): $[(\text{biomassa final (kg)} - \text{biomassa inicial (kg)}) \times 1000] / \text{área do}$
318 $\text{fundo (m}^2\text{)}$.

319 - Produtividade ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$): $[(\text{biomassa final (kg)} - \text{biomassa inicial (kg)}) \times 1000] /$
320 $\text{volume útil do tanque (L)}$.

321 **3.7. Contagem de células sanguíneas**

322 Ao final do Experimento 4, foram coletados 5 camarões de cada unidade
323 experimental para a retirada de hemolinfa. A extração da hemolinfa foi realizada do seio
324 ventral, com o auxílio de seringas previamente heparinizadas, a fim de evitar sua
325 coagulação. Com a hemolinfa retirada, foram feitos dois esfregaços sanguíneos, que
326 foram fixados em metanol para a posterior coloração. Parte dos esfregaços foram
327 realizados em lâminas comuns coradas com Giemsa (Gering & Atkinson, 2004) para a
328 posterior análise de contagem diferencial de hemócitos. A contagem diferencial de
329 hemócitos foi realizada com o auxílio de um microscópio óptico, seguindo a
330 metodologia descrita por Parrinello et al. (2015). A contagem dos hemócitos em
331 processo de apoptose foi realizada através do método de TUNEL pela utilização do kit

332 ApopTag® Plus Peroxidase in Situ Apoptosis Detection (Millipore), de acordo com
333 Charriaut-Marlangue & Ben-Ari (1995) e Wang & Zhang (2008).

334 **3.8. Análise estatística**

335 Os dados de qualidade de água, desempenho zootécnico e imunologia
336 (Experimento 4), obtidos ao longo dos Experimentos 1, 2, 3 e 4, foram previamente
337 analisados quanto à homocedasticidade (Teste de Levene) e normalidade (Teste de
338 Kolmogorov-Smirnov) para posterior análise de variância de uma via (ANOVA).
339 Quando estes não apresentavam distribuição normal e homocedasticidade, foram
340 transformados, para atender aos pressupostos da ANOVA. Quando os pressupostos da
341 ANOVA não eram atendidos, os dados eram submetidos ao teste não paramétrico de
342 Kruskal-Wallis. Para comparação das médias entre os tratamentos foram realizados
343 testes de Tukey ($P < 0,05$) (Sokal & Rohlf, 1969). Os valores percentuais de
344 sobrevivência e imunologia foram transformados para arco-seno da raiz quadrada antes
345 de serem analisados (Zar, 1996). Os dados de qualidade de água e desempenho
346 zootécnico obtidos ao longo do Experimento 2 foram previamente analisados quanto
347 normalidade e posteriormente analisados por um teste de T de Student para verificar
348 diferenças significativas entre os dois tratamentos.

349 **3.9. Delineamento experimental**

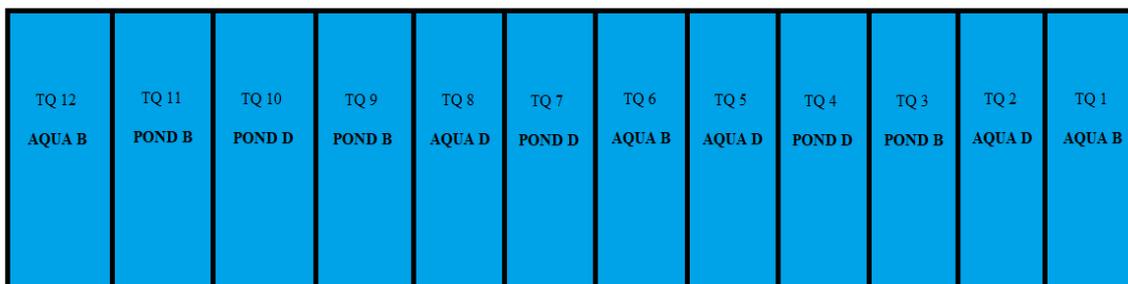
350 **3.9.1. Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta**

351 O delineamento experimental foi constituído de 4 tratamentos e três réplicas,
352 totalizando 12 unidades experimentais (Fig. 1). As duas linhagens do camarão foram
353 submetidas tanto à estocagem direta quanto ao berçário precedente a engorda, formando
354 os seguintes tratamentos:

- 355 • Pond D: Linhagem Pond com estocagem direta;
- 356 • Pond B: Linhagem Pond com estocagem precedida de berçário;
- 357 • Aqua D: Linhagem Aqua com estocagem direta;
- 358 • Aqua B: Linhagem Aqua com estocagem precedida de berçário.

359 As PLs submetidas à estocagem direta foram prontamente contadas, pesadas e
360 estocadas em tanques de 35 m² (35 m³), onde permaneceram até o fim do período
361 experimental. No momento da estocagem direta, os camarões da linhagem Pond
362 apresentavam peso médio de 0,01 g e os camarões da linhagem Aqua de 0,008 g. A

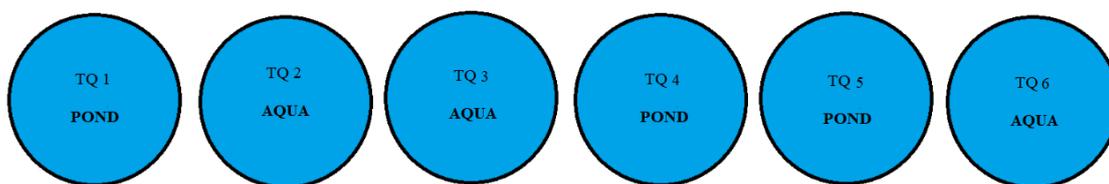
363 outra parte das PLs foi destinada a taques de berçário de 20 m² (16 m³), em densidades
 364 de estocagem de 1030 cam.m⁻² (1287.m⁻³), onde permaneceram até que atingissem um
 365 peso médio aproximado de 0,4 g, sendo posteriormente transferidos para as unidades
 366 experimentais. Em cada unidade experimental (35 m²) foram estocados um total de
 367 14000 animais, alcançando uma densidade de estocagem de 400 cam.m⁻² (400 cam.m⁻³).



368
 369 Figura 1: Delineamento experimental do Experimento 1 - Berçário x Estocagem Direta.

3.9.2. Experimento 2 – Cultivo Intensivo

370 O delineamento experimental foi constituído por dois tratamentos (Aqua e Pond)
 371 realizados em três réplicas, totalizando 6 unidades experimentais (Fig. 2). A densidade
 372 de estocagem utilizada neste experimento foram de 105 cam.m⁻² (131 camarões.m⁻³),
 373 totalizando 2100 animais por unidade experimental. Os camarões das duas diferentes
 374 linhagens utilizados neste experimento possuíam peso médio inicial aproximado de 2 g.
 375 Estes foram estocados em tanques de 20 m² (16 m³), que se localizavam no interior de
 376 uma estufa coberta.
 377



378
 379 Figura 2: Delineamento experimental do Experimento 2 – Cultivo Intensivo.

380 Para a manutenção da temperatura da água dos tanques foram utilizados um aquecedor
 381 da marca Process Technology modelo TA3.5229-P1 com 3500W em cada unidade
 382 experimental.

3.9.3. Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem

O respectivo experimento foi constituído por 4 tratamentos em três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (Fig. 3). O experimento testou o desempenho zootécnico das duas linhagens de camarão em densidades de estocagem de 10 camarões.m⁻³ (8 cam.m⁻²) e 30 camarões.m⁻³ (24 cam.m⁻²), formando os seguintes tratamentos:

- Aqua - 10: Linhagem Aqua submetida a densidade de 10 camarões.m⁻³;
- Aqua - 30: Linhagem Aqua submetida a densidade de 30 camarões.m⁻³;
- Pond - 10: Linhagem Pond submetida a densidade de 10 camarões.m⁻³;
- Pond - 30: Linhagem Pond submetida a densidade de 30 camarões.m⁻³;

O experimento foi realizado em uma estufa fechada e contou com a utilização de 12 tanques de 3 m³ (3,8 m²), sendo que os tanques dos tratamentos Aqua - 10 e Pond - 10 continham um total de 30 camarões e os tanques dos tratamentos Aqua - 30 e Pond - 30 continham 90 camarões. No momento da estocagem, os camarões de ambas as linhagens apresentavam peso aproximado de 2g.

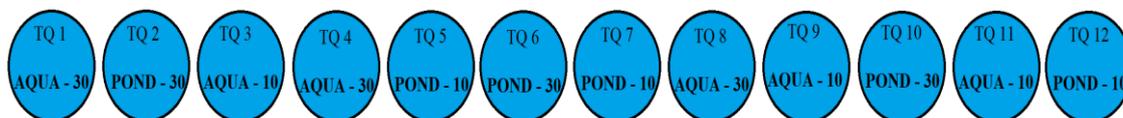


Figura 3: Delineamento experimental do Experimento 3 - Baixas Densidades de Estocagem.

Para garantir a temperatura da água em condições adequadas para o cultivo do *L. vannamei*, foram utilizados um aquecedores da marca Process Technology, modelo TA1211-P1, com 1000 W de potência em cada unidade experimental.

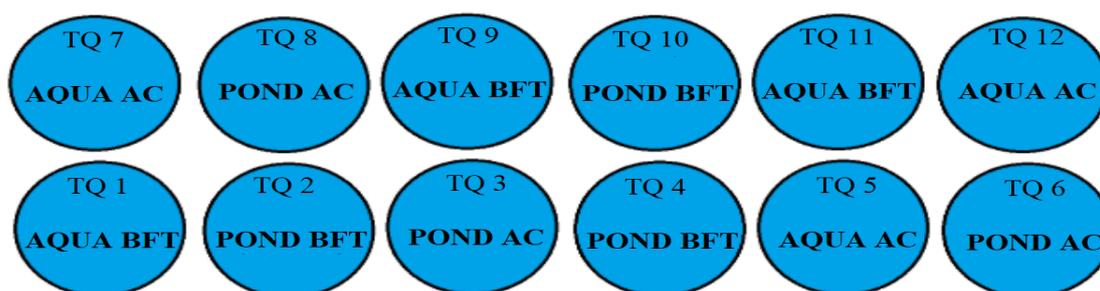
3.9.4. Experimento 4 – Água Clara x BFT

O delineamento experimental foi constituído por 4 tratamentos, em três réplicas, totalizando 12 unidades experimentais (Fig. 4), onde as duas linhagens foram submetidas ao cultivo superintensivo em água clara e ao cultivo em meio aos bioflocos. Os quatro tratamentos foram denominados:

- Pond AC: Linhagem Pond cultivada em água clara;
- Pond BFT: Linhagem Pond cultivada em bioflocos;
- Aqua AC: Linhagem Aqua cultivada em água clara;

411 • Aqua BFT: Linhagem Aqua cultivada em bioflocos.

412 O experimento foi realizado em uma sala experimental, onde se utilizou 12 taques
413 de 0,36 m² de área de fundo, com 200 L de volume útil. Foram estocados 80 animais
414 por tanque, totalizando uma densidade de estocagem de 222 cam.m⁻² (400 camarões.m⁻³).
415 No momento da estocagem, os animais de ambas as linhagens possuíam um peso
416 médio aproximado de 2 g.



417
418

Figura 4: Delineamento experimental do Experimento 4 - Água Clara x BFT.

419 A fim de, preservar temperaturas adequadas ao cultivo do camarão, se utilizou
420 um aquecedor da marca Stealth, modelo ETP250 (250W) por unidade experimental.

421 4. RESULTADOS – PARTE 1

422 Os resultados foram divididos em duas partes. A parte 1 contempla os resultados
423 obtidos nos três primeiros trabalhos, devido as suas semelhanças em termos de
424 delineamento experimental. A parte 2 diz respeito somente aos resultados obtidos no
425 quarto experimento, visando explorar mais sobre o estado imunológico, além do
426 desempenho zootécnico das duas linhagens cultivadas em diferente sistemas de cultivo.

427 4.1. Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta

428 4.1.1. Parâmetros de Qualidade de Água

429 Os resultados dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água monitorados
430 ao longo do Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta estão apresentados na Tabela
431 1. Não se constatou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos nos
432 parâmetros de temperatura, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, turbidez,
433 nitrato, fosfato e salinidade. As concentrações médias de oxigênio dissolvido foram
434 significativamente maiores ($p < 0,05$) no tratamento Aqua D, seguido pelo tratamento
435 Pond D. Os níveis de pH dos tratamentos Aqua D e Pond D foram significativamente

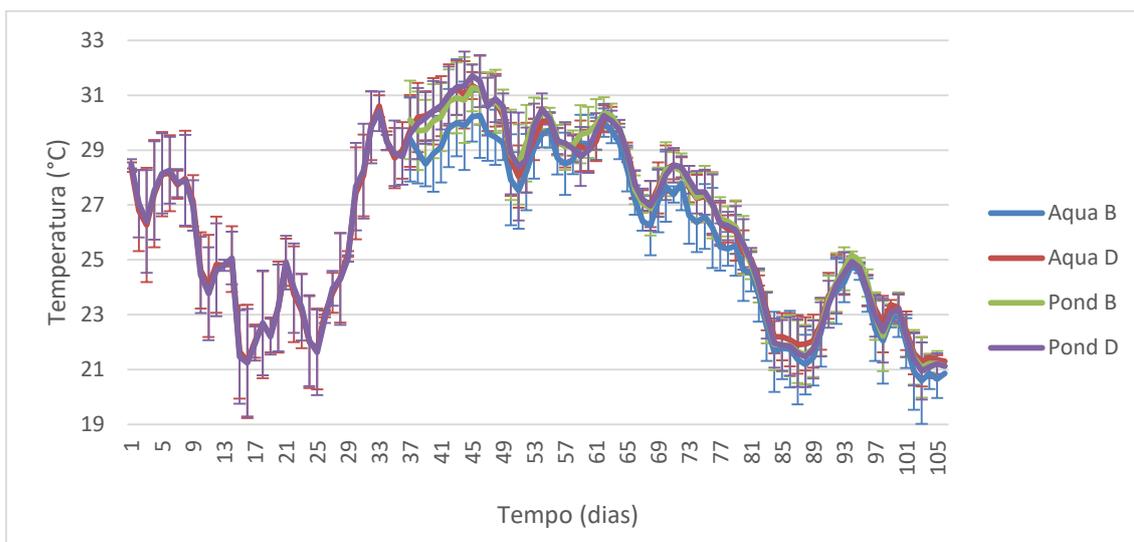
436 maiores ($p < 0,05$) quando comparado os demais tratamentos. As concentrações de
 437 amônia (nitrogênio na forma de amônia total) foram significativamente diferentes ($p <$
 438 $0,05$) entre os tratamentos Aqua B e Pond D, que por sua vez não diferiram
 439 estatisticamente ($p > 0,05$) dos demais tratamentos. Os valores de nitrito foram
 440 estatisticamente maiores ($p < 0,05$) no tratamento Pond D. A alcalinidade do tratamento
 441 Pond B foi estatisticamente superior ($p < 0,05$) quando comparada aos outros
 442 tratamentos.

443 Tabela 1: Dados dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água entre os diferentes tratamentos do
 444 Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta. Os dados apresentados são referentes as médias \pm desvio
 445 padrão. Letras diferentes ao final da linha indicam que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os
 446 tratamentos.

	Aqua B	Aqua D	Pond B	Pond D
Temperatura	26,06 \pm 3,3	26,32 \pm 3,28	26,68 \pm 3,47	26,31 \pm 3,4
Oxigênio Dissolvido	4,95 \pm 1,03 ^a	5,43 \pm 1,29 ^b	4,67 \pm 0,99 ^a	5,19 \pm 1,4 ^{ab}
pH	7,37 \pm 0,18 ^a	7,47 \pm 0,26 ^b	7,35 \pm 0,16 ^a	7,47 \pm 0,26 ^b
NAT	0,78 \pm 0,99 ^a	0,35 \pm 0,43 ^{ab}	0,86 \pm 1,37 ^{ab}	0,41 \pm 0,67 ^b
NO ₂ ⁻	0,83 \pm 1,33 ^a	1,33 \pm 1,51 ^b	1,06 \pm 1,62 ^{ab}	2,02 \pm 3,63 ^{ab}
Alcalinidade	223,77 \pm 64,92 ^{bc}	190,72 \pm 59,58 ^a	265,53 \pm 81,48 ^c	215,77 \pm 72,4 ^{ab}
SS	15,3 \pm 16,83	16,09 \pm 16,43	9,94 \pm 8,44	17,53 \pm 24,71
SST	417,64 \pm 227,07	392,43 \pm 201,37	387,5 \pm 204,43	392,87 \pm 224,7
Turbidez	169,37 \pm 100,85	163,77 \pm 104,51	157,1 \pm 74,62	170,99 \pm 108,33
NO ₃ ⁻	35,63 \pm 36,37	33,12 \pm 33,74	32,11 \pm 31,22	31,46 \pm 30,94
PO ₄ ³⁻	2,69 \pm 2,71	2,3 \pm 2,41	2,95 \pm 2,96	2,32 \pm 2,71
Salinidade	35,54 \pm 0,93	34,08 \pm 1,34	34,1 \pm 1,28	34,8 \pm 1,61

447

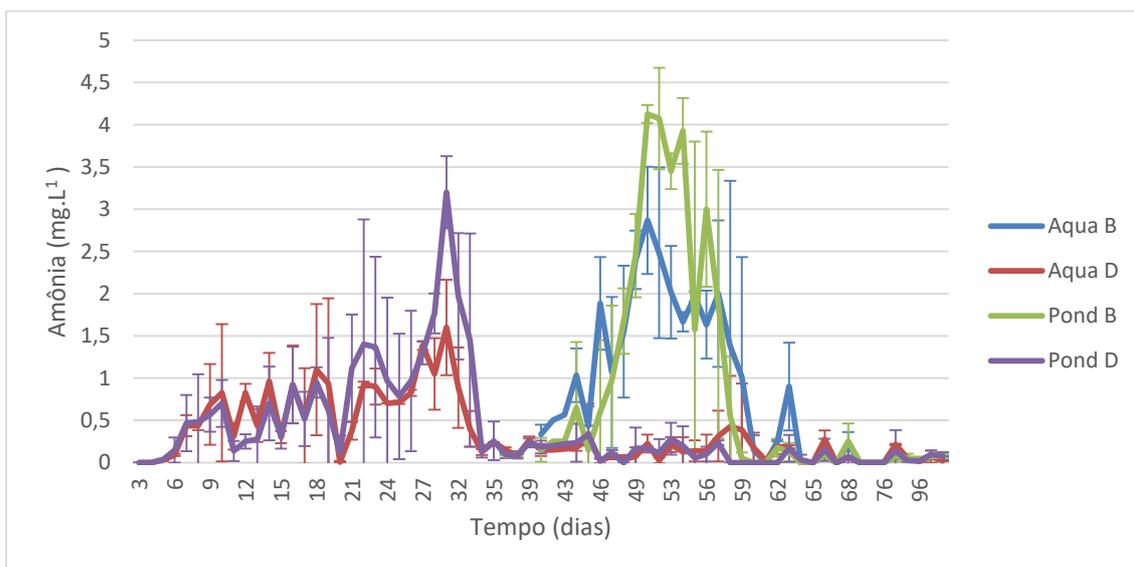
448 A Figura 5 mostra o comportamento da temperatura média diária ao longo do
 449 Experimentos 1 – Berçário x Estocagem Direta. Pode-se observar uma brusca queda do
 450 parâmetro entre os dias 9 e 25, sendo sucedida por um aumento juntamente com
 451 estabilidade e posterior queda após o 70º dia, se estendendo até o fim do período
 452 experimental.



453

454 Figura 5: Valores médios (\pm desvio padrão) de temperatura entre os diferentes tratamentos ao longo do
 455 Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta.

