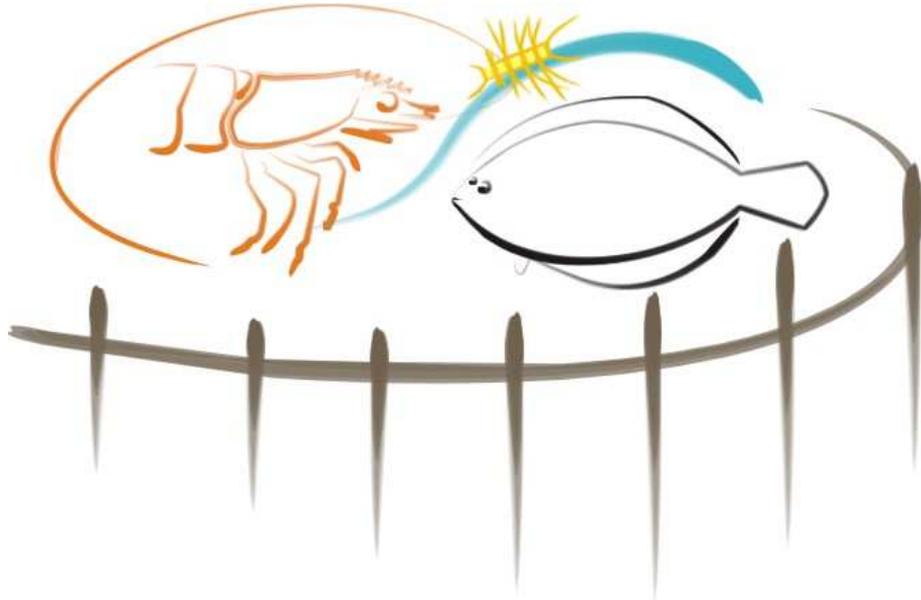


1
2
3
4



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



5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

Efeito da adição de silicato e da diatomácea *Thalassiosira weissflogii* no cultivo do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* em sistema super intensivo com bioflocos

SHAYENE AGATHA MARZAROTTO

RIO GRANDE – RS – BRASIL

Abril, 2011.

23 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
24 PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA
25
26
27
28

29
30
31
32 **Efeito da adição de silicato e da diatomácea *Thalassiosira weissflogii* no**
33 **cultivo do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* em sistema super intensivo**
34 **com bioflocos**

35
36 SHAYENE AGATHA MARZAROTTO
37

38
39 Dissertação apresentado como requisito para
40 obtenção do título de Mestre do Programa de
41 Pós Graduação em Aquicultura, na
42 Universidade Federal do Rio Grande.
43

44 Orientadora: Profa. Dra. Clarisse Odebrecht

45 Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Wasielesky Junior
46
47
48
49

50
51 RIO GRANDE – RS – BRASIL

52 Abril, 2011.

53	ÍNDICE	
54		
55	DEDICATÓRIA	vi
56	AGRADECIMENTOS	vii
57	RESUMO.....	viii
58	ABSTRACT	ix
59	1 INTRODUÇÃO	1
60	2 OBJETIVOS	5
61	3 MATERIAL E MÉTODOS	6
62	3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	6
63	3.2 MATERIAL BIOLÓGICO.....	6
64	3.3 DESENHO EXPERIMENTAL	6
65	3.4 PARÂMETROS DDE QUALIDADE DA ÁGUA E CLOROFILA <i>a</i>	7
66	3.5 COMUNIDADE MICROBIANA	8
67	3.6 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS DO <i>Litopenaeus vannamei</i>	8
68	3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	9
69	4 RESULTADOS	10
70	4.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	10
71	4.2 SILICATO, CLOROFILA A E DENSIDADE DE <i>T. WEISSFLOGII</i>	17
72	4.3 OUTROS MICRO-ORGANISMOS	20
73	4.4 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE <i>Litopenaeus vannamei</i>	22
74	5 DISCUSSÃO	25
75	5.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	25
76	5.2 SILICATO, CLOROFILA A E DENSIDADE DE <i>T. weissflogii</i>	27
77	5.3 OUTROS MICRO-ORGANISMOS	28
78	5.4 DESEMPENHO ZOOTECNICO DO <i>Litopennaeus vannamei</i>	29

79	6 CONCLUSÃO	32
80	7 PERSPECTIVAS	33
81	8 REFERÊNCIAS	34
82		

83

84

85

86

87

88 A vida segue seu curso, a sua forma, não segue modelos. Podem apresentar

89 padrões, mas assim mesmo ainda serão biológicos e não matemáticos.

90 E a beleza e o encantamento, são justamente as diferenças que existem na

91 diferentes formas de apresentação da vida.

92 Se elas não houvessem, tudo se tornaria monótono.

93

94 E, é a partir das diferenças e curiosidades que se faz a “ciência” a meu ver.

95

96 Ver os olhos atentos e brilhantes de alguém que descobre algo bacana é o que nos

97 alimenta, a ficar tão longe de quem amamos.

98

99 Por isso, fé em Deus e pé na tábua, que as descobertas estão só começando!

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

A minha amada mãe

112

Marly Marzarotto,

113

que dedica sua vida em nome da minha.

114

Tenho honra de ser sua filha.

115

Te amo.

116

117

AGRADECIMENTOS

118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149

**Agradeço a Deus por me conceder vida, saúde, perseverança, discernimento,
amor e por estar sempre comigo!**

A Dra. Clarisse, pelas orientações, pela paciência, pelo auxílio, durante todo o Mestrado. Exímia pesquisadora.

A Dr. Wilson Wasielesky Junior, pelos conselhos, orientações e por me ceder moradia na Estação Marinha.

Agradeço aos Professores Paulo Abreu e Roberto Derner, por adiarem seus compromissos, dedicando tempo as correções deste trabalho com valiosas sugestões.

A Eduardo Ballester, grande pesquisador e amigo, ao apoio nos experimentos, dicas e convivência.

Aos Professores da Estação Marinha de Aquicultura e do Programa de Pós Graduação em Aquicultura, ao Projeto camarão, e a todos que fazem parte dele, agradeço muito pelo auxílio e por toda estrutura que é oferecida aos alunos.

Agradeço as meninas do Lab Fito EMA, Linamara, Carla e Tati, que foram imprescindíveis na minha formação, nos experimentos, sempre me auxiliando em tudo. Muito Obrigada!!!! E ao pessoal do Lab. Fito Furg e a Professora Virginia por todas as dicas nos experimentos, por toda a paciência comigo e pela convivência.

Minhas amigas-irmãs Clivea e Vivi, aprendi muito com vocês minhas amigas, obrigada por fazerem parte da minha vida.

Mano, Anna e Otávio e nossa família gigante obrigada por vocês acreditarem e cuidarem da minha família, durante minha ausência, e por proporcionarem a realização de um sonho.

As minhas eternas melhores amigas: Luciane, Samantha e Sandra, que mesmo de longe, sempre estão comigo. Amo vocês.

Meus grandes amigos da FURG/EMA, do Larus que são tantos e todos tão especiais que seria imperdoável esquecer de citar o nome de alguém, todos estão guardados em meu coração.

Ao apoio financeiro Capes/Cnpq por me conceder bolsa de estudos.

150 RESUMO

151 Algumas diatomáceas são importantes na aquicultura pelas suas qualidades
152 nutricionais e contribuição na formação de flocos microbianos. Com o objetivo de
153 avaliar o crescimento e manutenção da população da diatomácea *Thalassiosira*
154 *weissflogii* em sistema de cultivo de bioflocos e o seu efeito no desempenho do
155 camarão *Litopenaeus vannamei*, foi realizado um experimento (seis tratamentos,
156 três repetições) com densidade de estocagem de 300 camarões m²: Os tratamentos
157 foram: Controle (sem diatomáceas), T 2,5 (inoculação 2,5x10⁴ células/mL de *T.*
158 *weissflogii*); T 5 (inoculação 5,0 x10⁴ células/mL de *T. weissflogii*); T Si (adição de
159 silicato de sódio); T 2,5 Si (inoculação 2,5 x10⁴ células/mL e adição de silicato de
160 sódio); T 5 Si (inoculação 5,0 x10⁴ cél/mL e adição silicato de sódio), com
161 inoculações de diatomáceas e adições de silicato a cada quatro e sete dias,
162 respectivamente. Os parâmetros físicos e químicos da água foram monitorados
163 diariamente e, a cada três dias, a concentração de amônia, nitrito, alcalinidade,
164 nitrato, silicato, clorofila *a* e de micro-organismos. Os camarões (peso inicial médio
165 de 0,51±0,41 g) foram alimentados três vezes ao dia, em bandejas com ração
166 comercial 38%PB, a taxa de 8% da biomassa inicial. Após 30 dias, o desempenho
167 foi avaliado quanto a sobrevivência, ganho de peso e taxas de crescimento
168 específico e conversão alimentar aparente. As diatomáceas *T. weissflogii*
169 permaneceram em alta densidade cerca de 17 dias, coincidindo com alta
170 concentração de nitrito, independentemente do teor de silicato. A alta concentração
171 de nitrito provavelmente afetou negativamente o crescimento de *L. vannamei*. As
172 cianobactérias dominaram os cultivos desde o início, com presença também de
173 amebas atecadas com filópodes, e em menor número de diatomáceas penadas. A
174 sobrevivência dos camarões foi estatisticamente maior ($\alpha=0,05$) no tratamento 2,5
175 (68%), mas a taxa de crescimento específico e ganho de peso foram similares entre
176 os tratamentos; a taxa de conversão alimentar aparente (TCCA) foi melhor no
177 controle, o qual diferiu significativamente de T 5 e T Si. O silicato parece ter
178 influenciado negativamente a sobrevivência e a TCAA do camarão, mas não no
179 crescimento e manutenção de *T. weissflogii* nos bioflocos. A presença da *T.*
180 *weissflogii* não influenciou significativamente no desempenho zootécnico do *L.*
181 *vannamei* no presente experimento.

182 ABSTRACT

183 Diatoms are important in aquaculture because of their nutritional quality and
184 contribution to the formation of microbial aggregates. This study aimed to evaluate
185 the growth and maintenance of the diatom *Thalassiosira weissflogii* in bioflocs
186 culture system under different growing conditions, and its effect on the performance
187 of *Litopenaeus vannamei*. Six treatments, each with three replicates, with a stocking
188 density of 300 shrimp m² were analyzed: Control (TC, without diatoms), T 2,5
189 (inoculation 2,5x10⁴ cells/mL of *T. weissflogii*), T 5 (inoculation 5,0 x10⁴ cells/mL of
190 *T. weissflogii*), T Si (addition of sodium silicate 0,0006g/L), T 2,5 Si (inoculation 2,5
191 x10⁴ cells/mL and addition of sodium silicate 0,0006g/L), T 5 Si (inoculation 5,0 x10⁴
192 cells/mL and addition of sodium silicate 0,0006g/L). Diatom and silicate inoculation
193 occurred every four and seven days, respectively. The water quality parameters
194 were monitored daily and the concentration of inorganic dissolved nutrients
195 (ammonia, nitrite, nitrate, silicate), alkalinity, chlorophyll *a* and cell counts every
196 three days. The shrimp (initial weight 0,51 ± 0,41 g) were fed three times daily in
197 trays with 38% CP commercial diet, at a rate of 8% of the initial biomass. The
198 performance of shrimp was evaluated for its survival, specific growth rate, weight
199 gain and feed conversion rate. The diatoms *T. weissflogii* remained at high density
200 about 17 days, coinciding with high nitrite concentration, regardless the silicate
201 content. The high nitrite concentration had probably a negative influence on the
202 growth of *L. vannamei*. The growth of the diatom *T. weissflogii* positively affected
203 this parameter. Cyanobacteria presented highest cell numbers in all treatments from
204 the beginning, and amoebae with filopodia and pennate diatoms were also present.
205 The shrimp survival was statistically higher ($\alpha=0,05$) in T 2,5 (68%) differing from
206 the other treatments; while the specific growth rate and weight gain of shrimp were
207 similar between treatments. The feed conversion rate was better in the Control,
208 though it only differed significantly from treatments 5 and Si. We may conclude that
209 the addition of silicate appears to have negatively influenced the survival and the
210 feed conversion rate and did not influence the growth and maintenance of *T.*
211 *weissflogii* in the super intensive bioflocs culture system, and the presence of *T.*
212 *weissflogii* did not exert a significant influence on the performance of *L. vannamei* in
213 our experiment.

214 1 INTRODUÇÃO

215

216 A aquicultura mundial vem crescendo devido ao aumento do consumo de
217 pescados e à estagnação da oferta oriunda da captura (pesca). A produção em
218 sistemas de aquicultura totalizou 41,9 milhões de toneladas no ano de 2004 e em
219 2009 passou a 55,1 milhões de toneladas, com alto ritmo de crescimento anual, e
220 tendo como principal produtor a China (FAO 2010).

221 A aquicultura comercial foi introduzida no Brasil na década 1950,
222 principalmente com cultivos de espécies de peixes exóticos como a carpa, a tilápia e
223 a truta, em pequenas propriedades. Em meados da década de 70, surgiram
224 experiências nos estados do Sul com consorciamento (arroz e tilápia) e camarões de
225 água doce. Mas, foi nos anos 90, que a carcinicultura baseada no camarão
226 *Penaeus vannamei* (atual *Litopenaeus vannamei*), praticada em outros países da
227 América Latina, foi impulsionada no Nordeste Brasileiro, com a adoção de pacotes
228 tecnológicos e o cultivo dirigido, sobretudo ao mercado externo (Diegues 2006).

229 A carcinicultura expandiu-se rapidamente e, em seu início, sem uma política
230 adequada no Brasil, gerou e ainda gera muitas críticas, provavelmente nunca vistas
231 em outras atividades produtivas da economia nacional (Castilho *et al.* 2008). Isto se
232 deve principalmente pelos locais onde foram instalados os cultivos (manguezais) e
233 devido a geração de efluentes. Ainda nos anos 90, diversas criações de camarões
234 no Brasil e em outros países americanos, foram acometidas pelo surgimento de
235 doenças como os vírus da MANCHA BRANCA (White Spot Syndrome Vírus),
236 SÍNDROME DE TAURA, e da MIONECROSE INFECCIOSA, entre outros,
237 provocando grande prejuízo (Godoy *et al.* 2010a).

238 Na aqüicultura, mais de 60% do custo de produção, refere-se a alimentação
239 dos organismos cultivados (Missael *et al.* 2009) e atualmente alternativas viáveis são
240 desenvolvidas para a redução deste valor, com o implemento de novas tecnologias,
241 juntamente com a busca constante para aumentar a produção,. Uma possível
242 alternativa é o uso do alimento natural, que possui grande importância na melhoria
243 do desempenho de crustáceos, além de propiciar o fornecimento dos elementos
244 essenciais de nutrição objetivando proporcionar qualidade e bom desenvolvimento
245 zootécnico (Naylor *et al.* 2009).

246 Outro problema é o aumento na concentração de elementos nitrogenados na
247 água, provenientes da ração e excreta dos animais, que podem ser altamente
248 tóxicos aos organismos cultivados. O aumento de amônia (TA-N) afeta o
249 crescimento dos camarões e altera o padrão de consumo do oxigênio, já a maior
250 concentração de nitrito (NO₂-N) afeta negativamente o crescimento dos camarões, e
251 a exposição crônica dos animais a estes compostos tóxicos, pode causar a sua
252 mortalidade (Chen *et al.* 2006; Jiang *et al.* 2000; Mallasen & Valenti 2006).

253 Na tentativa de utilizar estes elementos, bem como de gerar alternativas
254 ambientalmente amigáveis na aquicultura, convertendo elementos potencialmente
255 tóxicos em alimento e minimizando ou até excluindo a renovação de água, estuda-se
256 o cultivo com a tecnologia de bioflocos (BFT, “Biofloc Technology Culture System”)
257 (Schryver *et al.* 2008), também conhecida como ZEAH (“Zero Exchange, Aerobic,
258 Heterotrophic culture systems”). Os bioflocos, ou também denominados de
259 agregados microbianos, “marine snow” ou “marine flake” (Godoy *et al.* 2010b), é o
260 material particulado que fica em suspensão na coluna de água, formando-se a partir
261 de uma relação equilibrada entre a disponibilidade de Carbono e Nitrogênio (C:N)
262 para o crescimento de bactérias (Avnimelech 1999).