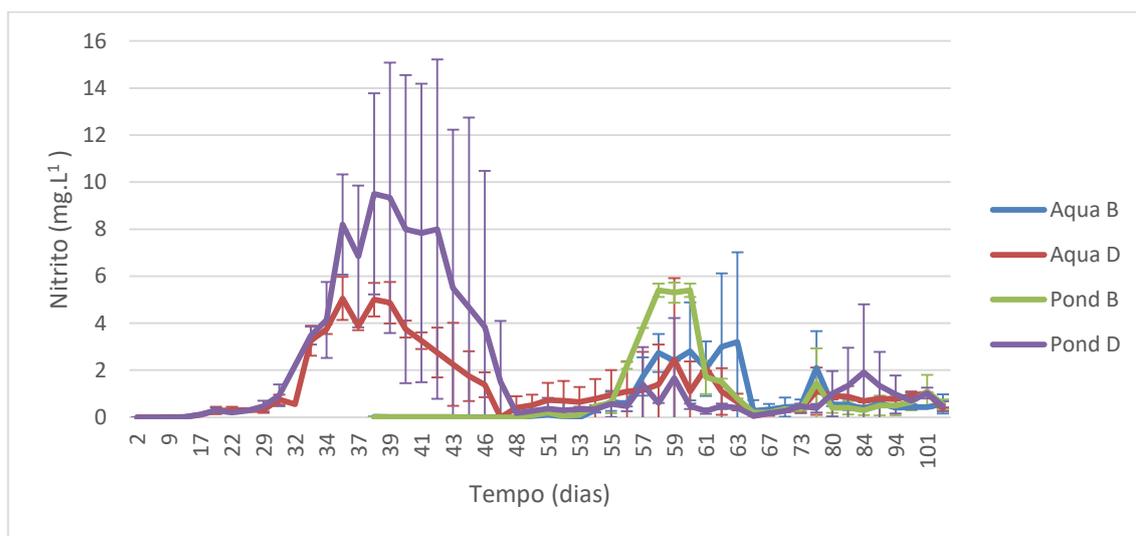
456 O gráfico das concentrações de amônia ao longo do Experimento 1 – Berçário x
 457 Estocagem Direta pode ser observado na Figura 6. Observa-se que ao longo do período
 458 experimental há a presença de dois momentos de pico de tal parâmetro. Os maiores
 459 valores de amônia dos tratamentos Aqua D e Pond D ocorreram 31 dias após sua
 460 estocagem nas unidades experimentais. Já os picos de amônia dos tratamentos Aqua B e
 461 Pond B ocorreram 51º dia de experimento, 14 dias após sua estocagem. No 64º dia
 462 todos os tratamentos apresentavam um comportamento estável de tal parâmetro.



463

464 Figura 6: Valores médios (\pm desvio padrão) de amônia entre os diferentes tratamentos ao longo do
 465 Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta.

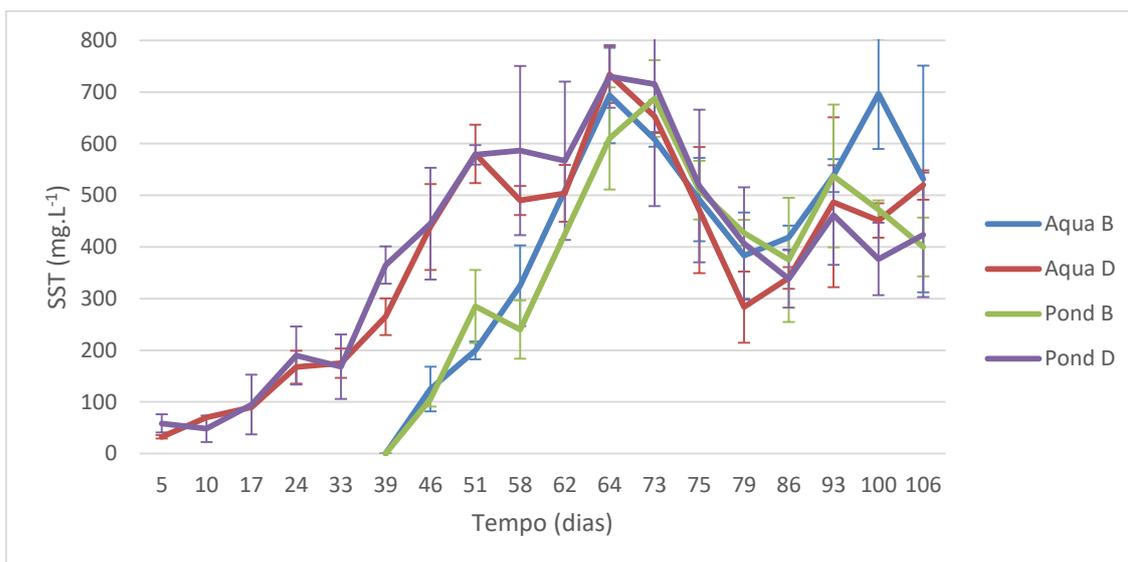
466 Os valores de nitrito ao longo do tempo experimental podem ser observados na
467 Figura 7. Observa-se também dois momentos marcados por picos do respectivo
468 parâmetro. O primeiro momento é marcado pelos picos nos tratamentos Aqua D e Pond
469 D no dia 39, logo após a queda da amônia (Fig. 7) dos mesmos. O segundo momento é
470 marcado pelos picos de nitrito dos tratamentos Aqua B e Pond B no dia 63 e 60,
471 respectivamente, também após o decréscimo da amônia dos mesmos (Fig. 7).



472

473 Figura 7: Valores médios (\pm desvio padrão) de nitrito entre os diferentes tratamentos ao longo do
474 Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta.

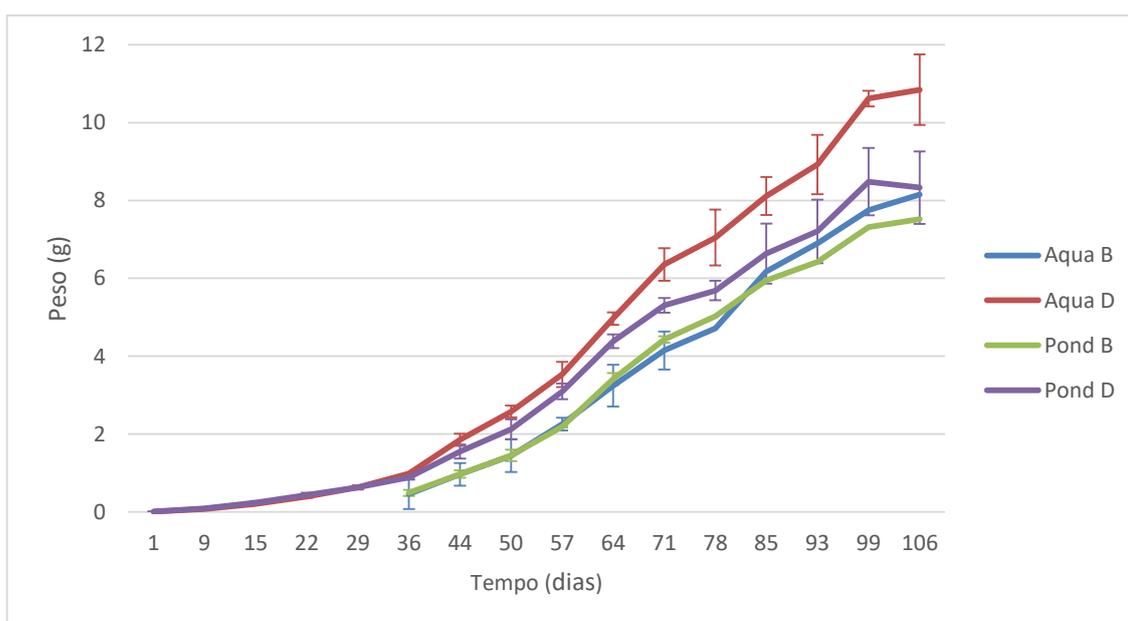
475 As variações de sólidos suspensos totais podem ser observados na Figura 8.
476 Observa-se um padrão de incremento dos SST em todos os tratamentos, atingindo seus
477 valores máximos ao 64º dia de experimento. Após isso há uma queda brusca de tal
478 parâmetro seguido por um período de estabilidade.



479
480 Figura 8: Valores médios (\pm desvio padrão) de sólidos suspensos totais entre os diferentes tratamentos ao
481 longo do Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta.

4.1.2. Desempenho zootécnico

482
483 O gráfico de crescimento dos diferentes tratamentos do Experimento 1 –
484 Berçário x Estocagem Direta pode ser observado na Figura 9. Pode-se observar que ao
485 longo do período experimental o tratamento Aqua D apresentou um crescimento mais
486 acentuado, alcançando um peso final estatisticamente superior ($p < 0,05$). Os outros
487 tratamentos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si.



488
489 Figura 9: Valores médios (\pm desvio padrão) de crescimento entre os diferentes tratamentos ao longo do
490 Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta.

Os resultados de desempenho zootécnico das duas linhagens de *L. vannamei* ao longo dos 106 dias do Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta, estão exibidos na Tabela 2. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os pesos iniciais dos tratamentos de berçário e de estocagem direta em ambas as linhagens, assim como suas biomassas iniciais. O tratamento Aqua D apresentou peso final estatisticamente superior aos demais tratamentos, assim como o ganho de peso. O ganho de peso semanal foi significativamente maior ($p < 0,05$) nos tratamentos Aqua B e Aqua D e obtendo seu menor valor no tratamento Pond D. O tratamento Aqua D também apresentou a maior produtividade e biomassa final, seguido pelo tratamento Pond D ($p > 0,05$) e se diferenciando ($p < 0,05$) do tratamento Aqua B e Pond B.

Tabela 2: Dados de desempenho zootécnico entre diferentes tratamentos do Experimento 1 – Berçário x Estocagem Direta. Os dados apresentados são referentes as médias \pm desvio padrão. Letras diferentes ao final da linha indicam que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

	Aqua B	Aqua D	Pond B	Pond D
Peso Inicial (g)	0,46 ^a	0,008 ^b	0,49 ^a	0,01 ^b
Peso Final (g)	8,15 \pm 0,49 ^a	10,85 \pm 0,9 ^b	7,52 \pm 0,08 ^a	8,33 \pm 0,93 ^a
Ganho de Peso (g)	7,69 \pm 0,49 ^a	10,84 \pm 0,66 ^b	7,03 \pm 0,08 ^a	8,32 \pm 0,93 ^a
Ganho de Peso Semanal (g)	0,77 \pm 0,05 ^a	0,72 \pm 0,06 ^a	0,7 \pm 0,01 ^{ab}	0,55 \pm 0,06 ^b
Sobrevivência (%)	96,09 \pm 7,26	94,82 \pm 4,99	93,16 \pm 7,68	97,5 \pm 18,39
Biomassa Inicial (Kg)	6,44 ^a	0,05 ^b	6,86 ^a	0,06 ^b
Biomassa Final (Kg)	109,96 \pm 14,58 ^a	152,46 \pm 10,48 ^b	98,01 \pm 7,04 ^a	120,13 \pm 11,11 ^{ab}
Produtividade (Kg.m ⁻²)	2,96 \pm 0,42 ^a	4,35 \pm 0,3 ^b	2,6 \pm 0,2 ^a	3,43 \pm 0,32 ^{ab}
Produtividade (Kg.m ⁻³)	2,96 \pm 0,42 ^a	4,35 \pm 0,3 ^b	2,6 \pm 0,2 ^a	3,43 \pm 0,32 ^{ab}
CAA	1,75 \pm 0,23	1,58 \pm 0,06	1,94 \pm 0,09	1,97 \pm 0,17

504

505 4.2. Experimento 2 – Cultivo Intensivo

506 4.2.1. Parâmetros de Qualidade de Água

Os dados de qualidade de água do Experimento 2 – Cultivo Intensivo podem ser observado na Tabela 3. Não foi identificado nenhuma diferença estatística entre os dois tratamentos em nenhum dos parâmetros de qualidade de água analisados.

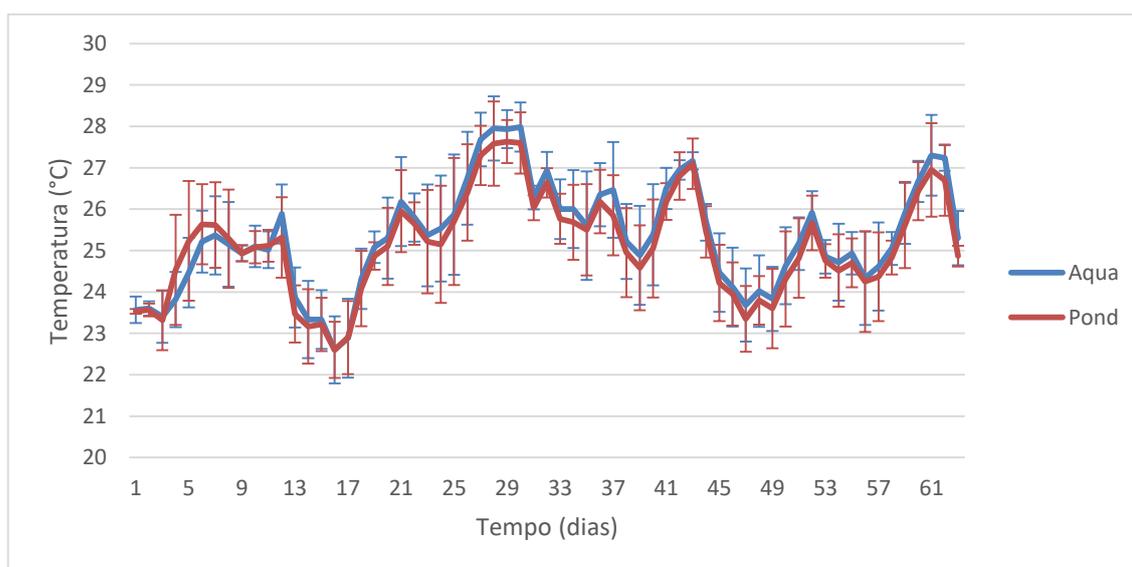
Tabela 3: Dados dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água entre os diferentes tratamentos do Experimento 2 – Cultivo Intensivo. Os dados apresentados são referentes as médias \pm desvio padrão.

512 Letras diferentes ao final da linha indicam que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os
 513 tratamentos.

	Aqua	Pond
Temperatura	$25,34 \pm 1,48$	$25,16 \pm 1,45$
Oxigênio Dissolvido	$6,81 \pm 0,62$	$6,98 \pm 0,53$
pH	$7,53 \pm 0,26$	$7,55 \pm 0,26$
NAT	$0,31 \pm 0,56$	$0,13 \pm 0,22$
NO_2^-	$0,29 \pm 0,21$	$0,32 \pm 0,26$
Alcalinidade	$136,78 \pm 37,65$	$144 \pm 34,67$
SST	$339,67 \pm 222,26$	$354,67 \pm 222,38$
Turbidez	$141,55 \pm 98,04$	$152,62 \pm 109,59$
NO_3^-	$30,41 \pm 11,45$	$31 \pm 9,79$
PO_4^{3-}	$4,03 \pm 2,55$	$4,32 \pm 2,63$
Salinidade	$33,68 \pm 1,77$	$33,91 \pm 1,91$

514

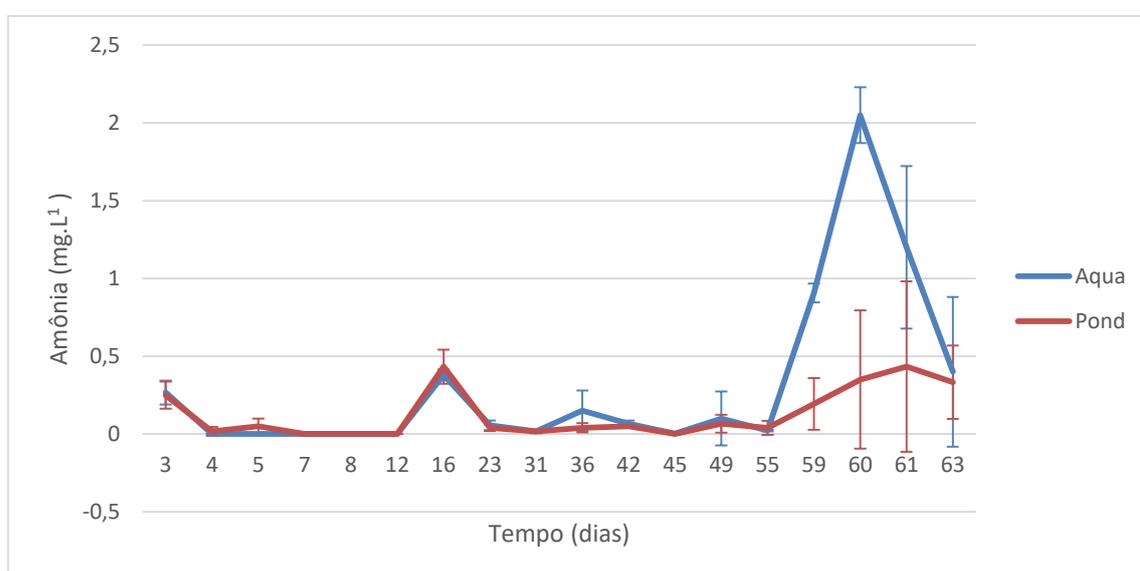
515 O gráfico de temperatura média diária do Experimento 2 – Cultivo Intensivo
 516 pode ser observado na Figura 10. Nota-se que as temperaturas durante os experimento
 517 foram marcadas por diversas variações. Porém, ambos os tratamentos mantiveram o
 518 mesmo padrão ao longo de todo o tempo experimental.



519

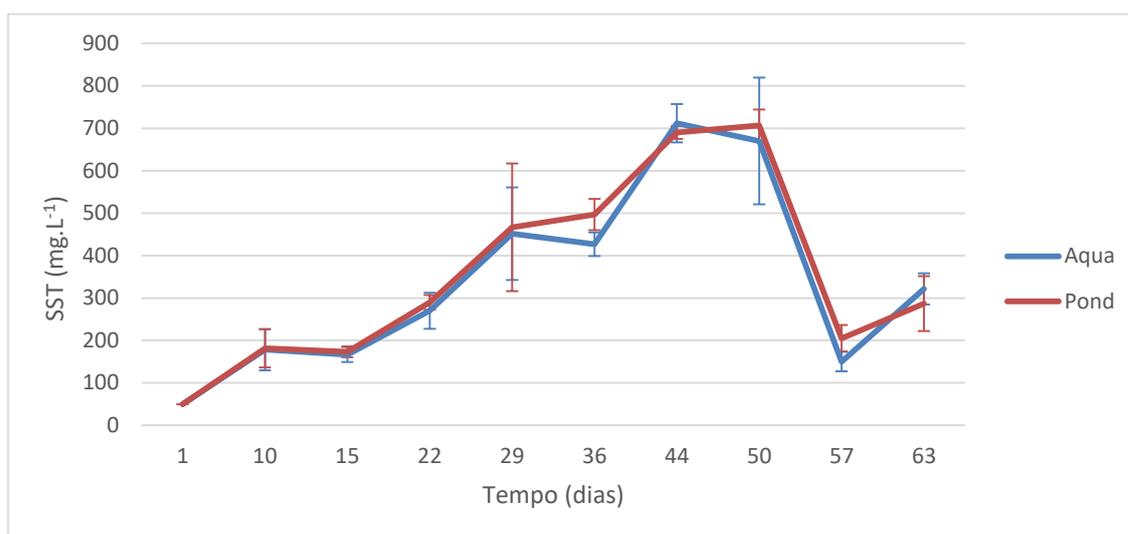
520 Figura 10: Valores médios (\pm desvio padrão) de temperatura entre os diferentes tratamentos ao longo do
 521 Experimento 2 – Cultivo Intensivo.