263 O carbono adicionado através de fertilizações orgânicas (fonte de carboidrato)
264 estimula o crescimento bacteriano na água do cultivo. Além do carbono, as bactérias
265 utilizam como alimento o nitrogênio, proveniente da ração fornecida aos camarões, e
266 de seus excretas (Avnimelech 1999). Esta relação permite o crescimento de
267 bactérias produtoras de muco (Ferreira 2008), que auxiliam na formação de
268 agregados. Os flocos bacterianos formam-se no ambiente de cultivo oxigenado, com
269 pouca ou sem renovação de água e na presença de camarões, logo após o início da
270 fertilização. A proteína bacteriana representa uma fonte adicional de alimento e
271 permite o desenvolvimento de cultivos intensivos com alta densidade de camarões.
272 Os camarões ganham peso em menor tempo e ainda apresentam qualidade no
273 mercado. Este sistema é uma alternativa com poucos impactos ambientais
274 negativos, considerando o mínimo descarte de resíduos no ambiente (Wasielesky *et*
275 *al.* 2006a).

276 O BFT constitui-se de agregados de micro-organismos tais como bactérias,
277 microalgas, protozoários e fungos juntamente com outros materiais como fezes,

278 detritos orgânicos e inorgânicos (Ferreira 2008, Johnson *et al.* 2008, Vinatea *et al.*
279 2010), variando de acordo com o tempo de cultivo e as características da água
280 (Alldredge & Silver 1988). As microalgas destacam-se como formadores dos
281 bioflocos (Alldredge & Silver 1988) e ainda representam um recurso promissor, como
282 a base das cadeias alimentares aquáticas, onde desempenham um papel
283 fundamental, servindo de alimento para protistas como ciliados e flagelados e outros
284 pequenos animais herbívoros como crustáceos e larvas de peixes (Brown *et al.*
285 1997, Odebrecht *et al.* 2010). Através da fotossíntese as microalgas são capazes de
286 produzir seu próprio alimento a partir de energia da luz solar (fotoautotróficas),
287 dióxido de carbono (CO₂) e nutrientes inorgânicos dissolvidos como nitrato, fosfato e
288 silicato (Lourenço 2006, Odebrecht *et al.* 2010). Podem ainda ser utilizadas como
289 reatores biológicos na remoção do excesso de nutrientes (Missael *et al.* 2009), e
290 outras aplicações biotecnológicas como a produção de medicamentos, cosméticos,
291 biocombustíveis, corantes de alimentos, produtos industrializados e indicadores
292 ambientais (Derner *et al.* 2006, Lourenço 2006, Muller-Feuga 2000).

293 Entre os grupos de microalgas, destacam-se as diatomáceas (classe
294 Bacillariophyceae) que ocorrem em todos os ambientes aquáticos, desde o detrito
295 flutuante, sedimento, matéria orgânica e até a neve, podendo participar do plâncton,
296 microfitobentos ou ainda associar-se simbioticamente a foraminíferos e esponjas
297 (Lourenço 2006). Em estudo realizado com 40 espécies de microalgas, as
298 diatomáceas apresentaram altos valores de proteínas 25%, lipídios 14% e
299 carboidratos 7%, que variaram conforme as condições de cultivo (Brown *et al.*
300 1997). Este grupo é rico em ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (como o
301 ácido eicosapentaenóico), que servem de fonte de nutrientes essenciais, hidratos de
302 carbono e proteínas, facilitando o crescimento dos herbívoros (Brown *et al.* 1997,
303 Brown 2002, Lourenço 2006).

304 Para o crescimento das diatomáceas, além dos elementos nitrogênio e
305 fósforo, comumente encontrados, há necessidade da disponibilidade de sílica, uma
306 vez que as células são revestidas por frústulas silicosas. As frústulas são muito
307 resistentes à dissociação em meio aquático, permitindo boa conservação na
308 natureza com registros fósseis datados de milhões de anos; em cultivos elas
309 também suportam bem forte aeração (Lourenço 2006).

310 As diatomáceas são geralmente utilizadas durante a fase de larvicultura e
311 poucos estudos envolvem as fases posteriores. Em estudo realizado por Godoy
312 (2008), o desempenho de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* alimentadas com
313 ração e diatomáceas *in vivo* (*Chaetoceros muelleri* e *Thalassiosira weissflogii*) foi
314 significativamente melhor, obtendo-se uma excelente conversão alimentar (0,47) em
315 comparação com o sistema em meio a flocos microbianos (ZEAH) e a mistura dos
316 dois tratamentos (diatomáceas e ZEAH). O alto desempenho foi atribuído à
317 composição das diatomáceas supostamente pelo fornecimento de vitaminas, ácidos
318 graxos e outros compostos importantes no metabolismo do camarão (Godoy 2008).

319 Fica claro que, como um importante fator econômico, e visando a qualidade
320 nutricional dos camarões cultivados, o uso de diatomáceas na aquicultura deve ser
321 promovido. A diatomácea *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) (Fryxel & Hasle 1997)
322 (= *Thalassiosira fluviatilis*) é utilizada como alimento em larviculturas de camarões
323 peneídeos (Cohen *et al.* 2005). O presente estudo tem por objetivo avaliar o
324 crescimento e manutenção da diatomácea *T. weissflogii*, através da adição das
325 mesmas e do nutriente silicato, em cultivos de camarão *L. vannamei* em sistema
326 BFT.

327

328 **2 OBJETIVOS**

329 2.1 GERAL

330 Avaliar o crescimento e a manutenção da população da diatomácea
331 *Thalassiosira weissflogii* em cultivo de camarão *L. vannamei* em sistema de bioflocos
332 (BFT).

333

334 2.2 ESPECIFICOS

- 335 • Determinar os parâmetros físicos e químicos da água do cultivo em sistema
336 de cultivo com bioflocos;
- 337 • Determinar o efeito de inoculações periódicas de *Thalassiosira weissflogii* e
338 do nutriente inorgânico silicato, na densidade celular e tempo de permanência
339 da diatomácea no cultivo em sistema cultivo com bioflocos;
- 340 • Determinar a composição da comunidade microbiana em sistema cultivo com
341 bioflocos;
- 342 • Determinar o ganho de peso, taxas de sobrevivência, conversão alimentar
343 aparente e de crescimento específico do camarão *Litopennaeus vannamei*, do
344 sistema de cultivo com bioflocos.

345

346 3 MATERIAL E MÉTODOS

347

348 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

349 O experimento foi realizado em abril e maio de 2010 na Estação Marinha de
350 Aquicultura Prof. Marcos Alberto Marchiori (EMA) localizada no balneário Cassino
351 (32°12'S e 51°50 W), município de Rio Grande-RS.

352

353 3.2 MATERIAL BIOLÓGICO

354 O inóculo da diatomácea *Thalassiosira weissflogii* foi mantido em frascos tipo
355 Erlenmeyer (volume máximo 150mL) em câmara de germinação (temperatura de
356 25°C; fotoperíodo 12 horas luz/12 horas escuro; irradiância 100µmol/m²/s¹ sem
357 aeração) no Laboratório de Fitoplâncton da EMA, com cepa proveniente da
358 Universidade Federal Fluminense, em uso há 6 anos.

359 Para compor os tratamentos, realizava-se o cultivo do inóculo de *T. weissflogii*
360 em frascos do tipo Erlenmeyer (250 ml), inoculando-se 5 ml de amostra de microalga
361 e aumentando-se o volume a cada 2 dias, com meio Guillard f/2 modificado (Guillard
362 1975), autoclavado e em temperatura ambiente.

363 Este procedimento foi realizado até o volume atingir 20 litros (em galões), com
364 salinidade 30, temperatura de 25° C, fotoperíodo de 24 horas luz, irradiância de
365 2.150 µmol/m²/s (luz fluorescente) e aeração fraca constante por borbulhamento.
366 Após 4 dias eram encontradas cerca de 100 ± 20 10⁴ células/mL de *T. weissflogii*,
367 contadas através de câmara de Neubauer espelhada e melhorada, que eram então
368 transferidas aos tratamentos.

369 Os juvenis de *Litopenaeus vannamei* foram obtidos através de larvicultura
370 realizada na EMA segundo metodologia adaptada de Marchiori (1996), com naúplios
371 do laboratório Aquatec Ltda. (Canguaretama, Rio Grande do Norte), transportados
372 em fevereiro de 2010 em embalagens plásticas com água e excesso de oxigênio até
373 a EMA.

374

375 3.3 DESENHO EXPERIMENTAL

376 Os tratamentos foram testados em estufa, 40 m², com paredes de fibra de
377 vidro translúcidas e cobertura de amianto. Os tanques eram retangulares de

378 fibrocimento (310 L, volume útil 200 L), totalizando dezoito tanques, considerando-se
379 seis tratamentos com três repetições com duração de 30 dias. A densidade inicial de
380 camarões foi de 300 camarões/m² (570m³) com peso médio 0,51±0,41 g. O meio de
381 bioflocos foi produzido na EMA, reutilizado de 45 dias, sem renovação, com aeração
382 forte e constante.

383 A fim de manter o volume útil de 200 litros igual em todos os tratamentos, pois
384 este diminuía devido à evaporação, realizava-se a reposição diariamente com água
385 doce, proveniente de abastecimento público, declorada com ácido ascórbico (1g/200
386 litros) e aerada fortemente por 24 horas.

387 Foram avaliados os seguintes tratamentos: Controle (T0) sem adição de
388 diatomáceas; Tratamento 2,5 (T 2,5), com inoculação de 2,5 x10⁴ células/mL de
389 *Thalassiosira weissflogii*; Tratamento 5 (T 5), com adição de 5,0 x10⁴ células/mL de
390 *Thalassiosira weissflogii*, Tratamento Si (T Si), com adição de 400 mL de solução de
391 silicato de sódio (40 µmol/L ou 0,0006g/L); Tratamento 2,5 Si (T 2,5 Si), com
392 inoculação de 2,5 x10⁴ células/mL e adição de 400ml de solução de silicato de sódio
393 em gel (comercial) (40 µmol/L ou 0,0006g/L); Tratamento 5 Si (T 5 Si), com
394 inoculação de 5,0 x10⁴ células/mL e adição de 400ml de solução de silicato de sódio
395 (40 µmol/L ou 0,0006g/L).

396 As células de *T. weissflogii* de todos os tratamentos eram contadas
397 diariamente através câmara de Neubauer espelhada e melhorada em microscópio
398 ótico de luz transmitida e inoculadas a cada 4 dias, se a concentração fosse inferior
399 a 2,5x10⁴ ou 5x10⁴ células/mL, nos respectivos tratamentos, enquanto que a solução
400 comercial de silicato de sódio em gel era adicionada a cada 7 dias.

401

402 3.4 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA E CLOROFILA *a*

403 Diariamente, foram monitorados os parâmetros da água salinidade
404 (refratômetro), temperatura e oxigênio dissolvido (oxímetro digital), pH (pHmetro
405 digital) e transparência (disco de Secchi), e a cada três dias foram coletadas
406 amostras para análise de amônia (UNESCO 1983), nitrito, alcalinidade (Aminot &
407 Chaussepied 1983), nitrato e silicato (Strickland & Parsons 1972).

408 Em algumas réplicas dos tratamentos, a alcalinidade foi inferior a 100mg/L e
409 houve necessidade de sua correção (Van Wyk & Scarpa 1999), utilizando-se produto

410 comercial a base de bicarbonato de sódio (0,1 g/L), nos dias 3, 21 e 27, nos
411 tratamentos controle, T 2,5 e T 5, enquanto que no tratamentos Si, 2,5 Si e 5 Si, foi
412 somente no dia 3. Os níveis de nitrogenados foram corrigidos, com dextrose (Suito
413 2009) na relação C:N de 20:1 (Avinimelech 1999), em todos os tratamentos nos dias
414 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 27, pois ultrapassaram os níveis aceitáveis para o camarão
415 *Litopenaeus vannamei*, de 1mg/L de nitrito (Van Wyk 1999).

416 A concentração de clorofila *a* foi estimada a cada três dias no material retido
417 em filtros de fibra de vidro (Whatman GF/F, 25 mm diâmetro) da água filtrada por
418 bomba a vácuo. Os filtros foram acondicionados em frascos envoltos por papel
419 alumínio (escuro) e mantidos em congelador (-4° C). Quando da leitura,
420 acrescentou-se o volume 10 mL de acetona 90%, congelando-se (-4° C) novamente
421 durante 24 horas (Strickland & Parsons 1972). A leitura da fluorescência foi realizada
422 com fluorímetro calibrado (fluorímetro Turner TD700) pelo método de Welschmeyer
423 (1994).

424

425 3.5 COMUNIDADE MICROBIANA

426 O acompanhamento da população de *Thalassiosira weissflogii* foi realizado
427 pela determinação de sua densidade celular diariamente (amostragem sempre no
428 mesmo horário, às 12 h) e estimativa de sua taxa de crescimento exponencial (Lalli
429 & Parsons 1993):

$$430 \quad \mu = \log_e N_t - \log_e N_0 / (T - T_0)$$

431 Onde N_0 e N_t são as concentrações inicial e final, T_0 e T , o tempo inicial e final.

432 Para a análise dos demais micro-organismos (algas, ciliados, flagelados,
433 rotíferos e nematódeos), amostras de 10 mL foram coletadas a cada três dias e
434 fixadas em solução de lugol neutro, e contadas em câmara de Neubauer espelhada
435 melhorada (Guillard 1978) com o uso de microscópio de luz transmitida, em aumento
436 de 400 vezes, contando-se toda a câmara, seguido do cálculo da média.

437

438 3.6 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS DO *Litopenaeus vannamei*

439 Os camarões foram estocados nas unidades experimentais e alimentados três
440 vezes ao dia, em bandejas descritas por Wasielesky *et al.* (2006a), com ração

441 comercial 38%PB, a taxa de 8% da biomassa inicial. No final do experimento, após
442 30 dias, os camarões foram submetidos à biometria e avaliação dos seguintes
443 parâmetros zootécnicos: sobrevivência (número de animais vivos ao final do
444 experimento dividido pelo total de animais no início, multiplicados por 100),
445 crescimento específico em dias (diferença entre o peso final e o peso inicial dividido
446 pelo tempo total do experimento e o resultado multiplicado por 100 conforme
447 Bagenal & Tesch (1978), ganho de peso (diferença entre o peso final e o peso inicial
448 dos animais) e conversão alimentar aparente (peso da ração consumida dividido
449 pelo ganho de peso dos animais, não sendo descontada a ração lixiviada).

450

451 3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

452 Os tratamentos foram avaliados através da análise de variância (ANOVA, $\alpha =$
453 0,05) após serem confirmadas a homocedasticidade das variâncias e a normalidade
454 da distribuição dos dados, para verificar se havia diferença entre as médias.
455 Havendo diferenças estatísticas ($p=0,05$) foi aplicado o teste de Tukey HSD (Sokal &
456 Rohlf 1969) para comparação das médias. As análises estatísticas foram realizadas
457 utilizando o software STATISTICA® versão 7.0.

458

459 4 RESULTADOS

460

461 4.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

462 A temperatura da água variou entre 28° e 32°C, aumentando ao longo do
463 tempo (Figura 1A), onde os tratamentos 2,5 Si e 5 Si diferiram significativamente dos
464 demais, apresentando as maiores médias, 29,64 e 29,71, respectivamente (Tabela
465 1).

466 A concentração de oxigênio dissolvido (Figura 1B) variou ao longo do tempo
467 entre 5,49 e 7,49, e apresentou valores mais altos nos cinco primeiros dias. Após,
468 manteve-se em torno de 5,50 a 6,00 mg/L até o dia 22, quando foi observado um
469 aumento em todos os tratamentos. Os tratamentos 2,5 e Si diferiram
470 estatisticamente dos demais, com os valores médios mais altos, de 6,09 e 6,11
471 mg/L, respectivamente, devido aos altos valores iniciais.

472 O pH (Figura 2A) variou entre 7,3 e 8,6. Exceto o tratamento Si, que diferiu
473 significativamente dos outros, devido ao aumento significativo (7,5 a 8,4) entre os dias 4
474 e 5-8, os valores de pH seguiram uma tendência similar, apresentando uma redução
475 nos primeiros quatro dias até o valor mínimo (7,4-7,6), seguidos de um aumento até
476 o dia 14 quando foram observados os valores mais altos. Após, oscilaram entre 8,2
477 e 8,5.