522 As variações das concentrações de amônia em ambos os tratamentos do
523 Experimento 2 podem ser observadas na Figura 11. Pode-se verificar que este composto
524 se manteve em condições estáveis e em baixas concentrações até o 55º dia, onde se
525 observa uma elevação nas concentrações de amônia no tratamento Aqua que atinge um
526 pico no 60º dia e posteriormente volta a reduzir até o fim do tempo experimental. A
527 amônia do tratamento Pond também sofreu instabilidade após o 55º dia, porém até o fim
528 do período experimental não se observou grandes elevações em tal parâmetro como
529 observado no tratamento Aqua.



530
531 Figura 11: Valores médios (\pm desvio padrão) de amônia entre os diferentes tratamentos ao longo
532 do Experimento 2 – Cultivo Intensivo.

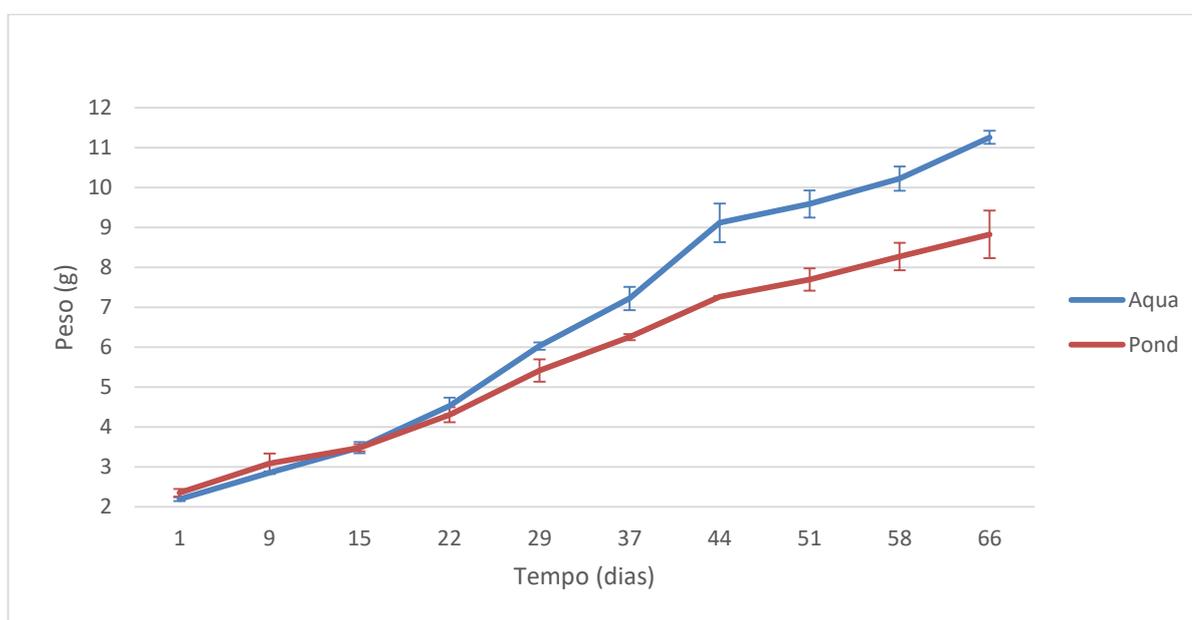
533 Os valores de sólidos suspensos totais ao longo do Experimento 2 – Cultivo
534 Intensivo podem ser observados na Figura 12. As concentrações de sólidos seguiram no
535 mesmo padrão em ambos os tratamentos. Observou-se o acúmulo de SST durante a
536 maior parte do período experimental, atingindo valores máximos de 711 mg.L⁻¹ no
537 tratamento Aqua no 44º dia e 706 mg.L⁻¹ no tratamento Pond no 50º dia de experimento.
538 Após os dois tratamentos atingirem suas máximas concentrações do parâmetro, se
539 percebeu uma brusca queda, atingindo concentrações de 150 mg.L⁻¹ no tratamento Aqua
540 e 205 mg.L⁻¹ no tratamento Pond, ao 57º dia experimental.



541
 542 Figura 12: Valores médios (\pm desvio padrão) de sólidos suspensos totais entre os diferentes tratamentos
 543 ao longo do Experimento 3 – Cultivo Intensivo.

544 4.2.2. Desempenho Zootécnico

545 O gráfico de crescimento de ambas as linhagens no Experimento 2 – Cultivo
 546 Intensivo pode ser visualizado na Figura 13. Nota-se que a linhagem Aqua se manteve
 547 crescendo de forma mais acelerada em comparação à linhagem Pond, atingindo maior
 548 peso final ($p < 0,05$).



549
 550 Figura 13: Valores médios (\pm desvio padrão) de crescimento entre os diferentes tratamentos ao longo do
 551 Experimento 2 – Cultivo Intensivo.

552 Os dados de desempenho zootécnico obtidos ao fim do Experimento 2 – Cultivo
 553 Intensivo estão apresentados na Tabela 4. No início do experimento, os camarões das

554 duas linhagens de *L. vannamei* apresentavam peso inicial significativamente
 555 semelhantes ($p > 0,05$), porém ao término do período de experimentação a linhagem
 556 Aqua apresentou peso final estatisticamente superior ($p < 0,05$) em comparação à
 557 linhagem Pond. Assim como o peso final, os outros parâmetros de desempenho
 558 zootécnico como biomassa final, ganho de peso, ganho de peso semanal, produtividade
 559 e conversão alimentar aparente foram significativamente superiores ($p < 0,05$) na
 560 linhagem de crescimento Aqua em comparação à linhagem de resistência Pond. A
 561 sobrevivência dos diferentes tratamentos foram acima de 90% e não diferiram
 562 estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

563 Tabela 4: Dados de desempenho zootécnico entre diferentes tratamentos do Experimento 2 – Cultivo
 564 Intensivo. Os dados apresentados são referentes as médias \pm desvio padrão. Letras diferentes ao final da
 565 linha indicam que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

	Aqua	Pond
Peso Inicial (g)	2,19 \pm 0,05	2,35 \pm 0,09
Peso Final (g)	11,26 \pm 0,17 ^a	8,82 \pm 0,6 ^b
Ganho de Peso (g)	9,07 \pm 0,17 ^a	6,47 \pm 0,6 ^b
Ganho de Peso Semanal (g)	1,01 \pm 0,02 ^a	0,72 \pm 0,07 ^b
Sobrevivência (%)	91,67 \pm 6,72	95,81 \pm 3,9
Biomassa Inicial (Kg)	4,6	4,9
Biomassa Final (Kg)	22,15 \pm 0,8 ^a	18,38 \pm 1,23 ^b
Produtividade (Kg.m ⁻²)	0,88 \pm 0,04 ^a	0,67 \pm 0,06 ^b
Produtividade (Kg.m ⁻³)	1,1 \pm 0,05 ^a	0,84 \pm 0,08 ^b
CAA	2,28 \pm 0,14 ^a	2,92 \pm 0,26 ^b

566

567 4.3. Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem

568 4.3.1. Parâmetros de Qualidade de Água

569 Os dados dos parâmetros de qualidade de água do Experimento 3 – Baixas
 570 Densidades de Estocagem estão apresentados na Tabela 5. Não foram observadas
 571 diferenças significativas ($p > 0,05$) nos parâmetros de amônia, nitrito, nitrato e fosfato
 572 entre os tratamentos. Foram identificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) na
 573 temperatura e concentrações de oxigênio dissolvido, sendo observado maiores
 574 concentrações no tratamento Pond - 10 e menores concentrações no tratamento Aqua -

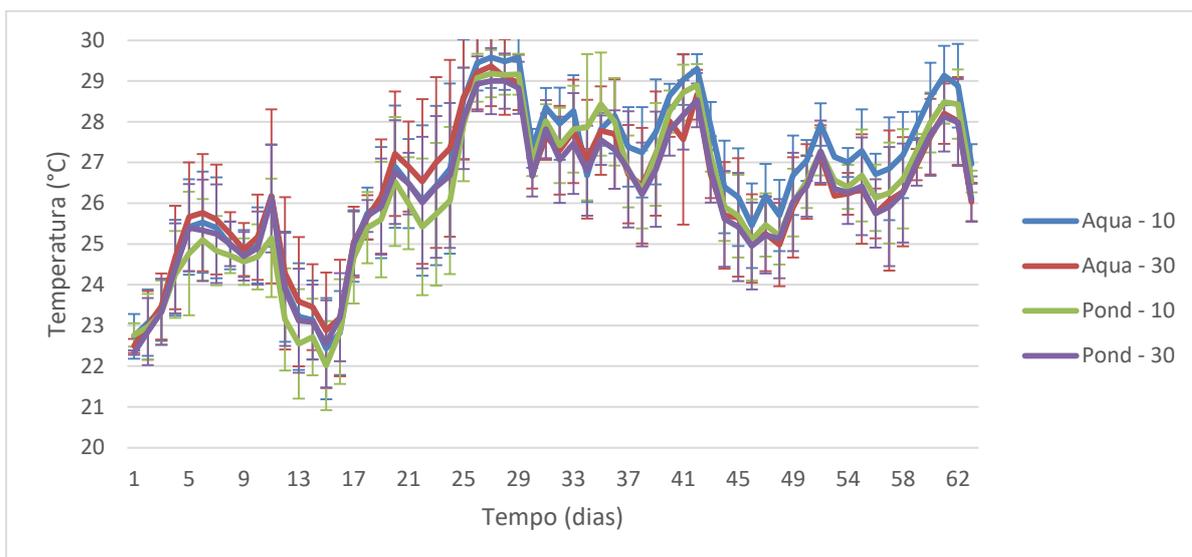
575 30. As análises estatísticas de pH também apresentaram diferenças significativas ($p <$
 576 $0,05$), sendo maiores nos tratamentos Aqua - 10 e Pond - 10, que não se diferiram
 577 significativamente entre si, e menores nos tratamentos Aqua - 30 e Pond - 30. A
 578 alcalinidade apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$), sendo
 579 menor no tratamento Pond - 30. As concentrações de sólidos suspensos totais foram
 580 estatisticamente diferentes entre os tratamentos ($p < 0,05$), sendo maiores tratamentos
 581 Aqua - 30 e Pond - 30 e menores nos tratamentos Aqua - 10 e Pond - 10.

582 Tabela 5: Dados dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água entre os diferentes tratamentos do
 583 Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem. Os dados apresentados são referentes as médias \pm
 584 desvio padrão. Letras diferentes ao final da linha indicam que houve diferenças significativas ($p < 0,05$)
 585 entre os tratamentos.

	Aqua - 10	Aqua - 30	Pond - 10	Pond - 30
Temperatura	26,61 \pm 2,06 ^a	26,33 \pm 2,06 ^{ab}	26,17 \pm 2,06 ^b	26,13 \pm 1,86 ^b
Oxigênio Dissolvido	7,46 \pm 0,41 ^{ab}	7,41 \pm 0,4 ^a	7,52 \pm 0,4 ^b	7,46 \pm 0,4 ^{ab}
pH	7,79 \pm 0,17 ^{ab}	7,74 \pm 0,19 ^a	7,82 \pm 0,16 ^b	7,76 \pm 0,18 ^a
NAT	0,13 \pm 0,21	0,084 \pm 0,13	0,11 \pm 0,19	0,11 \pm 0,18
NO ₂ ⁻	0,24 \pm 0,43	0,35 \pm 0,71	0,26 \pm 0,56	0,66 \pm 1,31
Alcalinidade	140,22 \pm 12,29 ^a	130,78 \pm 22,23 ^a	138,56 \pm 11,51 ^a	126,78 \pm 21,67 ^b
SST	66,25 \pm 43,02 ^a	118,85 \pm 57,21 ^b	66,96 \pm 39,96 ^a	111,46 \pm 67,02 ^{ab}
Turbidez	15,88 \pm 11,61 ^a	41,61 \pm 27,82 ^b	18,28 \pm 10,87 ^a	36,40 \pm 20,60 ^b
NO ₃ ⁻	2,73 \pm 2,83	4,57 \pm 4,9	3,07 \pm 3,31	5,5 \pm 8,43
PO ₄ ³⁻	0,28 \pm 0,35	0,37 \pm 0,54	0,24 \pm 0,33	0,44 \pm 0,53
Salinidade	32,41 \pm 3,06	33,6 \pm 2,21	32,38 \pm 1,51	32,69 \pm 1,87

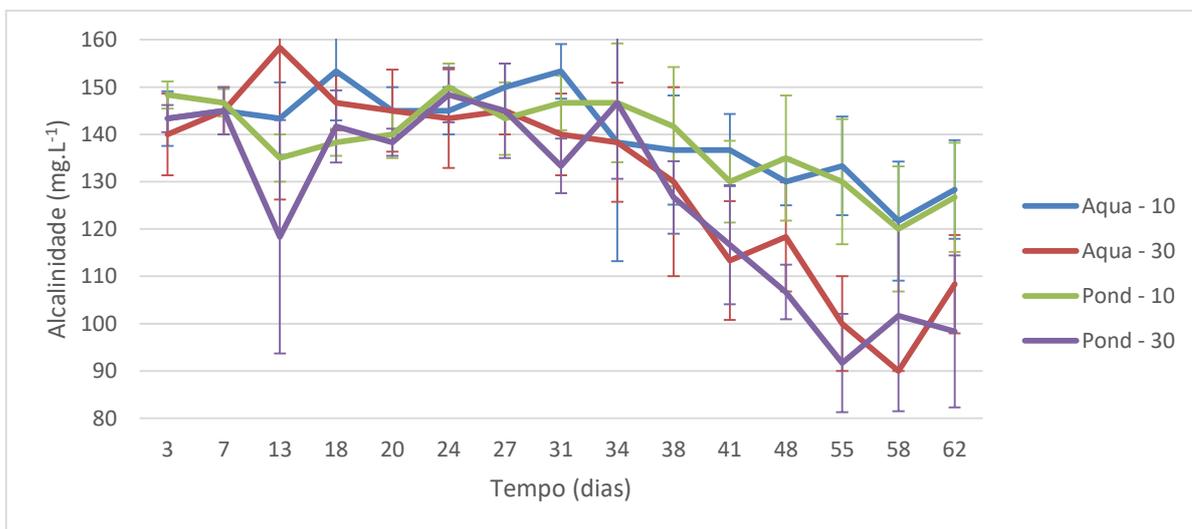
586

587 O gráfico de temperatura média diária ao longo do Experimento 3 – Baixas
 588 Densidades de Estocagem, está representado na Figura 14. Observa-se que a partir do
 589 15º dia de experimento há um aumento da temperatura nas unidades experimentais e
 590 permanece em situações mais adequadas até o fim do tempo de experimento.



591
 592 Figura 14: Valores médios (\pm desvio padrão) de temperatura entre os diferentes tratamentos ao longo do
 593 Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem.

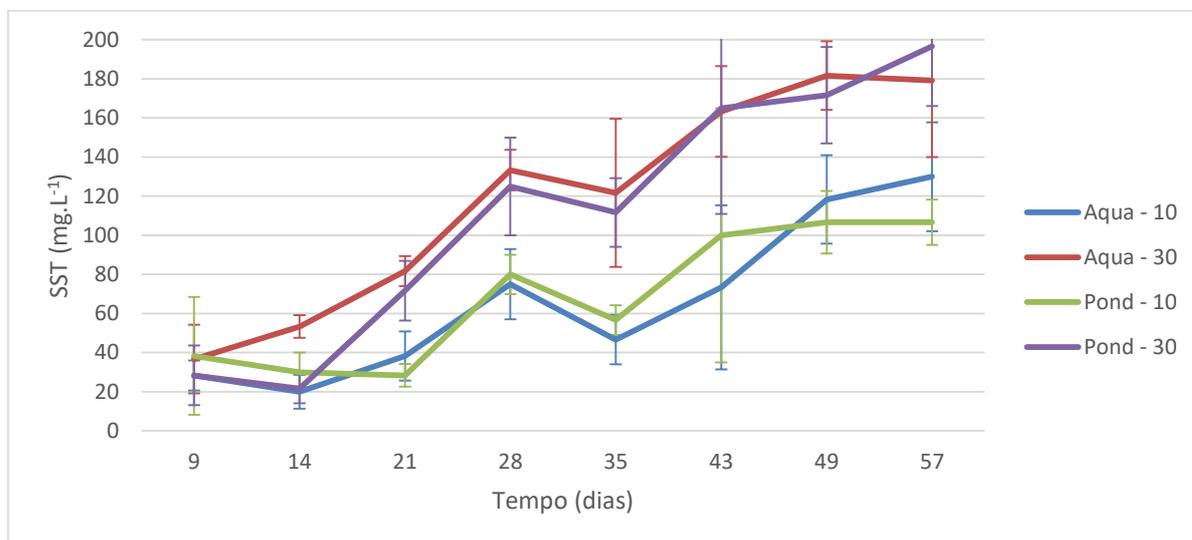
594 O gráfico de alcalinidade entre os tratamentos do Experimento 3 está
 595 apresentado na Figura 15. Nota-se que a partir do 34º dia de experimento, as
 596 concentrações de alcalinidade dos tratamentos de maior densidade de estocagem,
 597 Aqua - 30 e Pond - 30, alcançaram níveis mais baixos em relação aos tratamentos de
 598 menor densidade de estocagem, Aqua - 10 e Pond - 10.



599
 600 Figura 15: Valores médios (\pm desvio padrão) de alcalinidade entre os diferentes tratamentos ao longo do
 601 Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem.

602 Os valores de sólidos suspensos totais entre os tratamentos ao longo do
 603 Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem - estão apresentados na Figura 16.
 604 Pode-se observar que a velocidade de acúmulo dos SST nos tratamentos Aqua - 30 e

605 Pond - 30 ocorre de forma mais acelerada, do que em relação aos tratamentos Aqua - 10
606 e Pond - 10, alcançando maiores concentrações ao final do experimento ($p < 0,05$).

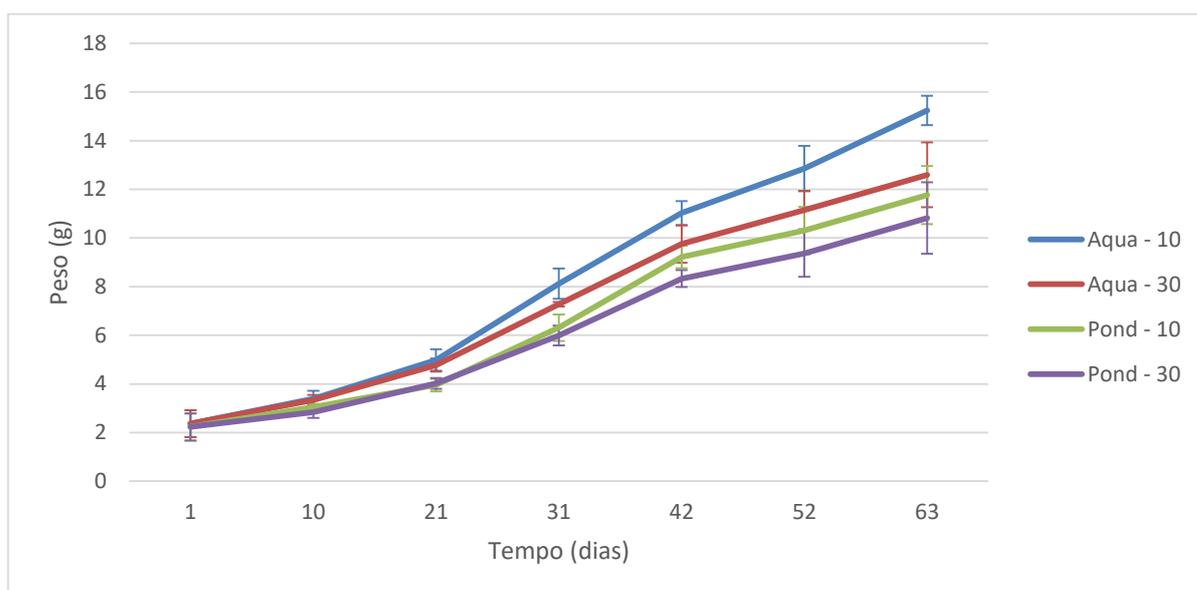


607
608 Figura 16: Valores médios (\pm desvio padrão) de Sólidos Suspensos Totais entre os diferentes tratamentos
609 ao longo do Experimento 4 – Baixas Densidades de Estocagem.

610 4.3.2. Desempenho Zootécnico

611 O gráfico de crescimento dos diferentes tratamentos do Experimento 3 – Baixas
612 Densidades de Estocagem – ao longo do tempo está representado na Figura 17. Nele
613 pode ser observado que o tratamento Aqua - 10 apresentou maior taxa de crescimento
614 em relação aos outros que, por sua vez, não diferiram estatisticamente entre si ($p >$
615 $0,05$).

616 Os dados de desempenho zootécnico do Experimento 3 podem ser verificados na
617 Tabela 6. É possível observar que os animais dos diferentes tratamentos entraram nas
618 unidades experimentais com pesos iguais ($p > 0,05$), porém os camarões do tratamento
619 Aqua - 10 alcançaram um maior peso final, sendo igual ao Aqua - 30 ($p > 0,05$) e
620 superior aos dois tratamentos Pond ($p < 0,05$). O tratamento Aqua - 10 apresentou maior
621 crescimento semanal em relação aos organismos do tratamento Pond -10 e Pond - 30 (p
622 $< 0,05$), porém não se diferiu significativamente do tratamento Aqua - 30. A
623 produtividade, assim como biomassa final, foi maior no tratamento Aqua - 30, seguido
624 pelo Pond - 30, Aqua - 10 e posteriormente Pond - 10. A sobrevivência foi
625 estatisticamente igual ($p > 0,05$) em todos os tratamentos, assim como a conversão
626 alimentar aparente.



627
628 Figura 17: Valores médios (\pm desvio padrão) de crescimento entre os diferentes tratamentos ao longo do
629 Experimento 3 – Baixas Densidades de Estocagem.

630 Tabela 6: Dados de desempenho zootécnico entre diferentes tratamentos do Experimento 3 – Baixas
631 Densidades de Estocagem. Os dados apresentados são referentes as médias \pm desvio padrão. Letras
632 diferentes ao final da linha indicam que houve diferenças significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

	Aqua - 10	Aqua - 30	Pond - 10	Pond - 30
Peso Inicial (g)	2,37 \pm 0,55	2,37 \pm 0,55	2,23 \pm 0,56	2,23 \pm 0,56
Peso Final (g)	15,24 \pm 0,63 ^b	12,59 \pm 1,14 ^{ab}	11,77 \pm 1,49 ^a	10,81 \pm 1,29 ^a
Ganho de Peso (g)	12,87 \pm 0,63 ^b	10,22 \pm 1,14 ^{ab}	9,54 \pm 1,49 ^a	8,58 \pm 1,29 ^a
Ganho de Peso Semanal (g)	1,43 \pm 0,07 ^b	1,14 \pm 0,13 ^{ab}	1,06 \pm 0,17 ^a	0,95 \pm 0,14 ^a
Sobrevivência (%)	97,98 \pm 1,75	95,96 \pm 2,67	97,98 \pm 3,5	97,98 \pm 1,75
Biomassa Inicial (g)	78,21 ^a	234,63 ^b	73,59 ^a	220,77 ^b
Biomassa Final (g)	397,9 \pm 19,54 ^{ab}	1119,9 \pm 88,36 ^c	309,27 \pm 36,98 ^a	986,5 \pm 138,39 ^{bc}
Produtividade (Kg.m ⁻²)	0,08 \pm 0,01 ^{ab}	0,23 \pm 0,02 ^c	0,06 \pm 0,01 ^a	0,2 \pm 0,04 ^{bc}
Produtividade (Kg.m ⁻³)	0,11 \pm 0,007 ^{ab}	0,3 \pm 0,03 ^c	0,079 \pm 0,01 ^a	0,26 \pm 0,05 ^{bc}
CAA	2,2 \pm 0,09	2,23 \pm 0,18	2,87 \pm 0,44	2,57 \pm 0,48

633

634 5. DISCUSSÃO – PARTE 1

635 A discussão foi dividida em duas partes. A parte 1 contempla a discussão entre
636 os resultados obtidos nos três primeiros trabalhos, devido as suas semelhanças em
637 termos de delineamento experimental. A parte 2 diz respeito somente a discussão dos

638 resultados obtidos no quarto experimento, visando explorar mais sobre o estado
639 imunológico, além do desempenho zootécnico das duas linhagens cultivadas em
640 diferente sistemas de cultivo.

641 **5.1. Parte 1: Experimentos 1, 2 e 3**

642 **5.1.1. Parâmetros de Qualidade de Água**

643 Os parâmetros físico-químicos de água analisados nestes experimentos (com
644 exceção do oxigênio dissolvido no Experimento 1 – Berçário x Estocagem direta) se
645 mantiveram dentro do adequado para o cultivo do *Litopenaeus vannamei*.

646 A temperatura média das unidades experimentais, dos três experimentos, se
647 mantiveram em torno de 26 °C, não diferindo ($p > 0,05$) entre os tratamentos. A
648 temperatura média dos tanques de cultivo não estavam dentro do adequado para o
649 melhor crescimento da espécie (28 ~ 32 °C), porém estava dentro do intervalo
650 recomendado (20 ~ 30 °C) para obtenção de altas taxas de sobrevivência (Ponce-Palafox
651 et al., 1997). Wyban et al. (1995) verificaram que a temperatura adequada para o cultivo
652 do *L. vannamei* se encontra na faixa entre 27 e 30°C. Segundo verificações dos autores,
653 o crescimento do *L. vannamei* em 26,2 °C em temperatura ambiente foi estatisticamente
654 igual ao cultivo destes em temperatura controlada de 27 °C.

655 A temperatura no início do Experimento 1 se encontravam em condições
656 adequadas para o bom crescimento do *L. vannamei*, em torno de 28 °C (Fig. 5). Entre os
657 dias 8 e 25, a temperatura das unidades experimentais, são reduzidas, devido a entrada
658 de frentes frias. Após a instalação de uma cobertura plástica sobre estufa, as
659 temperaturas sobem novamente. A brusca queda da temperatura, em torno de 21 °C, no
660 fim do período experimental, causou uma significativa redução no consumo de alimento
661 pelos animais, conseqüentemente reduzindo o crescimento dos animais. Ponce-Palafox
662 et al. (1997), verificaram que temperaturas de 20°C, causaram inibiram o apetite e
663 afetaram negativamente o crescimento do *L. vannamei*.

664 No Experimento 1 em aproximadamente 50% do período experimental, as
665 temperaturas se mantiveram abaixo da temperatura média (26 °C), expondo os
666 camarões à temperatura inadequadas para o melhor crescimento do *L. vannamei*,
667 durante um longo período de tempo. A temperatura foi um fator limitante para os

668 experimentos 1, 2 e 3, principalmente em termos de ganho de peso do camarão e
669 produtividade do sistema, que poderiam ser melhores se as temperaturas fossem
670 mantidas dentro da faixa ideal de crescimento do *L. vannamei* por um maior intervalo
671 de tempo.

672 Para os experimentos 2 e 3, a instalação de aquecedores de água ocorreu no 15°
673 dia, podendo se observar um aumento significativo da temperatura a partir deste ponto,
674 assim como menores flutuações de tal parâmetro (Fig. 10 e Fig. 14). O aumento da
675 temperatura gerou uma melhor condição para os camarões e contribuiu para o maior
676 consumo de alimento por parte destes.

677 As concentrações de oxigênio dissolvido entre os tratamentos do Experimento 1
678 (Tab. 1), apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,05$). As maiores
679 concentrações médias de oxigênio dissolvido foram encontradas nos tratamentos Aqua
680 D e Pond D, ficando dentro dos padrões recomendados para a espécie. Segundo Van
681 Wyk & Scarpa (1999), os níveis ótimos de oxigênios dissolvido para o cultivo do *L.*
682 *vannamei* são superiores a 5 mg.L⁻¹. Os tratamentos Aqua B e Pond B apresentaram
683 concentrações médias abaixo do recomendado pelos autores, porém se mantiveram
684 acima de condições consideradas críticas ($< 3\text{mg.L}^{-1}$). Dentro do período experimental,
685 os tanques foram mantidos nas mesmas condições de aeração, porém para o cálculo dos
686 valores médios de oxigênio dissolvido dos tratamentos Aqua D e Pond D, levou-se em
687 consideração os 37 dias que antecederam a estocagem dos tratamentos Aqua B e Pond
688 B, acarretando nas diferenças entre eles.

689 Foi verificado um declínio nas concentrações de oxigênio ao longo do tempo nos
690 Experimentos 1 e 2, sendo proporcional ao aumento dos sólidos suspensos totais e
691 biomassa dos animais cultivados. De acordo com Martinez Palacios et al. (1996) e Bett
692 & Vinatea (2009), o consumo de oxigênio pelo *L. vannamei* aumenta com o aumento de
693 peso corporal, confirmando a relação com o declínio do oxigênio dissolvido ao longo do
694 período experimental. Além do aumento da influência da biomassa dos camarões (Fig. 9
695 e Fig. 13), a redução do oxigênio dissolvido pode estar relacionada com o aumento da
696 biomassa dos bioflocos disponíveis na coluna d'água (Fig. 8 e Fig. 12), que por sua vez,
697 consomem oxigênio pela presença de microrganismos aeróbicos nestes (Gaona et al.,

698 2016a). Tal comportamento não foi verificado no Experimento 3, devido a utilização
699 das baixas densidades de estocagem utilizadas nos tratamentos.

700 O camarão *L. vannamei* é um animal que suporta grandes variações de pH e
701 alcalinidade. O valores de pH e alcalinidade adequados para o cultivo da espécie são em
702 torno de 7,0 a 9,0 e acima de 100 mg.L⁻¹de CaCO₃, respectivamente (Van Wyk &
703 Scarpa, 1999). Os valores de pH obtidos durante os três experimentos se mantiveram
704 dentro da faixa adequada, ficando sempre acima de 7, assim como a alcalinidade que se
705 manteve acima de 100 mg.L⁻¹de CaCO₃. Os respectivos parâmetros foram
706 constantemente monitorados durante o período experimental, sendo corrigido com
707 hidróxido de cálcio (cal hidratada), segundo Furtado et al. (2011), sempre que o pH
708 registrava valores inferiores a 7,3 e alcalinidade abaixo de 100 mg.L⁻¹de CaCO₃. A
709 manutenção do pH e alcalinidade das unidades experimentais imprime importante papel
710 sobre o desempenho dos animais cultivados, assim como o bom funcionamento das
711 bactérias nitrificantes do sistema (Chen et al., 2006).

712 As bactérias nitrificantes podem ser encontradas nos bioflocos e biofilme,
713 consumindo a alcalinidade, na forma de carbonato e bicarbonato, durante os processos
714 de oxidação da amônia a nitrato (Chen et al., 2006). Observa-se que no Experimento 3,
715 os tratamentos que possuíam maior densidade de estocagem obtiveram um decréscimo
716 da alcalinidade ao longo do tempo (Fig. 15). Devido ao maior aporte de ração, pelo
717 maior número de camarões, se gerou maior quantidade de amônia no ambiente de
718 cultivo (Ebeling et al., 2006), que por sua vez é substrato inicial para os processos de
719 nitrificação. Sendo assim, com maiores taxas de nitrificação nos tratamentos Aqua - 30
720 e Pond - 30, a alcalinidade foi consumida mais intensamente.

721 Baseando-se no intervalo ótimo de pH indicado por Van Wyk & Scarpa (1999),
722 sugere-se que mesmo apresentando diferenças estatísticas nos valores de pH e
723 alcalinidade entre os tratamentos dos Experimentos 1, 2 e 3 (Tab. 1, Tab. 3 e Tab. 5),
724 essa diferença não influenciou o desempenho zootécnico dos camarões cultivados.
725 Segundo Furtado et al., (2011) os parâmetros zootécnicos foram afetados quando os
726 valores de pH e alcalinidade se mantiveram abaixo de 7 e 100 mg.L⁻¹, respectivamente,
727 por longos períodos, não sendo uma característica apresentada pelo presente trabalho.

728 Os peneídeos possuem grande resistência à acidificação da água do cultivo, mostrando
729 que a CL₅₀ 96 horas de pH é de 3,7 (Allan & Maguire, 1992).

730 Os valores médios de amônia e nitrito encontrados nos três experimentos se
731 mantiveram abaixo dos níveis de segurança estabelecidos por Lin & Chen (2001) e Lin
732 & Chen (2003), respectivamente, não observando condições inadequadas para o cultivo
733 do *L. vannamei*. O valor da CL₅₀ 96 horas de amônia para a *L. vannamei* cultivado em
734 salinidade 35 é de 39,54 mg.L⁻¹, adotando-se um nível de segurança de 3,59 mg.L⁻¹ de
735 amônia (Lin & Chen, 2001). Já o valor da CL₅₀ 96 horas de nitrito identificado por Lin
736 & Chen (2003) para a salinidade 35 é de 257,2 mg.L⁻¹, adotando um nível de segurança
737 de 25,7 mg.L⁻¹.

738 As concentrações de amônia e nitrito a longo Experimento 1 (Fig. 6 e Fig. 7),
739 exibem o mesmo padrão, de dois momentos distintos de picos entre os tratamentos
740 Aqua B e Pond B, em relação aos tratamentos Aqua D e Pond D. Nota-se que os picos
741 de nitrito dos tratamentos Aqua D e Pond D são maiores em relação aos dos outros dois
742 tratamentos. O comportamento diferente pode estar relacionado com a utilização do
743 inóculo de bioflocos. O inóculo de bioflocos utilizado nos tratamentos teve a mesma
744 origem e seguiu a mesma quantidade, porém foi introduzido nos tanques em períodos
745 distintos. Os bioflocos são constituídos de uma grande gama de microorganismos, que
746 incluem as bactérias nitrificantes (Ray et al., 2010), e pode ocorrer mudanças em sua
747 composição durante o ciclo de cultivo (Hargreaves, 2013). Com isso, sugere-se que
748 mesmo que o inóculo de bioflocos tenha tido a mesma origem, sua composição não era
749 a mesma, afetando a nitrificação do Experimento 1, entre os tratamentos.

750 As concentrações de amônia do Experimento 2, foram caracterizadas por um
751 longo períodos de estabilidade em baixas concentrações. Porém, ao final do tempo
752 experimental, a partir do 55º dia, observa-se um incremento nas concentrações de
753 amônia em ambos os tratamentos, sendo mais pronunciado no tratamento Aqua (Fig.
754 11). A ocorrência desse fenômeno pode estar relacionada com a retirada dos sólidos
755 suspensos totais que se iniciou no 50º dia (Fig. 12). O processo de nitrificação pode ser
756 favorecido com o aumento de substrato disponível para a fixação das bactérias
757 nitrificantes. Juntamente com as partículas em suspensão, disponíveis na coluna d'água,
758 estão aderidas as bactérias nitrificantes (Hargreaves, 2006). A remoção demasiada dos

759 sólidos suspensos totais pode gerar um desequilíbrio na população de bactéria
760 nitrificantes, presentes no ambiente de cultivo, trazendo instabilidade nos processos de
761 nitrificação e conseqüentemente aumentando as concentrações de amônia. Tal
762 instabilidade, por retirada dos SST, também foi evidenciada por Schweitzer et al.
763 (2013b), que mostrou menores taxas de nitrificação em cultivos com menores
764 concentrações de SST.

765 O nitrato é o composto final do processo de nitrificação, sendo menos tóxico
766 para os camarões, quando comparado à amônia e ao nitrito (Van Rijn et al., 2006). Um
767 experimento realizado por Kuhn et al. (2010), testou a toxicidade crônica do nitrato (6
768 semanas) para o *L. vannamei* em salinidade 11. Segundo os autores, concentrações de
769 nitrato inferiores a 220 mg.L⁻¹ não afetam o desempenho zootécnico dos camarões.
770 Outro estudo realizado por Furtado et al. (2015), testou o efeito crônico da toxicidade
771 do nitrato em um cultivo de *L. vannamei* em sistemas de bioflocos, durante 6 semanas,
772 mostrando que os animais não sofreram nenhuma perda de desempenho zootécnico. Os
773 autores sugerem que a espécie pode ser cultivada em concentrações de até 177 mg.L⁻¹,
774 em salinidade 23, sem prejuízo aos parâmetros zootécnicos. Para os três experimentos
775 realizados, as concentrações de nitrato estiveram abaixo dos níveis considerados para a
776 espécie. A salinidade utilizada nos experimentos se manteve sempre acima de 30, sendo
777 maior que as utilizadas pelos autores acima citados, permitindo cultivar, com segurança,
778 o *L. vannamei* em concentrações ainda maiores de nitrato.

779 Os teores de fosfato ao longo dos três experimentos não mostraram diferenças
780 significativa ($p > 0,05$) entre os diferentes tratamentos (Tab. 1, Tab. 3 e Tab. 5). Da
781 Silva et al. (2013), avaliaram a dinâmica do nitrogênio e fósforo em um sistema de
782 produção de *L. vannamei* em meio aos bioflocos, mostrando que ao final de 42 dias de
783 experimentação, os camarões retiveram 35% do fósforo, fornecido. Os autores também
784 mostram que 34,1% do fósforo se mantem no cultivo na forma dissolvida.

785 Para os três primeiros experimento, os SST se mativeram dentro do estabelecido
786 para o cultivo da espécie. Segundo Samocha et al. (2007), os níveis de SST para o
787 cultivo do *L. vannamei* devem permanecer abaixo de 500 mg.L⁻¹. Um estudo realizado
788 por Schweitzer et al. (2013b) corrobora com essa afirmação, mostrando que valores de

789 sólidos suspensos totais entre 400 ~ 600 mg.L⁻¹ são adequados para o cultivo do *L.*
790 *vannamei*, uma vez que criam um ambiente mais produtivo e estável na qualidade de
791 água. As concentrações médias de SST nos três experimentos, se mantiveram dentro do
792 recomendado para o cultivo da espécie, segundo Gaona et al. (2011).

793 No Experimento 1 houve um incremento dos SST ao longo do tempo (Fig. 8),
794 atingindo concentrações acima de 700 mg.L⁻¹ no 64º dia de experimentação, sendo
795 necessário a utilização de clarificadores. O uso de clarificadores para a redução dos
796 sólidos suspensos totais foi realizado por Gaona et al. (2016a), com o objetivo de
797 manter seus níveis em torno de 500 ~ 600 mg.L⁻¹. A redução dos níveis de SST, pela
798 clarificação, também pode ser observada no Experimento 2 (Fig. 12). A partir do 50º de
799 experimentação, os tanques do Experimento 2 necessitaram ser clarificados, uma vez
800 que atingiram níveis prejudiciais para o cultivo do *L. vannamei*. Segundo Schweitzer et
801 al. (2013b) e Gaona et al. (2011), altas concentrações de SST afetam negativamente o
802 crescimento e sobrevivência do camarão.