478 Os valores de alcalinidade variaram entre 53 e 208 mg/L (Figura 2B),
479 apresentando uma diferença significativa para o tratamento Si com o maior valor
480 médio (155,76 mg/L) (Tabela 1). Nos gráficos, nota-se que houve um incremento
481 entre os dias 3 e 6 em todos os tratamentos em ambos os experimentos, devido ao
482 ajuste de alcalinidade realizado.

483 A salinidade (Figura 3A) oscilou entre 34 e 40 nos em todos os tratamentos,
484 sem diferenças estatísticas. Este fato está relacionado com reposição periódica de
485 água em todos os tratamentos, com o objetivo de manter o mesmo volume em
486 todos. Cerca de 15 litros, eram repostos diariamente, em cada unidade
487 experimental.

488 A transparência da água, medida pelo disco de Secchi (Figura 3B) variou
489 entre 4,3 e 8 cm, ao longo do tempo, observando-se os valores mais altos (7,3-8 cm)
490 nos tratamentos com adição de maior concentração de diatomáceas, com e sem

491 adição de silicato. Os valores médios menores, estatisticamente, foram registrados
492 nos tratamentos Controle e tratamentos 2,5 com e sem adição de silicato (Tabela 1).
493 Os tratamentos 5 e Si apresentaram valores médios estatisticamente semelhantes
494 mas as suas tendências ao longo do tempo foram distintas. O tratamento 5 Si,
495 apresentou o maior valor médio de transparência (6,92 cm), diferindo
496 estatisticamente dos outros tratamentos.

497 Para os elementos nitrogenados, não foi detectada diferença significativa
498 entre os tratamentos para os valores de amônia, nitrito e nitrato (Tabela 1). Os
499 valores de amônia total variaram entre não detectado e 0,27 mg/L, sendo muito
500 baixos em todos os tratamentos (Figura 4A). Os valores de nitrito variaram entre não
501 detectado e 18,2 mg/L (Figura 4B). Os valores aumentaram no início, mantiveram-se
502 altos até o dia 15 e foram reduzidos até próximos a zero no dia 18. Os valores de
503 nitrato foram altos em todos os tratamentos, variando entre 14 e 103,5 mg/L, com
504 um decréscimo nos três primeiros dias e posterior aumento gradativo (Figura 4C).

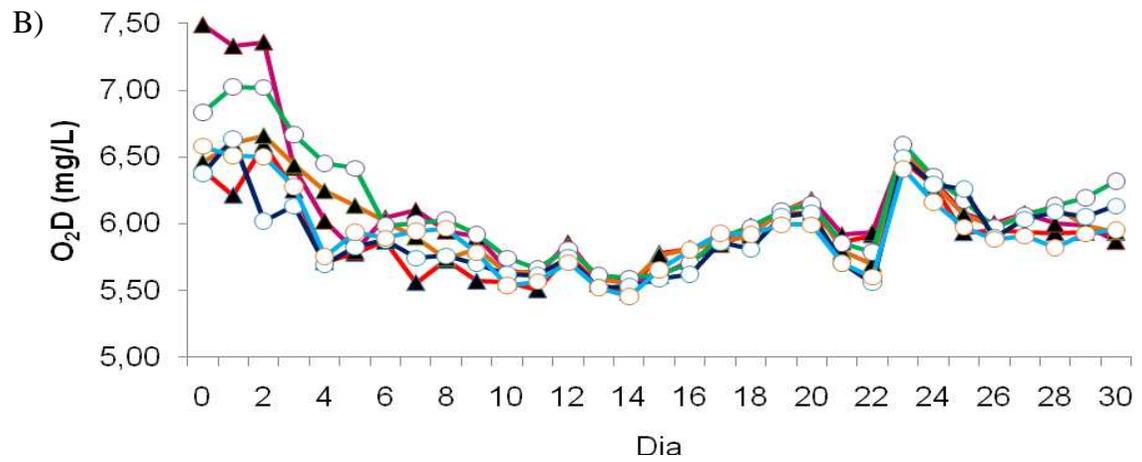
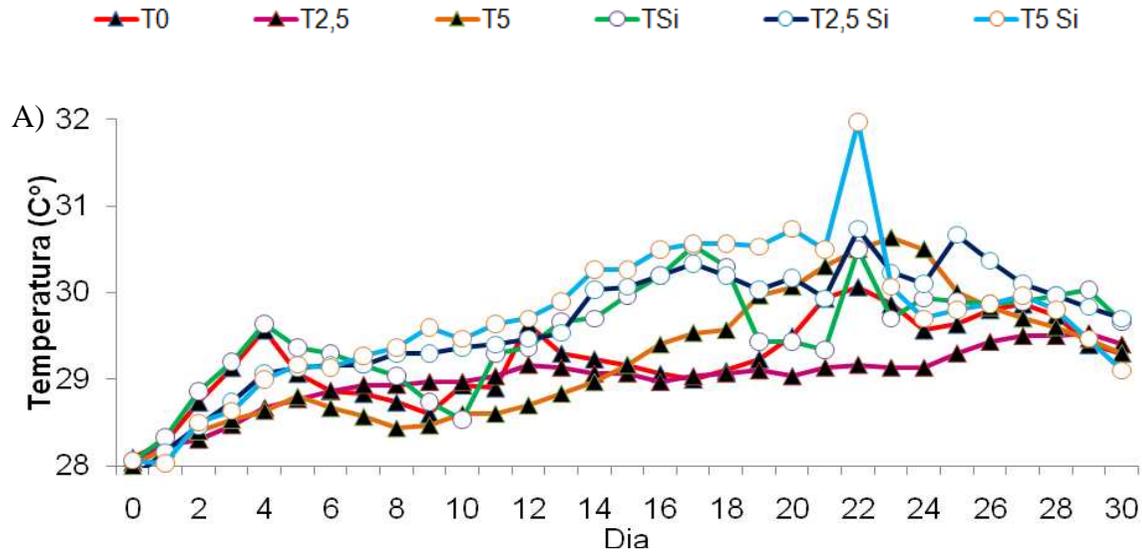
505

506 Tabela 1: Parâmetros de qualidade da água do cultivo de *Litopenaeus vannamei*, nos tratamentos 0, 2,5, 5, Si , 2,5 Si e 5 Si.
 507 Os dados são médias \pm desvio padrão. NAT: Amônia Total. Letras iguais na mesma linha indicam que médias são
 508 semelhantes estatisticamente ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Parâmetro	T 0	T 2,5	T 5	T Si	T 2,5 Si	T 5 Si
Temperatura (°C)	29,23 \pm 0,56 ^{bc}	29 \pm 0,47 ^c	29,22 \pm 0,82 ^{bc}	29,50 \pm 0,83 ^{ab}	29,64 \pm 0,8 ^a	29,71 \pm 0,92 ^a
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,91 \pm 0,28 ^{bc}	6,09 \pm 0,49 ^a	6,01 \pm 0,30 ^{ab}	6,11 \pm 0,39 ^a	5,91 \pm 0,29 ^b	5,92 \pm 0,29 ^b
Ph	8,06 \pm 0,30 ^b	8,12 \pm 0,30 ^{ab}	8,09 \pm 0,25 ^b	8,24 \pm 0,24 ^a	8,16 \pm 0,22 ^{ab}	8,19 \pm 0,23 ^{ab}
Alcalinidade (mg/L)	114,85 \pm 36,17 ^b	131,36 \pm 63,56 ^{ab}	118,78 \pm 29,66 ^b	155,76 \pm 54,33 ^a	141,61 \pm 37,79 ^{ab}	143,03 \pm 33,96 ^{ab}
Salinidade	35,87 \pm 0,65 ^a	35,95 \pm 0,49 ^a	36,21 \pm 1,15 ^a	36,02 \pm 1,13 ^a	35,87 \pm 0,79 ^a	36,21 \pm 1,03 ^a
Secchi (cm)	5,2 \pm 0,37 ^c	5,4 \pm 0,49 ^c	6,2 \pm 0,50 ^b	5,9 \pm 0,27 ^b	5,3 \pm 0,53 ^c	6,9 \pm 0,70 ^a
NAT (mg/L)	0,015 \pm 0,035 ^a	0,013 \pm 0,036 ^a	0,019 \pm 0,062 ^a	0,015 \pm 0,036 ^a	0,027 \pm 0,076 ^a	0,034 \pm 0,088 ^a
NO ₂ (mg/L)	4,83 \pm 5,92 ^a	4,86 \pm 5,79 ^a	5,94 \pm 6,87 ^a	4,95 \pm 6,42 ^a	6,67 \pm 7,97 ^a	6,27 \pm 7,52 ^a
NO ₃ (mg/L)	61,91 \pm 26,27 ^a	60,57 \pm 24,12 ^a	59,28 \pm 23,13 ^a	55,71 \pm 17,60 ^a	57,48 \pm 20,51 ^a	52,41 \pm 17,90 ^a
Si (mg/L)	0,08 \pm 0,06 ^c	0,16 \pm 0,07 ^{bc}	0,09 \pm 0,07 ^c	0,11 \pm 0,11 ^c	0,30 \pm 0,30 ^{ab}	0,38 \pm 0,34 ^a
Chl a (µg/L)	284,14 \pm 187,68 ^d	303,09 \pm 102,23 ^{cd}	384,26 \pm 161,42 ^{bc}	468,83 \pm 127,63 ^b	734,21 \pm 89,67 ^a	737,34 \pm 88,25 ^a
Densidade diária Tw	0 \pm 0 ^c	3,37 \pm 2,22 ^b	5,79 \pm 4,69 ^{ab}	0 \pm 0 ^c	4,37 \pm 2,65 ^{ab}	6,91 \pm 5,37 ^a