803 As altas concentrações de sólidos suspensos totais, não foram observadas no
804 Experimento 3, que testou baixas densidades de estocagem. A Figura 16 mostra as
805 concentrações de SST ao longo do tempo de experimento, não ultrapassando os 200
806 mg.L⁻¹. Observa-se que os SST obtiveram maior incremento nos tratamentos com
807 maiores densidades de estocagem (Aqua - 30 e Pond - 30), sendo reflexo do maior *input*
808 de alimento e conseqüentemente de excreta. Maiores quantidades de alimento oferecido,
809 assim como excreta gerada pelos camarões, fornecem nutrientes para o
810 desenvolvimento dos bioflocos (Ebeling et al., 2006).

811 Baseado na literatura, as salinidades dos experimentos se encontraram dentro do
812 adequado para o cultivo do *L. vannamei* (Bray et al., 1994; Maicá et al., 2012). O
813 camarão *L. vannamei* é uma espécie eurialina, extremamente resistente a variações de
814 salinidade. Segundo Van Wyk & Scarpa (1999), o camarão branco do pacífico pode ser
815 cultivado em salinidades abaixo de 1 (~ 0,5) até salinidades próximas a 40.

816 **5.1.2. Desempenho zootécnico**

817 Os três primeiros experimentos propõem um comparativo no cultivo do *L.*
818 *vannamei* em diferentes densidades de estocagem. O Experimento 1 utilizou uma

819 densidade de estocagem de 400 camarões.m⁻², o Experimento 2 utilizou a densidade de
820 105 camarões.m⁻² e o Experimento 3 testou duas diferentes densidades, de 8
821 camarões.m⁻² e de 24 camarões.m⁻².

822 As taxas de crescimento da linhagem Aqua foram superiores em todos os
823 experimentos, mostrando o melhor desempenho zootécnico dessa linhagem de
824 crescimento rápido, sobre a linhagem de resistência à mancha branca, Pond,
825 evidenciando o antagonismo entre as características de crescimento rápido e resistência
826 à um patógeno específico. Argue et al. (2002) realizaram o melhoramento genético de
827 duas linhagens de *L. vannamei*, uma para 100% de crescimento rápido e outra para 70%
828 de resistência ao vírus da taura (TSV) e 30% para crescimento (70% R + 30% C). Após
829 os processos de seleção das duas linhagens, os autores constataram que os camarões da
830 linhagem de crescimento rápido apresentaram peso 21% maior do que os não
831 melhorados geneticamente. Já a linhagem de resistência à TSV apresentou peso
832 corporal 4,6% menor em comparação ao grupo controle, sendo constatado a correlação
833 negativa entre crescimento e resistência à doença.

834 A correlação negativa entre o crescimento dos animais e a resistência a doenças,
835 também foi verificada por Caballero-Zamora et al. (2015). Os autores compararam
836 parâmetros genéticos de *L. vannamei* que sobreviveram a um surto de mancha branca
837 (WSSV) com outros que não foram afetados pela doença, constatando que os camarões
838 que sobreviveram ao surto da WSSV apresentaram maior herdabilidade do caráter da
839 sobrevivência a esta doença, sugerindo uma pequena alteração na expressão gênica
840 dessa característica. Em contrapartida, os camarões criados em ambientes não afetados
841 pela mancha branca apresentaram maior herdabilidade das características de ganho de
842 crescimento e menor herdabilidade de resistência à mancha branca.

843 Este antagonismo entre o crescimento rápido e a resistência de determinado
844 organismo pode ser explicado pelo estudo da bioenergética. A quantidade de energia
845 disponível, assim como a velocidade com que ela é obtida ou armazenada, é limitada
846 em qualquer organismo, sendo distribuída de forma distinta entre eles (Ex.: Camarões
847 da linhagem Aqua x Pond). Basicamente, a energia consumida, em forma de alimento,
848 por um organismo, é destinada para diversas funções dentro destes. As funções básicas

849 de manutenção vital tem prioridade no destino da energia. O excedente é distribuído
850 para o crescimento e posteriormente maturação sexual destes organismos (Nisbet et al.,
851 2000). Em algumas situações de estresse, por exemplo, podem ocorrer algumas
852 adaptações metabólicas, ocasionando em uma realocação dos recursos energéticos entre
853 os diferentes processos metabólicos responsáveis pela aquisição e conversão de energia
854 (Sokolova et al., 2012). Genericamente no caso dos animais utilizados neste
855 experimento, sugere-se que os camarões da linhagem Aqua, destinam mais energia
856 armazenada para o crescimento, em comparação com os animais da linhagem Pond. Já
857 os camarões da linhagem Pond utilizam maior parte da energia para manutenção do
858 organismo contra possíveis agentes patógenos, causando uma carência no crescimento
859 desses animais.

860 É sabido que altas densidades de estocagem influenciam negativamente o
861 crescimento do *L. vannamei*. Avaliando o aumento das densidades de estocagem,
862 Wyban et al. (1987), constataram que com o aumento da densidade de estocagem, o
863 desempenho dos camarões era prejudicado. O mesmo fenômeno pode ser verificado no
864 trabalho realizado por Silva et al. (2013), que testaram altas densidades de estocagem na
865 engorda de *L. vannamei*, em sistema BFT. Os autores testaram as densidades de 150,
866 300, 450 e 600.m⁻², mostrando que as maiores densidades além de prejudicar o
867 desempenho zootécnico dos camarões, reduziu significativamente a sobrevivência
868 destes.

869 O Experimento 1 utilizou as maiores densidades de estocagem
870 (400 camarões.m⁻²), obtendo uma sobrevivência acima de 90% em todos os tratamentos,
871 ao final de 106 dias de experimentação. Um estudo de 120 dias realizado por
872 Krummenauer et al. (2011), testou densidades de estocagem, de *L. vannamei*, de 150,
873 300 e 450.m⁻² em sistemas de bioflocos. Os autores obtiveram sobrevivências de 81,2%
874 na densidade de 300.m⁻² e de 75% na densidade de 450.m⁻². No Experimento 2 foi
875 utilizado uma densidade de estocagem de 105 camarões.m⁻² alcançando sobrevivência
876 acima de 90% em ambos os tratamentos, sendo próximos aos 92% encontrados no
877 tratamento 150.m⁻², do trabalho acima citado.

878 Os tratamentos Aqua B e Pond B, do Experimento 1, foram submetidos ao
879 período de berçário anteriormente à engorda. Durante o período de berçário, esses

880 animais ficaram confinados em densidades de 1030 camarões.m⁻² (1287.m⁻³), enquanto
881 os animais dos tratamentos Aqua D e Pond D, ficaram em densidades de 400.m⁻², desde
882 o início do período experimental. A estocagem dos camarões em maior densidade, no
883 berçário, prejudicou o crescimento destes em comparação aos animais dos tratamentos
884 Aqua D e Pond D. No momento da transferência dos camarões dos tratamentos Aqua B
885 e Pond B, do berçário para as unidades experimentais, estes possuíam aproximadamente
886 0,49g (36° dia), já os animais dos tratamentos Aqua D e Pond D, apresentavam peso
887 aproximado de 0,88g (Fig. 9). Ao longo do Experimento 1, o crescimento
888 compensatório total foi observado somente para o tratamento Pond B, que atingiu peso
889 final estatisticamente igual ($p > 0,05$) aos tratamentos Aqua B e Pond D. Após o período
890 de berçário, o tratamento Aqua B não apresentou crescimento compensatório, uma vez
891 que não cresceu tanto quanto seu respectivo tratamento de estocagem direta, Aqua D. O
892 crescimento compensatório é um fenômeno de ganho de peso em um processo de
893 recuperação, após um período de privação, quando se oferece condições adequadas para
894 o cultivo dos animais (Ali et al., 2003). Wasielesky et al. (2013), mostraram que mesmo
895 quando submetidos a altas densidades de estocagem a fase de berçário, o *L. vannamei*
896 possui a capacidade de exibir crescimento compensatório durante o período de engorda.
897 O período de crescimento compensatório parece ser marcado por um comportamento de
898 hiperfagia após o período de estresse, melhorando a conversão alimentar, uma vez que
899 os animais investem mais energia para se alimentar e gastam menos energia pelas fezes
900 e processos de mudas (Wei et al., 2008).

901 Mesmo não sendo observado o crescimento compensatório no tratamento
902 Aqua B, o berçário é uma ferramenta importante a ser aplicada nos sistemas de
903 produção. Sua utilização pode promover maior homogeneidade de tamanho dos
904 camarões, aumentar a sobrevivência ao final da engorda, permite a utilização de maiores
905 densidades de estocagem, melhorando o aproveitamento do espaço da unidade de
906 produção (Garza de Yta et al., 2004; Wasielesky et al., 2013). Sua utilização é ainda
907 mais importante em áreas temperadas, como Rio Grande – RS, assim como áreas com
908 ambientes de baixas salinidades e com problemas relacionados à doenças. Por serem
909 geralmente construídas em estufas, em climas temperados, o berçário pode aumentar a
910 quantidade de ciclos de engorda por ano (Garza de Yta et al., 2004). Em uma fazenda de
911 produção de camarões, o berçário poderia ser iniciado antes da despesca da engorda,

912 sendo realizado simultaneamente a este, uma vez que é feito em outra unidade de
913 produção. Desta forma, se otimiza o manejo de produção, aumentando o número de
914 ciclos de engorda por ano.

915 Maiores densidades de estocagem influenciaram positivamente no aumento da
916 produtividade. As maiores produtividades foram observadas no Experimento 1
917 (400 camarões.m⁻²) nos tratamento Aqua D e Pond D, sendo de 4,35 kg.m⁻² e 3,43
918 kg.m⁻², respectivamente. Krummenauer et al. (2011) realizaram um experimento em
919 condições parecidas utilizando densidades de estocagem de 150, 300 e 450.m⁻², obtendo
920 produtividades de 2,15, 4,09 e 3,04 kg.m⁻², respectivamente, similares às mostradas no
921 Experimento 1.

922 No Experimento 2, em cultivo intensivo, se utilizou uma densidade de
923 estocagem de 105 camarões.m⁻² (131 camarões.m⁻³), alcançando uma produtividade de
924 0,88 kg.m⁻² (1,1 kg.m⁻³) no tratamento Aqua e 0,67 kg.m⁻² (0,84 kg.m⁻³) no tratamento
925 Pond. Um experimento realizado por Samocha et al. (2004) testou baixas densidades de
926 estocagem de *L. vannamei* (74, 93 e 107 camarões.m⁻²) contra alta densidade (346
927 camarões.m⁻²), em baixas salinidades, observando uma produtividade de 1,11 kg.m⁻²,
928 sendo compatível com o trabalho apresentado.

929 As menores produtividades foram encontradas no Experimento 3, que utilizou
930 densidades de estocagem de 8 e 24 camarões.m⁻² (10 e 30 camarões.m⁻³,
931 respectivamente). Os tratamentos Aqua - 10, Aqua - 30, Pond - 10 e Pond - 30,
932 apresentaram produtividades de 0,08, 0,23, 0,06 e 0,20 kg.m⁻², respectivamente (0,11,
933 0,3, 0,08 e 0,26 kg.m⁻³, respectivamente). Os resultados obtidos neste experimento se
934 assemelham aos obtidos por Krummenauer et al. (2010). Os autores cultivaram, por 150
935 dias, o *L. vannamei* em densidades de 10, 25 e 40 camarões.m⁻², alcançando
936 produtividades de 0,13, 0,27 e 0,42 kg.m⁻², respectivamente.

937 Comparando os valores de CAA entre os três primeiros experimentos, o
938 Experimento 1 apresentou os menores valores, sendo abaixo de 2 nos quatro
939 tratamentos, diferentemente do apresentado nos demais experimentos. A redução da
940 CAA no Experimento 1 pode estar relacionada à presença de substrato vertical, que não
941 foi utilizado nos demais experimentos. Segundo um estudo realizado por Moss & Moss

942 (2004), foi verificado que a CAA pode ser reduzida significativamente, em mais de
943 20%, com a utilização do substrato artificial. De acordo com os autores, os substratos
944 artificiais permitem a fixação de organismos nutritivos para o *L. vannamei*, servindo de
945 área de pastagem e conseqüentemente, tendo um importante papel na melhora do
946 desempenho zootécnico do camarão, assim como a redução da CAA.

947 Outro fator que pode ter contribuído para o alto valor da CAA no presente
948 estudo, foi o método adotado para a alimentação dos camarões. Uma vez que se tratava
949 de novas linhagens do *L. vannamei* e não havia o conhecimento de suas capacidades de
950 crescimento, a ração fornecida obedeceu padrões não convencionais, ofertando
951 quantidades de ração que possibilita-se o maior crescimento dos animais. A ração
952 fornecida nos experimentos foi calculada pela fórmula descrita por Garza de Yta et al.
953 (2004), sendo adotado um valor base de ganho de peso semanal de 1,5g e CAA de 1,5,
954 sendo reajustado de acordo com o consumo. Porém dentro da estratégia de alimentação
955 adotada e condições experimentais, os camarões não corresponderam com as
956 expectativas de crescimento, acarretando no aumentando a CAA.

957 As taxa de sobrevivência encontradas nos três experimentos foram acima de
958 90%, não sendo identificadas diferenças estatística ao longo destes ($p > 0,05$). Um
959 experimento realizado por Krummenauer et al. (2011), testou diferentes densidades de
960 estocagem em cultivo de *L. vannamei*, em sistemas BFT. Os autores identificaram taxas
961 de sobrevivência de 81,2% e 75% em densidades de 300.m⁻² e 450.m⁻²,
962 respectivamente. O presente estudo apresentou taxas de sobrevivências próximas ao
963 verificado por Gaona et al. (2016b), variando de 93 a 98%. Os autores realizaram um
964 cultivo de *L. vannamei* em sistema de bioflocos, utilizando uma densidade de
965 estocagem de 350 camarões.m⁻².

966 **6. RESULTADOS – PARTE 2**

967 **6.1. Experimento 4 – Água Clara x BFT**

968 **6.1.1. Parâmetros de Qualidade de Água**

969 Os resultados dos parâmetros de qualidade de água monitorados ao longo do
970 Experimento 4 – Água Clara x BFT, estão representados na Tabela 7. Não foram
971 observados diferenças significativas ($p > 0,05$) nos dados de temperaturas, oxigênio

972 dissolvido e alcalinidade entre os diferentes tratamentos. O pH apresentou diferenças
 973 significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$) sendo maior no tratamento Pond AC. As
 974 concentrações de amônia foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), sendo maiores
 975 nos tratamentos com cultivo em água clara (Aqua AC e Pond AC) e menores nos
 976 tratamentos com cultivo em bioflocos (Aqua BFT e Pond BFT). Os dados de nitrito
 977 apresentaram o mesmo padrão da amônia, sendo estatisticamente superiores ($p < 0,05$)
 978 nos tratamentos em água clara, quando comparado aos tratamentos em bioflocos. As
 979 concentrações de sólidos suspensos totais, nitrato, fosfato e os níveis de turbidez, foram
 980 estatisticamente inferiores ($p < 0,05$) nos tratamentos Aqua AC e Pond AC em relação
 981 aos demais tratamentos. A salinidade foi estatisticamente superior nos tratamentos Aqua
 982 BFT e Pond BFT.

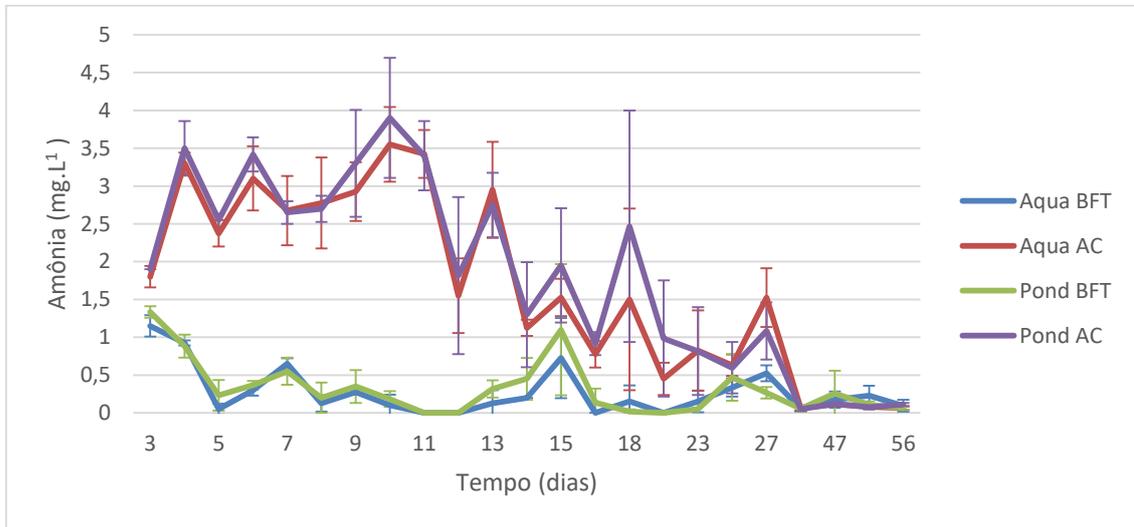
983 Tabela 7: Dados dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água entre os diferentes tratamentos do
 984 Experimento 4 – Água Clara x BFT. Os dados apresentados são referentes as médias \pm desvio padrão.
 985 Letras diferentes ao final da linha indicam que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os
 986 tratamentos.

	Aqua BFT	Aqua AC	Pond BFT	Pond AC
Temperatura	28,28 \pm 1,55	27,94 \pm 1,84	28,4 \pm 1,63	28,23 \pm 1,71
Oxigênio Dissolvido	6,36 \pm 0,58	6,54 \pm 0,5	6,49 \pm 0,35	6,52 \pm 0,51
pH	7,54 \pm 0,23 ^a	7,6 \pm 0,21 ^{ab}	7,54 \pm 0,22 ^a	7,62 \pm 0,22 ^b
NAT	0,28 \pm 0,33 ^a	1,7 \pm 1,23 ^b	0,32 \pm 0,4 ^a	1,84 \pm 1,32 ^b
NO ₂ ⁻	1,89 \pm 4,35 ^a	5,26 \pm 4,54 ^b	2,48 \pm 5,09 ^a	5,52 \pm 4,82 ^b
Alcalinidade	121,09 \pm 48,67	124,84 \pm 28,78	117,71 \pm 48,59	126,56 \pm 31,37
SST	463,44 \pm 199,78 ^a	113,12 \pm 45,78 ^b	508,54 \pm 240,37 ^a	123,75 \pm 65,08 ^b
Turbidez	239,21 \pm 120,08 ^a	33,77 \pm 16,72 ^b	255,38 \pm 122,24 ^a	32,3 \pm 11,41 ^b
NO ₃ ⁻	33,9 \pm 12,56 ^a	11,32 \pm 9,23 ^b	30,7 \pm 13,23 ^a	12,13 \pm 10,3 ^b
PO ₄ ³⁻	4,34 \pm 2,45 ^a	0,87 \pm 0,79 ^b	4,4 \pm 2,38 ^a	0,9 \pm 0,7 ^b
Salinidade	30,6 \pm 2,42 ^a	28,33 \pm 2,92 ^b	30,52 \pm 2,72 ^a	28,55 \pm 2,84 ^b

987

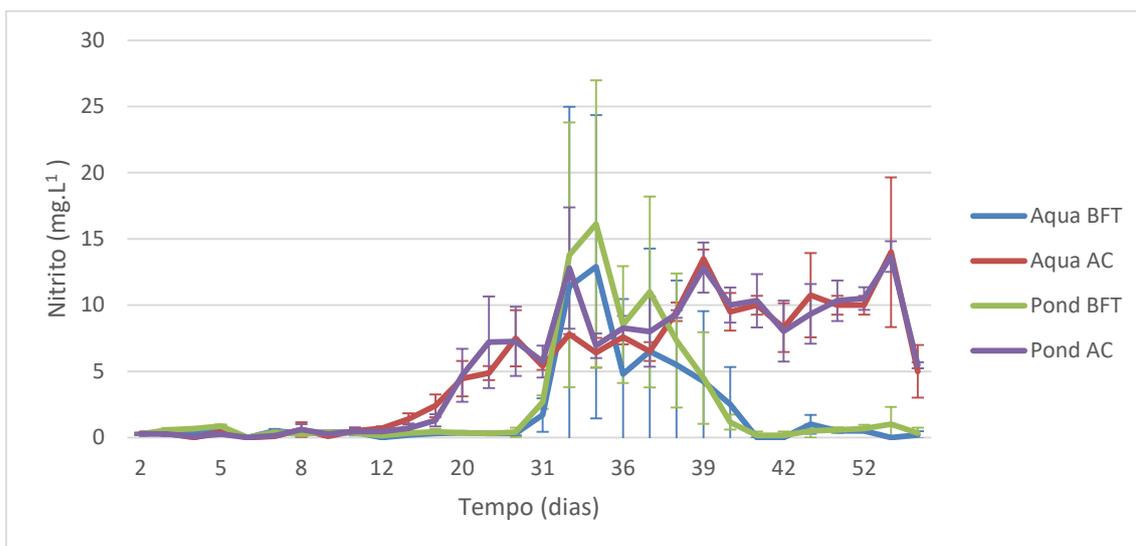
988 Os dados da concentração da amônia ao longo do Experimento 4 – Água Clara x
 989 BFT podem ser observados na Figura 18. Observa-se que as concentrações de amônia
 990 nos tratamentos Aqua AC e Pond AC se mantiveram em condições instáveis e em níveis
 991 acima dos apresentados pelos tratamentos Aqua BFT e Pond BFT, até o 42º dia. As

992 concentrações do parâmetro se mantiveram baixas nos tratamentos Aqua BFT e Pond
993 BFT durante todo o período experimental, não apresentando instabilidades
994 significativas ou momentos de picos.