509

510



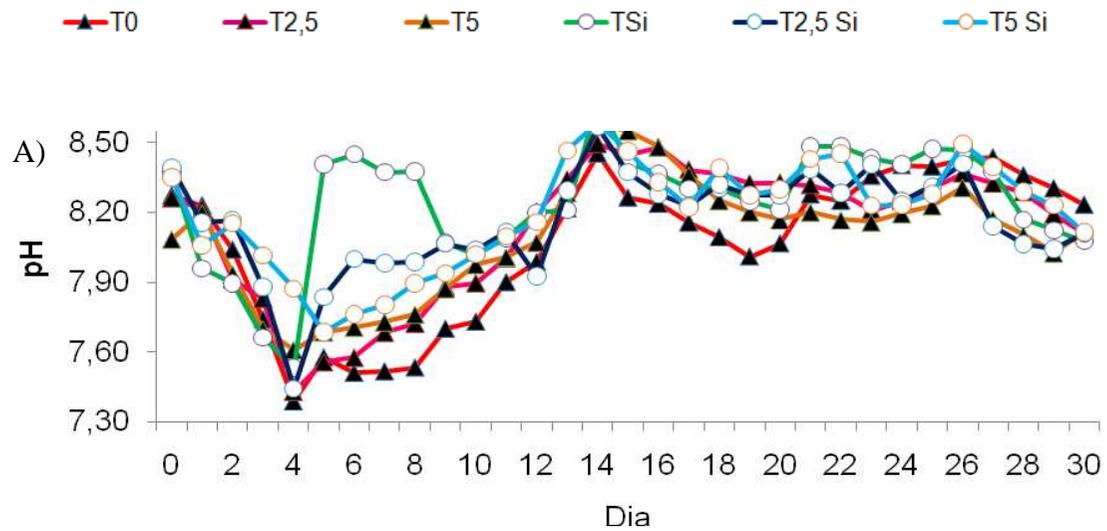
512

513 **Figura 1.** Valores de A) temperatura e B) O₂D da água no cultivo de *L. vannamei* em meio ao floco microbiano, ao longo de

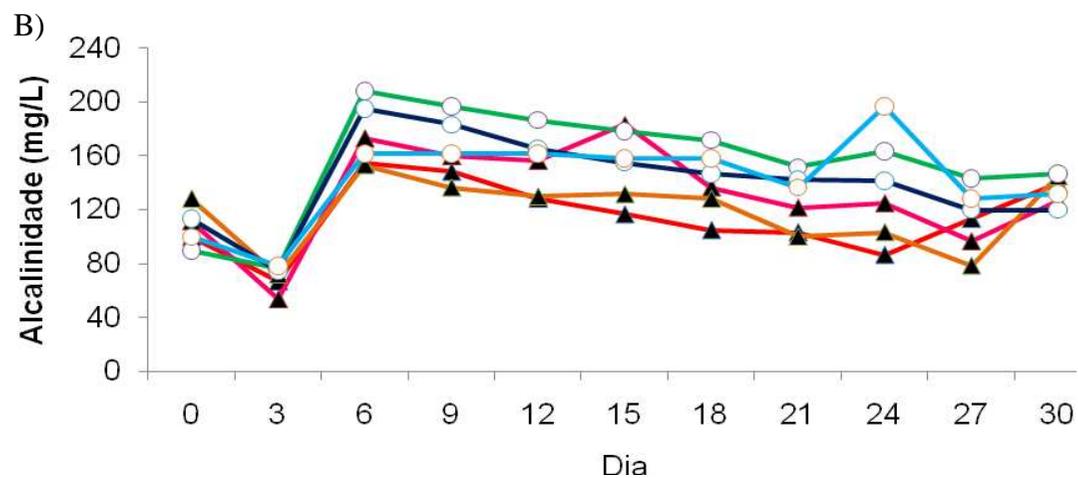
514

trinta dias de experimento.

515



516

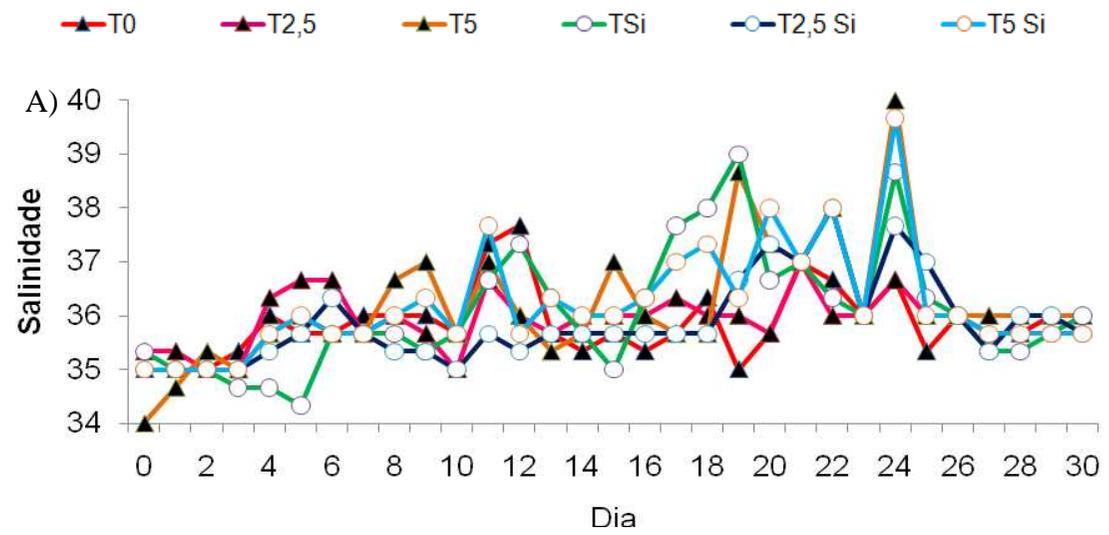


517

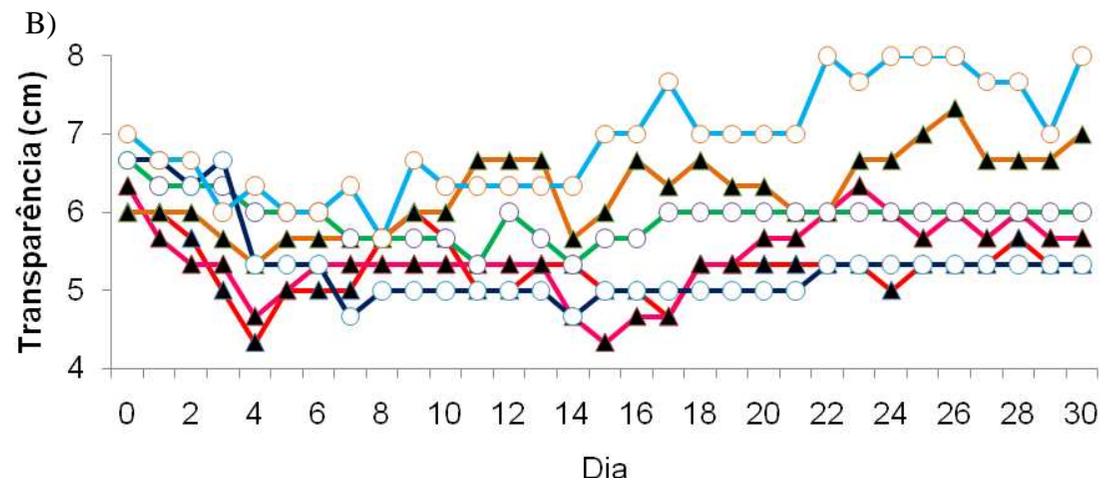
518 **Figura 2.** Valores de A) pH e B) alcalinidade no cultivo de *L. vannamei* em meio ao floco microbiano, ao longo de trinta dias

519 de experimento.