995
996 Figura 18: Valores médios (\pm desvio padrão) de amônia entre os diferentes tratamentos ao longo do
997 Experimento 4 – Água Clara x BFT.

998 Os dados de nitrito ao longo do período experimental estão representados na
999 Figura 19. Observa-se que as concentrações de nitrito tiveram comportamentos distintos
1000 entre cultivados em água clara e cultivados em bioflocos. O nitrito começa a aumentar a
1001 concentração a partir do 15º dia de experimento, nos tratamentos Aqua AC e Pond AC,
1002 se mantendo em concentrações elevadas até o fim do período experimental. As
1003 concentrações de nitrito nos tratamentos Aqua BFT e Pond BFT se mantiveram baixas
1004 durante maior parte do tempo experimental, porém é marcado por um pico pronunciado
1005 entre os dias 27 e 41.

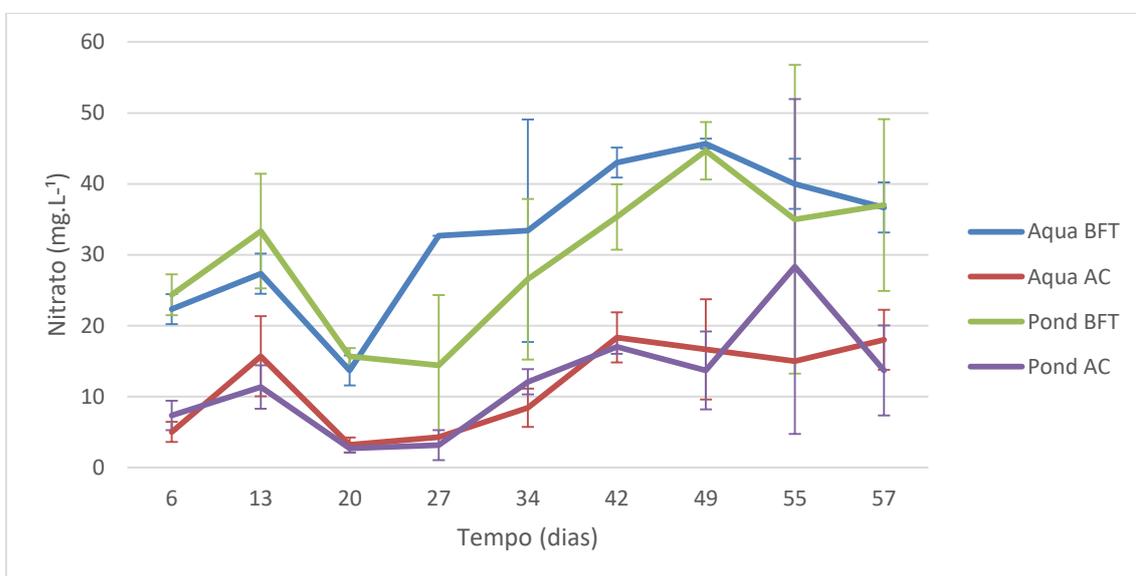


1006

1007 Figura 19: Valores médios (\pm desvio padrão) de nitrito entre os diferentes tratamentos ao longo do
 1008 Experimento 4 – Água Clara x BFT.

1009

1010 As concentrações de nitrato entre os diferentes tratamentos do Experimento 4 –
 1011 Água Clara x BFT, ao longo do tempo, podem ser observadas na Figura 20. Os
 1012 tratamentos Aqua AC e Pond AC mantiveram suas concentrações menores em relação
 aos tratamentos Aqua BFT e Pond BFT.



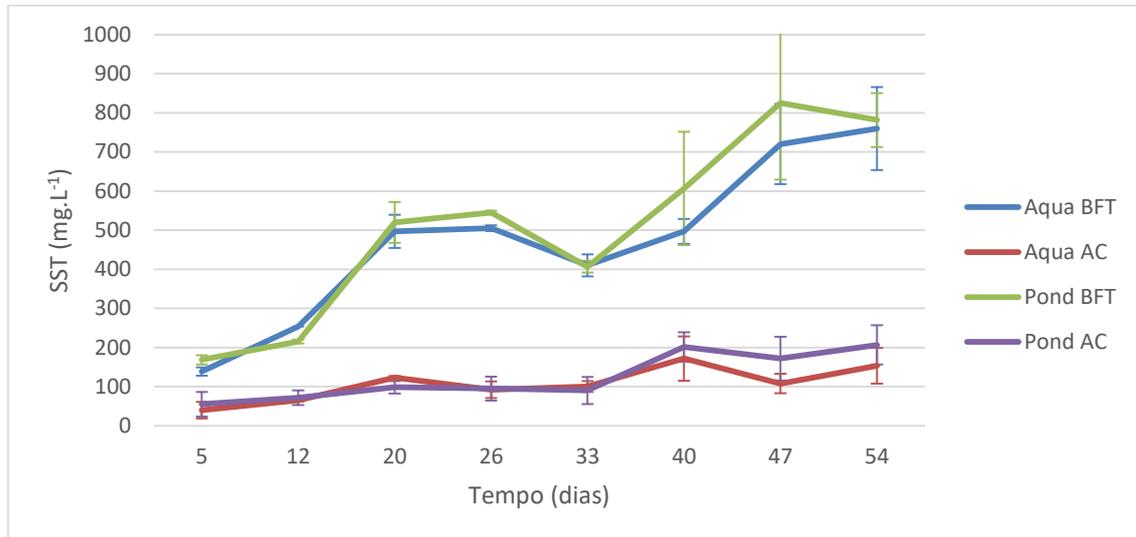
1013

1014 Figura 20: Valores médios (\pm desvio padrão) de nitrato entre os diferentes tratamentos ao longo do
 1015 Experimento 2 – Água Clara x BFT.

1016

1017 Os valores médios de sólidos suspensos totais ao longo do tempo do
 1018 Experimento 4 – Água Clara x BFT podem ser observados na Figura 21. Observa-se
 que enquanto os tratamentos Aqua BFT e Pond BFT mantêm uma tendência de acúmulo

1019 dos sólidos ao longo do tempo, os grupos Aqua AC e Pond AC mantêm suas baixas
1020 concentrações ao longo de todo o experimento. Ao fim do período experimental, as
1021 concentrações de SST dos tratamentos cultivados em bioflocos foram
1022 significativamente superiores ($p < 0,05$) a dos tratamentos em água clara.



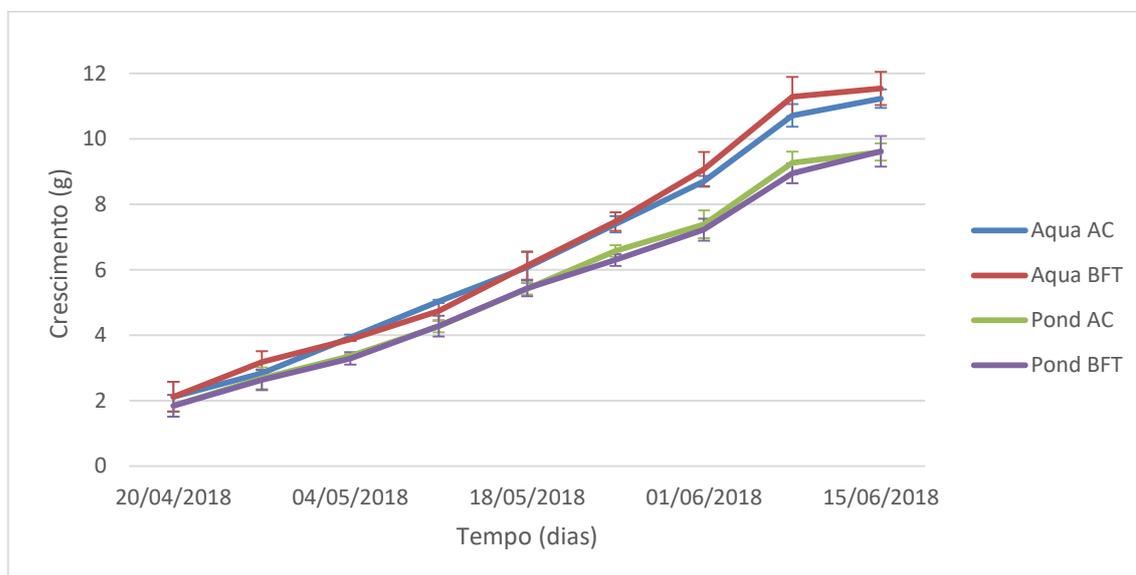
1023
1024 Figura 21: Valores médios (\pm desvio padrão) de sólidos suspensos totais entre os diferentes tratamentos
1025 ao longo do Experimento 4 – Água Clara x BFT.

1026 6.1.2. Desempenho Zootécnico

1027 O gráfico de crescimento dos diferentes grupos ao longo do tempo do
1028 Experimento 4 – Água Clara x BFT pode ser observado na Figura 22. Pode-se constatar
1029 que os camarões pertencentes ao tratamento Aqua AC e Aqua BFT obtiveram maior
1030 velocidade de crescimento durante o período experimental, alcançando peso final
1031 estatisticamente superior ($p < 0,05$) aos camarões da linhagem Pond AC e Pond BFT.

1032 Os resultados de desempenho zootécnico ao final dos 57 dias do Experimento 4
1033 – Água Clara x BFT estão apresentados na Tabela 8. Ao final do experimento os
1034 tratamentos Aqua BFT e Aqua AC apresentaram melhora significativa ($p < 0,05$) no
1035 peso final, ganho de peso e ganho de peso semanal em relação aos organismos dos
1036 tratamentos Pond BFT e Pond AC. Os tratamentos que atingiram maior biomassa final
1037 ($p < 0,05$), assim como maior produtividade ($p < 0,05$), foram os tratamentos Aqua BFT
1038 e Aqua AC, que não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$), seguido pelo
1039 tratamento Pond AC e posteriormente Pond BFT. A melhor conversão alimentar foi
1040 verificada no tratamento Aqua AC, sendo estatisticamente igual ao Aqua BFT ($p >$

1041 0,05), porém estatisticamente superior aos demais grupos ($p < 0,05$). Para a
 1042 sobrevivência não foi detectado nenhuma diferença estatística entre os tratamentos ($p >$
 1043 0,05).



1044

1045 Figura 22: Valores médios (\pm desvio padrão) de crescimento entre os diferentes tratamentos ao longo do
 1046 Experimento 4 – Água Clara x BFT.

1047 Tabela 8: Dados de desempenho zootécnico entre diferentes tratamentos do Experimento 4 – Água Clara
 1048 x BFT. Os dados apresentados são referentes as médias \pm desvio padrão. Letras diferentes ao final da
 1049 linha indicam que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

	Aqua BFT	Aqua AC	Pond BFT	Pond AC
Peso Inicial (g)	2,12 \pm 0,45	2,12 \pm 0,45	1,84 \pm 0,33	1,84 \pm 0,33
Peso Final (g)	11,55 \pm 0,51 ^a	11,23 \pm 0,28 ^a	9,62 \pm 0,46 ^b	9,6 \pm 0,26 ^b
Ganho de Peso (g)	9,43 \pm 0,51 ^a	9,11 \pm 0,28 ^a	7,78 \pm 0,46 ^b	7,76 \pm 0,26 ^b
Ganho de Peso Semanal (g)	1,16 \pm 0,06 ^a	1,12 \pm 0,03 ^a	0,96 \pm 0,06 ^b	0,95 \pm 0,03 ^b
Sobrevivência (%)	93,75 \pm 1,77	96,25 \pm 5,3	92,5 \pm 4,33	95,42 \pm 1,44
Biomassa Inicial (g)	169,44 ^a	169,44 ^a	147,47 ^b	147,47 ^b
Biomassa Final (g)	769,8 \pm 47,94 ^a	775,8 \pm 34,22 ^a	634,37 \pm 9,88 ^b	655 \pm 16,41 ^{ab}
Produtividade (Kg.m ⁻²)	1,67 \pm 0,13 ^a	1,68 \pm 0,1 ^a	1,35 \pm 0,03 ^b	1,41 \pm 0,05 ^{ab}
Produtividade (Kg.m ⁻³)	3 \pm 0,24 ^a	3,03 \pm 0,17 ^a	2,43 \pm 0,05 ^b	2,54 \pm 0,08 ^{ab}
CAA	2,18 \pm 0,17 ^{ab}	2,13 \pm 0,12 ^a	2,63 \pm 0,05 ^c	2,51 \pm 0,07 ^{bc}

1050

1051 **6.1.3. Parâmetros Imunológicos**

1052 Os resultados obtidos nas análises dos parâmetros imunológicos estão
1053 apresentados nas Tabelas 9 e 10. Na Tabela 9, observa-se o resultado da contagem do
1054 índice apoptótico dos hemócitos do *L. vannamei*. Não foram identificadas diferenças
1055 significativas no índices apoptóticos entre os tratamentos ($p > 0,05$).

1056 Tabela 9: Dados do índice apoptótico entre diferentes tratamentos do Experimento 4 – Água Clara x BFT.
1057 Os dados apresentados são referentes as médias das repetições \pm desvio padrão.

	Aqua BFT	Aqua AC	Pond BFT	Pond AC
Índice Apoptótico (%)	0,76 \pm 0,55	0,67 \pm 0,35	0,77 \pm 0,42	0,82 \pm 0,49

1058 Na Tabela 10 é possível observar os resultados da contagem diferencial de
1059 hemócitos, contendo a quantidade, em porcentagem, de hemócitos granulares contidos
1060 na hemolinfa do *L. vannamei*. Não foram identificadas diferenças significativas ($p >$
1061 $0,05$) nas proporções entre hemócitos hialinos e granulares, entre os diferentes
1062 tratamentos.

1063 Tabela 10: Dados de contagem diferencial de hemócitos entre diferentes tratamentos do Experimento 4 –
1064 Água Clara x BFT. Os dados apresentados são referentes as médias das repetições \pm desvio padrão.

	Aqua BFT	Aqua AC	Pond BFT	Pond AC
Hemócitos Granulares (%)	92,9 \pm 3,92	95,2 \pm 2,51	93,75 \pm 6,36	95,59 \pm 3,22

1065

1066 **7. DISCUSSÃO – PARTE 2**

1067 **7.1. Experimento 4 - Água Clara x BFT**

1068 **7.1.1. Parâmetros de Qualidade de Água**

1069 Os valores médios dos parâmetros de qualidade de água obtidos ao longo do
1070 Experimento 4, podem ser visualizados na Tabela 7. Os parâmetros de qualidade de
1071 água analisados ao longo do presente experimento, se mantiveram adequados para o
1072 cultivo do *L. vannamei*. Devido a utilização de menores unidades experimentais,
1073 utilização de aquecedores de água e realização do experimento em uma sala com
1074 condições mais controladas, em relação aos três primeiros experimentos, a temperatura
1075 se manteve dentro da faixa ideal para o cultivo do *L. vannamei* indicada por Van Wyk
1076 & Scarpa (1999), entre 28 °C e 32 °C. A temperatura média de cultivo, nos diferentes
1077 tratamentos, se manteve em 28 °C, não observando diferença significativa entre os
1078 tratamentos ($p > 0,05$).

1079 As concentrações de oxigênio dissolvido se mantiveram acima de 5 mg.L⁻¹ ao
1080 longo de todo o experimento, sendo adequado para o cultivo da espécie (Van Wyk &
1081 Scarpa, 1999). Os valores de pH e alcalinidade foram mantido dentro da faixa ideal para
1082 o *L. vannamei*, entre 7 e 9 e acima de 100 mg.L⁻¹, respectivamente (Van Wyk & Scarpa,
1083 1999). A correção dos parâmetros foi realizada com hidróxido de cálcio sempre que o
1084 pH se encontrava inferior a 7,3 e alcalinidade abaixo de 100 mg.L⁻¹ (Furtado et al.,
1085 2011).

1086 Para que fossem mantidas as condições de água clara e baixas concentrações de
1087 nitrogenados, nos tratamentos Aqua AC e Pond AC, foram realizada 3 renovações de
1088 50% do volume útil por semana, totalizando uma taxa de renovação de 150% por
1089 semana. Foi observado diferença estatística nas concentrações de amônia e nitrito entre
1090 os tratamentos Aqua AC e Pond AC, em relação aos tratamentos Aqua BFT e Pond
1091 BFT. Analisando a Figura 18, nota-se que os tratamentos Aqua BFT e Pond BFT
1092 mantiveram as concentrações de amônia próximas a zero, devido à presença das
1093 bactérias amônia-oxidantes (AOB) em meio aos bioflocos. Já nos tratamentos Aqua AC
1094 e Pond AC, as concentrações de amônia se mantiveram abaixo do nível de segurança,
1095 descrito por Lin & Chen (2001), por meio das renovações de água.

1096 Sugere-se que com o passar do período experimental, se estabeleceu uma
1097 comunidade de AOB nos tanques de cultivo dos tratamentos Aqua AC e Pond AC,
1098 sendo possível verificar que a amônia atingiu níveis próximos a zero por volta do 42º
1099 dia, vindo de uma constante decrescente a partir do dia 11. A sugestão do aparecimento
1100 das AOB nos tratamentos Aqua AC e Pond AC pode ser corroborada analisando o
1101 gráfico de nitrito (Fig. 19), que mostra o acréscimo das concentrações de nitrito ao
1102 longo do tempo, tendo início por volta do 12º de experimentação. Mesmo com o
1103 acúmulo do nitrito ao longo do tempo de cultivo, este não atingiu concentrações
1104 superiores ao nível de segurança estabelecido por Lin & Chen (2003). Por volta do 27º
1105 dia de experimentação, ocorreu um acúmulo de nitrito nos tratamentos Aqua BFT e
1106 Pond BFT (Fig. 19), causado por uma instabilidade na nitrificação, originada por uma
1107 retirada demasiada de SST destes tratamentos (Fig. 21). Para se reajustar a comunidade
1108 de bactérias nitrificantes nos tratamentos Aqua BFT e Pond BFT, se utilizou novamente
1109 inóculos de bioflocos (20% do volume útil) proveniente de outro cultivo de *L. vannamei*

1110 da EMA-FURG (Krummenauer et al., 2014). Após a introdução deste novo inóculo, no
1111 dia 35, as concentrações de nitrito voltam a baixar, mostrando estabilidade total por
1112 volta do 40º dia.