520



521



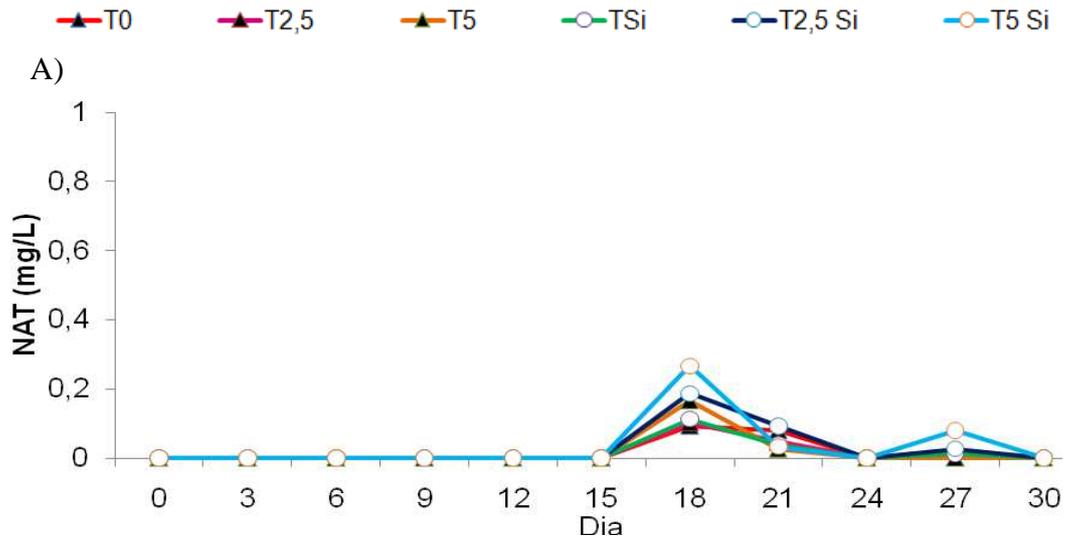
522

523

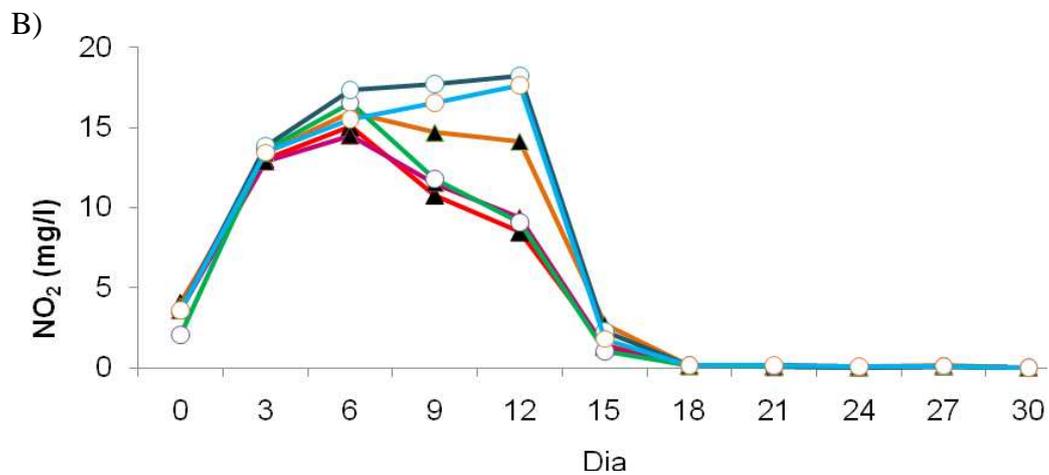
524

Figura 3. Valores de A) salinidade e B) transparência (Secchi) no cultivo de *L. vannamei* em meio ao floco microbiano, ao longo de trinta dias de experimento.

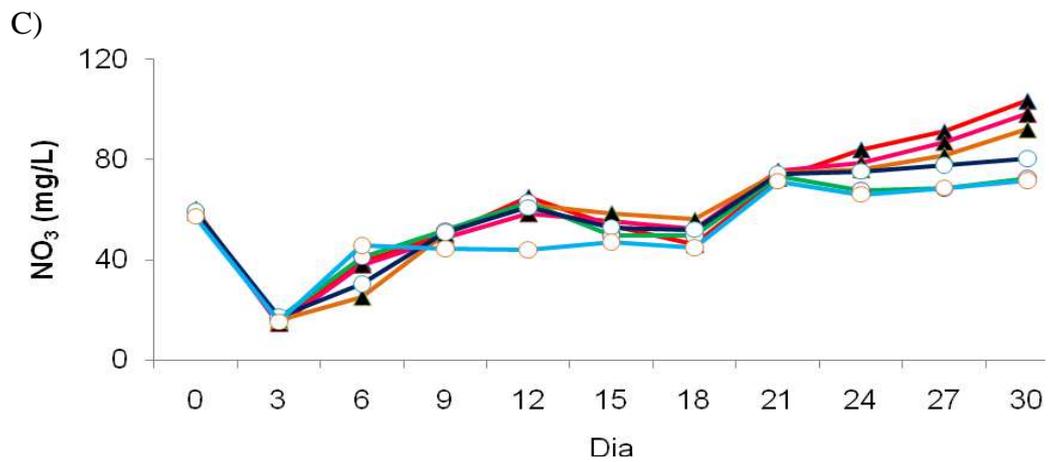
525



526



527



528

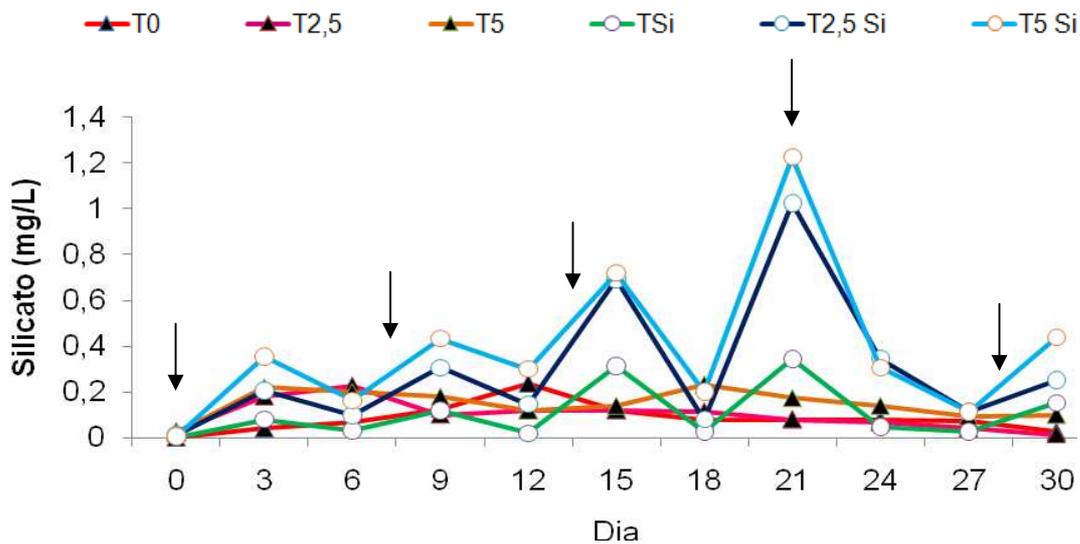
529 **Figura 4.** Valores de A) amônia total (NAT), B) nitrito (NO₂) e C) nitrato no cultivo de
530 *L. vannamei* em meio ao floco microbiano, ao longo de trinta dias de experimento.