1113 As concentrações médias de SST nos tratamentos Aqua AC, Pond AC e Aqua
1114 BFT se mantiveram abaixo de 500 mg.L⁻¹, segundo níveis recomendados por Samocha
1115 et al. (2007). O tratamento Pond BFT alcançou um valor médio de SST que ultrapassou
1116 os 500 mg.L⁻¹ recomendados por Samocha et al (2007), chegando a 508 mg.L⁻¹. Porém,
1117 um trabalho realizado por Schweitzer et al. (2013b) mostra que valores entre 400 e
1118 600 mg.L⁻¹, de sólidos suspensos totais, são adequados para o cultivo do *L. vannamei*,
1119 criando um ambiente mais produtivo e mais estável em termos de qualidade de água.
1120 Neste experimento, o ajuste das concentrações de SST, nos tratamentos Aqua BFT e
1121 Pond BFT, foi realizado através de renovações de água, visando manter níveis abaixo de
1122 500 mg.L⁻¹. Devido as renovações semanais para a redução das concentrações de SST
1123 nestes tratamentos, o acúmulo do nitrato foi atenuado, não sendo possível observar uma
1124 crescente em suas concentrações a partir do 34º dia, se mantendo constante por volta
1125 dos 40 mg.L⁻¹ até o fim do experimento (Fig. 20). Ao final do período experimental
1126 pode-se observar a redução das concentrações de nitrito (Fig. 19), provavelmente pelo
1127 aparecimento de bactérias nitrito-oxidantes (NOB), que oxidam o nitrito a nitrato, nos
1128 tratamentos Aqua AC e Pond AC.

1129 Após o provável aparecimento das NOBs, se observou uma crescente nas
1130 concentrações de nitrato nesses tratamentos, porém, devido as constantes renovação de
1131 água nos tratamentos Aqua AC e Pond AC, as concentrações de nitrato permaneceram
1132 baixas ao longo de todo o períodos experimental (Fig. 20). O nitrato não atingiu
1133 concentrações consideradas prejudiciais para o cultivo do *L. vannamei*, segundo
1134 reportado por Furtado et al. (2015) e Kuhn et al. (2010).

1135 A salinidade mantida no presente experimento se diferiu entre os tratamentos, se
1136 mantendo por volta de 28 nos tratamentos Aqua AC e Pond AC e 30 nos tratamentos
1137 Aqua BFT e Pond BFT. Essa diferença de salinidade entre os tratamentos do grupo BFT
1138 e AC, se deve ao fato de que ao longo do experimento, a salinidade da água captada
1139 pela EMA diferiu. A água salgada captada no ambiente esteve sujeita a pequenas

1140 variações, ocasionando em pequenas mudanças da salinidade da água renovada ao
1141 longo do experimento, sendo mais baixa nos tratamentos Aqua AC e Pond AC. No
1142 entanto, o hábito eurialino do *L. vannamei* permite que ele seja cultivado em águas com
1143 grande variação de salinidade (Van Wyk & Scarpa, 1999). As diferenças de salinidade
1144 apresentadas no presente estudo, não prejudicaram o desempenho zootécnico dos
1145 animais.

1146 **7.1.2. Desempenho Zootécnico**

1147 O presente experimento propõe um comparativo entre o crescimento das duas
1148 linhagens de camarão *L. vannamei*, em um cultivo super-intensivo em sistemas de
1149 bioflocos e água clara, assim como um comparativo de seus estados imunológicos.
1150 Assim como nos experimentos acima citados, neste também se observou que a linhagem
1151 de crescimento Aqua obteve um melhor desempenho zootécnico em comparação com a
1152 linhagem de resistência à mancha branca Pond, corroborando os resultados anteriores e
1153 mostrando o antagonismo entre crescimento e resistência (Argue et al., 2002; Caballero-
1154 Zamora et al., 2015).

1155 Para a realização da estocagem, no início do período experimental, se realizou
1156 uma triagem dos animais das diferentes linhagens, buscando uma uniformidade no peso
1157 médio dos camarões. No momento da estocagem inicial, os camarões da linhagem de
1158 crescimento Aqua possuíam peso médio de 2,12g, enquanto que os camarões da
1159 linhagem de resistência Pond possuíam peso médio de 1,84g. Nota-se que ao final do
1160 experimento, os animais dos tratamentos Aqua BFT e Aqua AC possuíam maior peso
1161 médio ($p < 0,05$) em comparação com os dos tratamentos Pond BFT e Pond AC.

1162 Analisando os resultados apresentados, sugere-se que o sistema de cultivo, em
1163 bioflocos ou água clara, não teve influência no desempenho zootécnico dos camarões
1164 das diferentes linhagens, uma vez que não houve um incremento no peso dos camarões
1165 dos tratamentos BFT em relação aos dos tratamentos AC. Os resultados obtidos neste
1166 experimento divergem dos apresentados por alguns autores, em relação à melhora do
1167 desempenho zootécnico de camarões marinhos criados em sistemas BFT. Um estudo
1168 realizado por Wasielesky et al. (2006) comparou a utilização de diferentes quantidades
1169 de proteína na dieta do *L. vannamei*, em três sistemas superintensivos
1170 (300 camarões.m⁻²) de cultivo: água clara, bioflocos e água misturada em 50:50. Os

1171 autores verificaram que os camarões criados em sistemas de bioflocos atingiram um
1172 peso final significativamente maior ($p < 0,05$) à aqueles cultivados em sistemas de água
1173 clara, conseqüentemente, atingindo maiores produtividades. Chan-Vivas et al. (2018)
1174 compararam o cultivo do *L. vannamei* em sistemas de água clara e bioflocos e
1175 verificaram que quando os camarões são cultivados em meio aos bioflocos, além da
1176 melhora dos parâmetros zootécnicos como sobrevivência e produtividade, os camarões
1177 apresentam mais firmeza do músculo, sendo uma característica que aumenta a
1178 aceitabilidade no mercado.

1179 A melhora do desempenho zootécnico, em função da presença dos bioflocos na
1180 coluna d'água, nem sempre é verificada. Um trabalho comparativo entre o cultivo do *L.*
1181 *vannamei* em sistemas de bioflocos e em sistema de recirculação (RAS), realizado por
1182 Ray et al. (2017), mostra resultados que contrariam os autores acima citados. Os
1183 resultados indicam que os camarões cultivados em sistemas RAS, de água clara,
1184 obtiveram melhoras significativas em termos de desempenho zootécnico, alcançando
1185 maior peso final, maior produtividade do sistema, sobrevivência e menor conversão
1186 alimentar aparente. Segundo os autores, o maior crescimento nos camarões criados em
1187 sistemas de água clara se deu por razões não tão esclarecedoras, porém pode estar
1188 associada com a menor presença de material particulado disponível na coluna d'água.
1189 Esparza-Leal et al. (2015) realizaram um trabalho onde se testaram diferentes
1190 densidades de estocagem em berçários de *L. vannamei*, em sistemas de água clara e
1191 bioflocos. Os resultados obtidos mostraram que os camarões criados em sistemas de
1192 água clara alcançaram maior taxa de crescimento específico e maior peso final,
1193 corroborando os resultados acima apresentados.

1194 As altas concentrações de SST nos tratamentos Aqua BFT e Pond BFT,
1195 principalmente no fim do período experimental, podem ter influenciados negativamente
1196 o crescimento destes animais. O aumento da concentração de bioflocos e material
1197 particulado, aumenta a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), ocasiona a oclusão das
1198 brânquias de peixes e camarões, prejudicando o desenvolvimento ótimo dos organismos
1199 cultivados e afetando negativamente seu desempenho zootécnico (Hargreaves, 2006;
1200 Ebeling et al., 2006; Gaona et al., 2011).

1201 O presente estudo utilizou uma densidade de estocagem de 400 camarões.m⁻³
1202 (222 camarões.m⁻²), obtendo uma produtividade considerada alta, nos tratamentos Aqua
1203 BFT e Aqua AC, com valores de 3 kg.m⁻³ e 3,03 kg.m⁻³, respectivamente. Lara et al.
1204 (2017) realizou um cultivo superintensivo do *L. vannamei* em densidades de estocagem
1205 de 400.m⁻³, obtendo produtividades de 2,91 kg.m⁻³. Gaona et al. (2016b) utilizaram 350
1206 camarões.m⁻² em um cultivo superintensivo de *L. vannamei*, atingindo uma
1207 produtividade de 3,76 kg.m⁻² (4,56 kg.m⁻³). As taxas de sobrevivência apresentadas no
1208 presente estudo se encontram acima de 90%, sendo consideradas altas. Altas taxas de
1209 sobrevivência de *L. vannamei* em cultivos superintensivos em bioflocos também foram
1210 reportados pelos autores acima citados (Lara et al., 2017; Gaona et al., 2016b;
1211 Wasielesky et al., 2006), ratificando os resultados apresentados.

1212 Para os valores de CAA, foram identificadas diferenças estatísticas entre os
1213 tratamentos ($p < 0,05$), sendo maiores nos tratamentos Pond AC e Pond BFT e menores
1214 nos tratamentos Aqua AC e Aqua BFT, mostrando um melhor aproveitamento do alimento
1215 pelos camarões da linhagem de crescimento Aqua. As CAAs apresentadas neste
1216 experimento ficaram acima de 2, indicando que se utilizou acima de 2 kg de ração para
1217 se produzir 1 kg de biomassa de camarão. Os altos valores de CAA podem estar
1218 relacionados com a estratégia alimentar adotada no estudo. Por se tratar de uma
1219 linhagem nova do *L. vannamei*, não havia o conhecimento de suas capacidades de
1220 crescimento, a ração fornecida obedeceu padrões não convencionais, ofertando
1221 quantidades de ração que possibilita-se o maior crescimento dos animais. A ração
1222 fornecida nos experimentos foi calculada pela fórmula descrita por Garza de Yta et al.
1223 (2004), sendo adotado um valor base de ganho de peso semanal de 1,5g e CAA de 1,5,
1224 sendo reajustado de acordo com o consumo. Porém, dentro da estratégia de alimentação
1225 adotada e condições experimentais, os camarões não corresponderam com as
1226 expectativas de crescimento, acarretando no aumento da CAA.

1227 **7.1.3. Estado Imunológico**

1228 Dentro das condições em que o experimento foi realizado, não se observou que a
1229 linhagem Pond possuía um sistema imune mais ativo em relação a linhagem Aqua, e
1230 não foi identificada uma estimulação do sistema imunológico dos camarões cultivados
1231 em sistemas de bioflocos. Não foram identificadas diferenças significativas nas

1232 contagens diferenciais de hemócitos ($p > 0,05$) entre os diferentes tratamentos. A falta
1233 de evidências que comprovam tais diferenças no estado imunológico dos camarões de
1234 determinada linhagem (Aqua ou Pond) ou de determinado tipo de cultivo (Água clara
1235 ou BFT), pode estar relacionada às boas condições em que os camarões se encontravam
1236 durante o período experimental. Não foram observadas altas taxas de mortalidade, assim
1237 como sinais clínicos de doenças nos camarões cultivados. Os hemócitos são
1238 morfológicamente dividido em 3 classes, de acordo com a presença de grânulos
1239 citoplasmáticos, sendo classificados como hialinos, semi-granulares e granulares
1240 (Johansson et al., 2000). Eles desempenham importante papel na defesa contra
1241 potenciais agentes patogênicos invasores, realizando funções como reconhecimento,
1242 fagocitose, melanização e citotoxicidade (Cerenius & Söderhäll, 2004; Tzou et al.,
1243 2002). Os hemócitos hialinos agem nos processos de coagulação da hemolinfa,
1244 enquanto os semi-granulócitos e granulócitos defendem o organismo contra corpos
1245 estranhos, por mecanismos de fagocitose e encapsulação (Hose et al., 1990). Baseado
1246 nisso, é possível afirmar que as proporções entre os diferentes tipos de hemócitos,
1247 retratam o estado imunológico do *L. vannamei*.

1248 O bom estado de saúde dos animais pode ainda ser atestado pelo baixo índice
1249 apoptótico apresentado pelos hemócitos, que também não apresentou diferenças
1250 significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). Altos índices apoptóticos dos hemócitos
1251 podem ser observados em camarões que contraem doenças virais, como a mancha
1252 branca (Wongprasert et al., 2003). A apoptose é uma morte programada das células e
1253 pode ocorrer em diversas situações, como: organogênese e hematopoiese normal e
1254 patológica, reposição fisiológica de certos tecidos, atrofia de órgãos, resposta
1255 inflamatória e eliminação de células após dano celular (Jacobson et al., 1997). Uma vez
1256 que as células são infectadas por um vírus, se desencadeia o processo de apoptose e
1257 estas são posteriormente fagocitadas, impedindo a multiplicação viral para outras
1258 células saudáveis (Koyama et al., 2000). A teoria da apoptose como mecanismo de
1259 proteção é validada pelo fato de que os genes anti-apoptóticos presentes no vírus, são
1260 expressos logo no início da infecção, impedindo os processos da apoptose do
1261 hospedeiro, permitindo sua replicação massiva (Flegel, 2007).

1262 8. CONCLUSÕES

1263 A linhagem de crescimento rápido Aqua mostrou um desempenho zootécnico
1264 superior, em relação à linhagem de resistência Pond, em todas as condições testadas nos
1265 diferentes experimentos. A utilização da estocagem direta dos camarões da linhagem
1266 Aqua contribuiu para uma melhora no desempenho zootécnico e maior produtividade,
1267 em cultivos superintensivos. A utilização do berçário desfavoreceu o crescimento dos
1268 camarões da linhagem Aqua, porém não travou o crescimento dos camarões da
1269 linhagem de resistência Pond, podendo ser empregado sem nenhum prejuízo a esses
1270 animais. A diminuição das densidades de estocagem nos diferentes experimentos,
1271 contribuíram para o melhor crescimento dos camarões, ficando evidente que as
1272 diferenças foram mais marcantes nas baixas densidades de estocagem, melhorando
1273 significativamente o crescimento dos camarões da linhagem Aqua, diferentemente não
1274 ocorreu o mesmo com os camarões da linhagem Pond. O cultivo das duas linhagens do
1275 *L. vannamei*, em água clara ou bioflocos, não resultou na melhora do desempenho
1276 zootécnico, nem como melhora do sistema imune dos animais. Com base nos resultados
1277 apresentados, sugere-se que os camarões da linhagem de resistência Pond, são menos
1278 sensíveis à pressão de maiores densidades de estocagem, quando comparado aos
1279 animais da linhagem Aqua. Os camarões não foram submetidos a desafios com a
1280 mancha branca para se testar a resistência das linhagens ao patógeno, não sendo
1281 possível afirmar a superioridade imunológica da linhagem Pond em relação à Aqua. É
1282 possível afirmar que, por ser uma linhagem desenvolvida para um melhor crescimento,
1283 a linhagem Aqua mostrou um desempenho zootécnico superior à linhagem de
1284 resistência Pond.

1285 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1286 Abdussamad, E.M. & Thampy, D.M. 1994. Cannibalism in the tiger shrimp *Penaeus*
1287 *monodon* Fabricius in nursery rearing phase. J. Aquac. Trop., 9(1): 67-75
- 1288 Ali, M., Nieceza, A. & Wootton, R. J. 2003. Compensatory growth in fishes: a
1289 response to growth depression. Fish Fish., 4: 147–190.
- 1290 Allan, G.L. & Maguire, G.B. 1992. Effects of pH and salinity on survival, growth and
1291 osmoregulation in *Penaeus monodon* Fabricius. Aquaculture, 107: 33–47.

- 1292 Aminot, A. & Chaussepied, M. 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin.
1293 CNEXO, França, 395p.
- 1294 APHA, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater.
1295 American Public Health Association, American Water Works Association, Water
1296 Environmental Federation, Estados Unidos da América, 1193 p.
- 1297 Argue, B.J., Arce, S.M., Lotz, J.M. & Moss, S.M. 2002. Selective breeding of Pacific
1298 white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) for growth and resistance to Taura
1299 Syndrome Virus. *Aquaculture*, 204: 447-460.
- 1300 Associação Brasileira de Criadores de Camarão - ABCC. 2016. Um novo despertar da
1301 carcinicultura marinha brasileira, mantendo os compromissos com a
1302 sustentabilidade ambiental, contribuição social e qualidade sensorial do camarão
1303 cultivado. *ABCC*, 18 (2): 104.
- 1304 Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1988. NBR 10561: Águas - Determinação
1305 de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de Imhoff, 6.
- 1306 Avnimelech, Y. 1999. Carbon:nitrogen ratio as a control element in aquaculture
1307 systems. *Aquaculture*, 176: 227–235.
- 1308 Avnimelech, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-
1309 flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264: 140–147.
- 1310 Bendschneider, K. & Robinson, R.J. 1952. A new spectrophotometric method for the
1311 determination of nitrite in seawater. *J. Mar. Res.*, 11: 87-96.
- 1312 Bett, C. & Vinatea, L. 2009. Combined effect of body weight, temperature and salinity
1313 on shrimp *Litopenaeus vannamei* oxygen consumption rate. *Braz. J.*
1314 *Oceanogr.*, 57(4): 305-314.
- 1315 Bratvold, D. & Browdy, C.L. 2001. Effects of sand sediment and vertical surfaces
1316 (AquaMatsTM) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive
1317 *Litopenaeus vannamei* culture system. *Aquaculture*, 195: 81–94.
- 1318 Bray, W.A., Lawrence, A.L. & Leung-Trujillo, J.R. 1994. The effect of salinity on
1319 growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of

- 1320 IHHN virus and salinity. *Aquaculture*, 122(2-3), 133-146.
- 1321 Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H. & Pearson, D.C. 2004.
1322 The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*)
1323 nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232: 525–537.
- 1324 Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H. & Pearson, D.C. 2003.
1325 Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in
1326 Belize. *Aquaculture*, 219: 393–411.
- 1327 Caballero-Zamora, A., Montaldo, H.H., Campos-Montes, G.R., Cienfuegos-Rivas, E.G.,
1328 Martínez-Ortega, A. & Castillo-Juárez, H. 2015. Genetic parameters for body
1329 weight and survival in the Pacific White Shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*
1330 affected by a White Spot Syndrome Virus (WSSV) natural outbreak. *Aquaculture*,
1331 447: 102-107.
- 1332 Cerenius, L., & Söderhäll, K. 2004. The prophenoloxidase-activating system in
1333 invertebrates. *Immunol. Rev.*, 198(1): 116-126.
- 1334 Chan-Vivas, E., Edén, M.G., Maldonado, C., Escalante, K., Gaxiola, G. & Cuzon, G.
1335 2018. Does Biofloc Improve the Energy Distribution and Final Muscle Quality of
1336 Shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1883)?. *J. World. Aquacult. Soc.*
- 1337 Charriaut-Marlangue, C., Ben-Ari, Y., 1995. A cautionary note on the use of the
1338 TUNEL stain to determine apoptosis. *Neuroreport*, 7, 61–64.
- 1339 Chen, S., Ling, J. & Blancheton, J.P. 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected
1340 by water quality factors. *Aquacult. Eng.*, 34: 179–197.
- 1341 Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. & Verstraete, W. 2012. Biofloc technology in
1342 aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356–357:
1343 351–356.
- 1344 Crab, R., Lambert, A., Defoirdt, T., Bossier, P. & Verstraete, W. 2010. The application
1345 of bioflocs technology to protect brine shrimp (*Artemia franciscana*) from
1346 pathogenic *Vibrio harveyi*. *J. Appl. Microbiol.*, 109(5): 1643-1649.

- 1347 Da Silva, K.R., Wasielesky, W. & Abreu, P.C. 2013. Nitrogen and phosphorus
1348 dynamics in the biofloc production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus*
1349 *vannamei*. J. World Aquacult. Soc., 44(1): 30-41.
- 1350 Ebeling, J.M., Timmons, M.B. & Bisogni, J.J. 2006. Engineering analysis of the
1351 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of
1352 ammonia-nitrogen in aquaculture systems. Aquaculture, 257: 346–358.
- 1353 Ekasari, J., Hanif, M., Surawidjaja, E.H., Nuryati, S., Schryver, P. De & Bossier, P.
1354 2014. Fish & Shell fish Immunology Immune response and disease resistance of
1355 shrimp fed biofloc grown on different carbon sources. Fish Shellfish Immunol.,
1356 41: 332–339.
- 1357 Emerenciano, M., Ballester, E.L.C., Cavalli, R.O. & Wasielesky, W. 2012. Biofloc
1358 technology application as a food source in a limited water exchange nursery
1359 system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). Aquac.
1360 Res., 43: 447–457.
- 1361 Emerenciano, M., Ballester, E.L.C., Cavalli, R.O. & Wasielesky, W. 2011. Effect of
1362 biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp
1363 *Farfantepenaeus paulensis*: Growth performance, floc composition and salinity
1364 stress tolerance. Aquac. Int., 19: 891–901.
- 1365 Emerenciano, M., Cuzon, G., Arévalo, M. & Gaxiola, G. 2014. Biofloc technology in
1366 intensive broodstock farming of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*:
1367 Spawning performance, biochemical composition and fatty acid profile of eggs.
1368 Aquac. Res., 45: 1713–1726.
- 1369 Emerenciano, M., Gaxiola, G. & Cuzon, G. 2013. Biofloc technology (BFT): a review
1370 for aquaculture application and animal food industry. In Biomass now-cultivation
1371 and utilization. InTech.
- 1372 Esparza-Leal, H.M., Cardozo, A.P. & Wasielesky Jr, W. 2015. Performance of
1373 *Litopenaeus vannamei* postlarvae reared in indoor nursery tanks at high stocking
1374 density in clear-water versus biofloc system. Aquac. Eng., 68: 28-34.

- 1375 Flegel, T. W. 2007. Update on viral accommodation, a model for host-viral interaction
1376 in shrimp and other arthropods. *Dev. Comp. Immunol.*, 31(3): 217-231.
- 1377 Fóes, G.K., Fróes, C., Krummenauer, D., Poersch, L. & Wasielesky, W. 2011. Nursery
1378 of Pink Shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system:
1379 survival and growth at different stocking densities. *J. Shellfish Res.*, 30: 367–373.
- 1380 Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (a). 2018. The State of
1381 World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development
1382 goals. Rome. 210.
- 1383 Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (b). Cultured Aquatic
1384 Species Information Programme: *Penaeus vannamei* (Boone, 1931). Disponível
1385 em 04 nov. 2018 em:
1386 http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/en#tcNA0078.
- 1387 Furtado, P.S., Campos, B.R., Serra, F.P., Klosterhoff, M., Romano, L.A. & Wasielesky,
1388 W. 2015. Effects of nitrate toxicity in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus*
1389 *vannamei*, reared with biofloc technology (BFT). *Aquac. Int.*, 23(1): 315-327.
- 1390 Furtado, P.S., Poersch, L.H. & Wasielesky, W. 2011. Effect of calcium hydroxide,
1391 carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance
1392 of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs technology (BFT) systems.
1393 *Aquaculture*, 321(1): 130-135.
- 1394 Gaona, C.A.P., Poersch, L.H., Krummenauer, D., Foes, G.K. & Wasielesky, W. 2011.
1395 The effect of solids removal on water quality, growth and survival of *Litopenaeus*
1396 *vannamei* in a biofloc technology culture system. *Int. J. Fish. Aquac.*, 12: 54-73.
- 1397 Gaona, C.A.P., Serra, F.P., Furtado, P.S., Poersch, L.H. & Wasielesky, W. 2016 (b).
1398 Biofloc management with different flow rates for solids removal in the
1399 *Litopenaeus vannamei* BFT culture system. *Aquacult. Int.*, 24: 12-63.
- 1400 Gaona, C.A.P., Serra, F.P., Furtado, P.S., Poersch, L.H. & Wasielesky, W. 2016 (a).
1401 Effect of different total suspended solids concentrations on the growth

- 1402 performance of *Litopenaeus vannamei* in a BFT system. *Aquac. Eng.* 72–73: 65–
1403 69.
- 1404 Garza de Yta, A.G., Rouse, D.B. & Davis, D. 2004. Influence of nursery period on the
1405 growth and survival of *Litopenaeus vannamei* under pond production conditions.
1406 *J. World Aquac. Soc.*, 35: 357–365.
- 1407 Gering, E. & Atkinson, C.T. 2004. A rapid method for counting nucleated erythrocytes
1408 on stained blood smears by digital image analysis. *J. Parasitol.* 90: 879–881.
- 1409 Gitterle, T., Rye, M., Salte, R., Cock, J., Johansen, H., Lozano, C., Suarez, J.A. &
1410 Gjerde, B. 2005. Genetic (co) variation in harvest body weight and survival in
1411 *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* under standard commercial conditions.
1412 *Aquaculture*, 243(1-4): 83-92.
- 1413 Gjedrem, T., Robinson, N. & Rye, M. 2012. The importance of selective breeding in
1414 aquaculture to meet future demands for animal protein: a review. *Aquaculture*,
1415 350: 117-129.
- 1416 Hargreaves, J.A. 2013. Biofloc production systems for aquaculture. SRAC, 4503.
- 1417 Hargreaves, J.A. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture.
1418 *Aquacult. Eng.*, 34(3): 344-363.
- 1419 Hose, J.E., Martin, G.G. & Gerard, A.S. 1990. A decapod hemocyte classification
1420 scheme integrating morphology, cytochemistry, and function. *Biol. Bull.*, 178(1):
1421 33-45.
- 1422 Jacobson, M.D., Weil, M. & Raff, M.C. 1997. Programmed cell death in animal
1423 development. *Cell*, 88(3): 347-354.
- 1424 Johansson, M.W., Keyser, P., Sritunyalucksana, K. & Söderhäll, K. 2000. Crustacean
1425 haemocytes and haematopoiesis. *Aquaculture*, 191(1-3): 45-52.
- 1426 Jory, D.E., Cabrera, T.R., Dugger, D.M., Fegan, D., Lee, P.G., Lawrence, L., Jackson,
1427 C.J., Mcintosh, R.P., Castañeda, J., International, B., Park, H.A., Hwy, N.O.D. &
1428 Pierce, F. 2001. A Global Review of Shrimp Feed Management: Status and
1429 Perspectives. *Aquaculture*, 104–152.

- 1430 Jung, H., Lyons, R.E., Hurwood, D.A. & Mather, P.B. 2013. Genes and growth
1431 performance in crustacean species: a review of relevant genomic studies in
1432 crustaceans and other taxa. *Rev. Aquacult.*, 5: 77-110.
- 1433 Koyama, A.H., Fukumori, T., Fujita, M., Irie, H. & Adachi, A. 2000. Physiological
1434 significance of apoptosis in animal virus infection. *Microb. Infect.*, 2(9): 1111-
1435 1117.
- 1436 Krummenauer, D., Cavalli, R.O., Ballester, E. L., & Wasielesky Jr, W. 2010. Feasibility
1437 of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture in southern Brazil: effects
1438 of stocking density and a single or a double CROP management strategy in
1439 earthen ponds. *Aquacult. Res.*, 41(2): 240-248.
- 1440 Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H. & Wasielesky, W. 2011.
1441 Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc
1442 technology system in Southern Brazil at different stocking densities. *J. World
1443 Aquac. Soc.*, 42: 726–733.
- 1444 Krummenauer, D., Samocha, T., Poersch, L., Lara, G. & Wasielesky, W. 2014. The
1445 reuse of water on the culture of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in
1446 BFT system. *J. World Aquac. Soc.*, 45: 3–14.
- 1447 Krummenauer, D., Wasielesky, W., Cavalli, R.O., Peixoto, S. & Zogbi, P.R. 2006.
1448 Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustácea,
1449 Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do
1450 Brasil. *Cienc. Rural.*, 36: 252–257.
- 1451 Kuhn, D.D., Smith, S.A., Boardman, G.D., Angier, M.W., Marsh, L. & Flick Jr, G.J.
1452 2010. Chronic toxicity of nitrate to Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*:
1453 impacts on survival, growth, antennae length, and pathology. *Aquaculture*, 309(1-
1454 4): 109-114.
- 1455 Lara, G., Furtado, P.S., Hostins, B., Poersch, L. & Wasielesky, W. 2016. Addition of
1456 sodium nitrite and biofilm in a *Litopenaeus vannamei* biofloc culture system. *Lat.
1457 Am. J. Aquat. Res.* , 44: 760–768.
- 1458 Lara, G., Hostins, B., Bezerra, A., Poersch, L. & Wasielesky, W. 2017. *Aquacult. Eng.*

- 1459 the effects of different feeding rates and re-feeding of *Litopenaeus vannamei* in a
1460 biofloc culture system. *Aquac. Eng.*, 77: 20–26.
- 1461 Lin, Y.C., & Chen, J.C. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei*
1462 Boone juveniles at different salinity levels. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 259(1): 109-
1463 119.
- 1464 Lin, Y.C. & Chen, J.C. 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei*
1465 (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture*, 224:193-201
- 1466 Maguire, G.B. & Leedow, M.I. 1983. A study of the optimum stocking density and feed
1467 rate for school prawns *Metapenaeus macleayi* (Haswell) in some Australian
1468 brackish water farming ponds. *Aquaculture*, 30, 285-297.
- 1469 Maicá, P.F., Borba, M.R. & Wasielesky, W. 2012. Effect of low salinity on microbial
1470 floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles
1471 reared in a zero-water-exchange super-intensive system. *Aquacult. Res.*, 43: 361–
1472 370.
- 1473 Martinez Palacios, C.A., Ross, L.G. & Jimenez Valenzuela, L. 1996. The effects of
1474 temperature and body weight on the oxygen consumption of *Penaeus vannamei*,
1475 Boone, 1931. *J. Aquacult. Trop.*, 11: 59-66.
- 1476 Mishra, J.K., Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Gandy, R.L. & Ali, A.M. 2008.
1477 Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp,
1478 *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. *Aquac. Eng.*, 38: 2–15.
- 1479 Moss, K. & Moss, S. 2004. Effects of Artificial Substrate and Stocking Density on the
1480 Nursery Production. *J. World Aquac. Soc.*, 35: 536–542.
- 1481 Moss, S.M., Arce, S.M., Argue, B.J., Otonari, C.A., Calderon, F.R. & Tacon, A.G. 2001.
1482 Greening of the blue revolution: efforts toward environmentally responsible
1483 shrimp culture. In *The New Wave*, Proceedings of the special session on
1484 sustainable shrimp culture. *Aquaculture*, 19.
- 1485 Moss, S.M., Doyle, R.W. & Lightner, D.V. 2005. Breeding shrimp for disease
1486 resistance: challenges and opportunities for improvement. *Diseases of Asian*

- 1487 Aquaculture V. Fish Health Section. American Fisheries Society, Manila,
1488 Philippines, 379-393.
- 1489 Natori, M.M., Sussel, F.R., Santos, E.C.B., Previero, T.C., Viegas, E.M.M. & Gameiro,
1490 A.H. 2011. Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo:
1491 avanços tecnológicos e desafios. Inform. Econôm., 41(2): 61-73.
- 1492 Nga, B.T., Lürling, M., Peeters, E.T.H.M., Roijackers, R., Scheffer, M. & Nghia, T.T.
1493 2005. Chemical and physical effects of crowding on growth and survival of
1494 *Penaeus monodon* Fabricius post-larvae. Aquaculture, 246: 455–465.
- 1495 Nisbet, R.M., Muller, E.B., Lika, K. & Kooijman, S.A.L.M. 2000. From molecules to
1496 ecosystems through dynamic energy budget models. J. Anim. Ecol., 69(6): 913-
1497 926.
- 1498 Parrinello, D., Sanfratello, M., Celi, M. & Vazzana, M. 2015. Hemocyte types and some
1499 plasmatic properties of two edible crabs *Cancer borealis* and *Cancer pagurus*.
1500 Invertebrate. Surviv. J., 12: 195-202.
- 1501 Ponce-Palafox, J., Martínez-Palacios, C.A. & Ross, L.G. 1997. The effect of salinity
1502 and temperature on the growth and survival rates of white shrimp, *Penaeus*
1503 *vannamei*, Boone, 1931. Aquaculture, 157: 107–115.
- 1504 Ray, A.J., Drury, T.H., & Cecil, A. 2017. Comparing clear-water RAS and biofloc
1505 systems: Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and biofloc
1506 nutritional contributions estimated using stable isotopes. Aquacult. Eng., 77: 9-14.
- 1507 Ray, A.J., Seaborn, G., Leffler, J.W., Wilde, S.B., Lawson, A. & Browdy, C.L. 2010.
1508 Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive
1509 aquaculture systems and the effects of suspended solids management.
1510 Aquaculture, 310:130–138.
- 1511 Ribeiro, L.F., Souza, M.M., Barros, F. & Hatje, V. 2014. Desafios da carcinicultura:
1512 aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. Rev. Gest. Cost.
1513 Integ., 14(3): 365-383.
- 1514 Samocha, T.M., Lawrence, A.L., Collins, C.A., Castille, F.L., Bray, W.A., Davies, C.J.,
1515 Lee, P.G. & Wood, G.F., 2004. Production of the Pacific White Shrimp,

- 1516 *Litopenaeus vannamei*, in high-density greenhouse- enclosed raceways using low
1517 salinity groundwater. J. Appl. Aquac., 15: 1–19.
- 1518 Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A.M., Burger, J.M., Almeida, R.V., Ayub,
1519 Z., Harisanto, M., Horowitz, A. & Brook, D.L. 2007. Use of molasses as carbon
1520 source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus*
1521 *vanammei*. Aquacult. Eng., 36:184-191.
- 1522 Samocha, T.M., Prangnell D.I., Hanson T.R., Treece G.D., Morris T.C., Castro, L.F. &
1523 Staresinic, N. 2017. Design and operation of super intensive, biofloc-dominated
1524 systems for indoor production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*
1525 – The Texas A&M AgriLife Research Experience. J. World Aquacult. Soc., 368.
- 1526 Schweitzer, R., Arantes, R., Baloi, M.F., Costódio, P.F.S., Arana, L.V., Seiffert, W.Q. &
1527 Andreatta, E.R. 2013 (a). Use of artificial substrates in the culture of *Litopenaeus*
1528 *vannamei* (Biofloc System) at different stocking densities: Effects on microbial
1529 activity, water quality and production rates. Aquacult. Eng., 54: 93–103.
- 1530 Schweitzer, R., Arantes, R., Costódio, P.F.S., do Espírito Santo, C.M., Arana, L.V.,
1531 Seiffert, W.Q. & Andreatta, E.R. 2013 (b). Effect of different biofloc levels on
1532 microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a
1533 tank system operated with no water exchange. Aquacult. Eng., 56: 59– 70.
- 1534 Silva, A.F., Lara, G.R., Ballester, E.C., Krumennauer, D., Abreu, P.C., Wasielesky, W.
1535 2013. Efeito das altas densidades de estocagem no crescimento e sobrevivência de
1536 *Litopenaeus vannamei* na fase final de engorda, cultivados em sistemas de
1537 bioflocos (BFT). Cienc. Anim. Bras., 14: 279–287.
- 1538 Silva, E., Silva, J., Ferreira, F., Soares, M., Soares, R. & Peixoto, S. 2015. Influence of
1539 stocking density on the zootechnical performance of *Litopenaeus vannamei*
1540 during the nursery phase in a biofloc system. Bol. Inst. Pesca. 41: 777-783.
- 1541 Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1969. Biometry: The principles and practices of statistics in
1542 biological research. W. H. Freeman & Company, Estados Unidos da América,
1543 776p.

- 1544 Sokolova, I.M., Frederich, M., Bagwe, R., Lannig, G. & Sukhotin, A.A. 2012. Energy
1545 homeostasis as an integrative tool for assessing limits of environmental stress
1546 tolerance in aquatic invertebrates. *Mar. Environ. Res.*, 79: 1-15.
- 1547 Strickland, J.D.H. & Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis.
1548 Fisheries Research Board of Canada, Canada, 167p.
- 1549 Tzou, P., De Gregorio, E. & Lemaitre, B. 2002. How *Drosophila* combats microbial
1550 infection: a model to study innate immunity and host–pathogen interactions. *Curr.*
1551 *Opin. Microbiol.*, 5(1): 102-110.
- 1552 UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring.
1553 Intergovernmental Oceanographic Commission Manual and Guides, 12.
- 1554 United Nations - UN. World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2
1555 billion in 2100. Disponível em 01 nov. 2018 em:
1556 [https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-](https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html)
1557 [prospects-2017.html](https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html).
- 1558 Van Rijn, J., Tal, Y. & Schreier, H.J. 2006. Denitrification in recirculating systems:
1559 Theory and applications. *Aquacult. Eng.*, 34(3): 364-376.
- 1560 Van Wyk, P. & Scarpa, J. 1999. Water quality and management. In: Van Wyk, P. et al.
1561 (Eds.). *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems*. Florida
1562 department of agriculture and consumer services, Tallahassee, Florida, 141-161.
- 1563 Wang, W. & Zhang, X. 2008. Comparison of antiviral efficiency of immune responses
1564 in shrimp. *Fish Shellfish Immunol.*, 25: 522–527.
- 1565 Wasielesky, W., Atwood, H., Stokes, A. & Browdy, C.L. 2006. Effect of natural
1566 production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive
1567 culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258: 396–
1568 403.
- 1569 Wasielesky, W., Froes, C., Fóes, G., Krummenauer, D., Lara, G. & Poersch, L. 2013.
1570 Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: the effect of
1571 stocking densities and compensatory growth. *J. Shellfish Res.*, 32: 799–806.

- 1572 Wei, L.Z., Zhang, X.M., Li, J. & Huang, G.Q. 2008. Compensatory growth of Chinese
1573 shrimp, *Fenneropenaeus chinensis* following hypoxic exposure. *Aquac. Int.*,
1574 16(5): 455-470.
- 1575 Wongprasert, K., Khanobdee, K., Glunukarn, S.S., Meeratana, P. &
1576 Withyachumnarnkul, B. 2003. Time-course and levels of apoptosis in various
1577 tissues of black tiger shrimp *Penaeus monodon* infected with white-spot syndrome
1578 virus. *Dis. Aquat. Organ.*, 55(1): 3-10.
- 1579 World Organization of Health Animal - OIE, 2018. Manual of Diagnostic Tests for
1580 Aquatic Animals. Disponível em: 27 dez. 2018 em:
1581 http://www.oie.int/index.php?id=2439&L=0&htmfile=chapitre_wsd.htm.
- 1582 Wyban, J., Walsh, A.W. & Godi, D.M. 1995. Temperature effects on growth, feeding
1583 rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*).
1584 *Aquaculture*, 138:267–279
- 1585 Wyban, J.A., Lee, C.S., Sato, V.T., Sweeney, J.N. & Richards, W.K. 1987. Effect of
1586 stocking density on shrimp growth rates in manure-fertilized ponds. *Aquaculture*,
1587 61: 23–32.
- 1588 Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Estados Unidos da América, 662p.