531 4.2 SILICATO, CLOROFILA A E DENSIDADE DE *T. WEISSFLOGII*

532 Os valores de silicato variaram entre não detectado e 1,23 mg/L (Figura 5).
533 Apesar de o silicato ter sido adicionado nos tratamentos Si, 2,5 Si e 5 Si, o valor
534 médio do tratamento Si foi semelhante estatisticamente aos tratamentos Controle,
535 2,5 e 5, todos com baixos valores médios de silicato (0,08-0,16 mg/L). Já os
536 tratamentos 2,5 Si e 5 Si apresentaram médias mais altas e iguais, estatisticamente,
537 0,30 e 0,39 mg/L, respectivamente. Ao longo do tempo, houve incremento somente
538 nos tratamentos de acordo com a adição de silicato (Si, 2,5 Si e 5 Si), nos dias 1, 7,
539 14, 21 e 28 do experimento.

540

541



542

543 **Figura 5.** Valores de silicato no cultivo de *L. vannamei* em meio ao floco microbiano,
544 ao longo de trinta dias de experimento, onde as setas indicam as adições da solução
545 de silicato, a cada 7 dias.

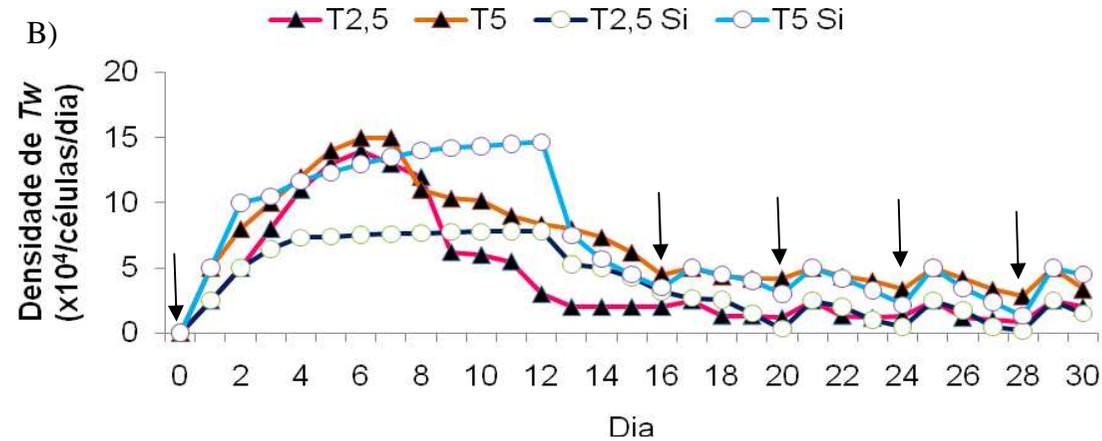
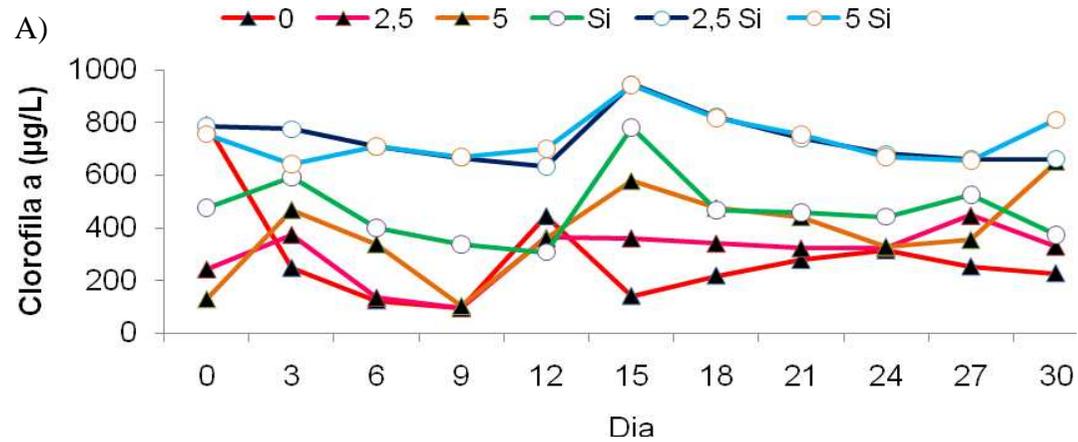
546

547 O teor de clorofila a (Figura 6A) variou entre 103 e 945 $\mu\text{g/L}$, com valores
548 sempre superiores a ($>300 \mu\text{g/L}$) nos tratamentos com silicato Si, 2,5 Si e 5 Si,
549 inclusive no tratamento sem inoculação de diatomáceas. O valor mais alto ao longo
550 do tempo foi registrado no dia 15, no tratamento 2,5 Si, com 945,4 $\mu\text{g/L}$. Além disso,
551 os valores encontrados nos tratamentos 2,5 Si e 5 Si foram similares, e superiores
552 estatisticamente de todos os tratamentos, que obtiveram maiores médias, 734,21 e
553 737,34 $\mu\text{g/L}$, respectivamente (Tabela 1).

554 Até o momento da inoculação da diatomácea *Thalassiosira weissflogii* nos
555 tanques de 200 L, as suas células (100 ± 20 cél/ml) eram aparentemente saudáveis,
556 com cloroplastos desenvolvidos, de aparência intacta, e parede celular conservada.
557 Nos tratamentos com inóculos (T 2,5; T 5; T 2,5 Si e T 5 Si) a população de *T.*
558 *weissflogii* apresentou inicialmente, um crescimento exponencial, alcançando os
559 maiores valores nos tratamentos com inóculo de 5×10^4 células (total) sem e com
560 adição do nutriente silicato (Figura 6B). O valor máximo (15 cél/ml) foi obtido em T5.
561 Nos tratamentos 2,5 e 5, a densidade das diatomáceas aumentou exponencialmente
562 de forma mais lenta (6 dias) do que no em 2,5 Si e 5 Si, no qual a densidade
563 máxima foi alcançada após 2-3 dias. A densidade diminuiu rapidamente em T 2,5, e
564 de forma mais gradativa em T 5, até o dia 16, quando foi realizada nova inoculação
565 de $0,5 \times 10^4$ células/mL em ambos os tratamentos. Mais três inoculações foram
566 efetuadas nos dias 20, 24 e 28, com pouco incremento na densidade de *T.*
567 *weissflogii*.

568 Nos tratamentos com adição de silicato (2,5 Si e 5 Si), a densidade das
569 diatomáceas aumentou exponencialmente até o terceiro dia em T 2,5 Si, e
570 estabilizou-se em aproximadamente $6,5 \times 10^4$ células/mL até o dia 12. Após, a
571 densidade foi reduzida gradativamente até o dia 20, quando houve nova inoculação
572 ($2,5 \times 10^4$ células/mL). Em T 5 Si, o aumento exponencial das diatomáceas durou
573 somente dois dias, mas as diatomáceas continuaram crescendo mais lentamente até
574 alcançar o valor máximo ($14,5 \times 10^4$ células/mL) também no dia 12. Após, houve uma
575 queda repentina e a reposição foi iniciada no dia 16 (2×10^4 células/mL), e continuada
576 nos dias 20, 24 e 28 como nos demais tratamentos.

577



578

579

580 **Figura 6.** Valores médios de três dias de A) clorofila a e diários da B) densidade de *T. weissflogii* nos cultivo de *L. vannamei*
 581 em meio ao floco microbiano. Setas indicam inoculações de *Tw* (0, 16, 20, 24 e 28 dias).

582 A taxa de crescimento da diatomácea *T. weissflogii* (Tabela 2) foi calculada
583 para o período de dois dias em todos os tratamentos para fins comparativos em sua
584 fase exponencial, apesar de a densidade máxima dos tratamentos 2,5 e 5 ser
585 atingida no dia 6. A maior taxa de crescimento foi observada no tratamento 5 Si (μ
586 1,91) e a mais baixa, no tratamento 5 (μ 0,75). Nos tratamentos com inóculo de T 2,5
587 e T 2,5 Si a velocidade de crescimento foi intermediária.

588

589 Tabela 2 – Taxa de crescimento estimada nos dois primeiros dias nos
590 tratamentos com inóculo de *T. weissflogii* e de silicato.

591

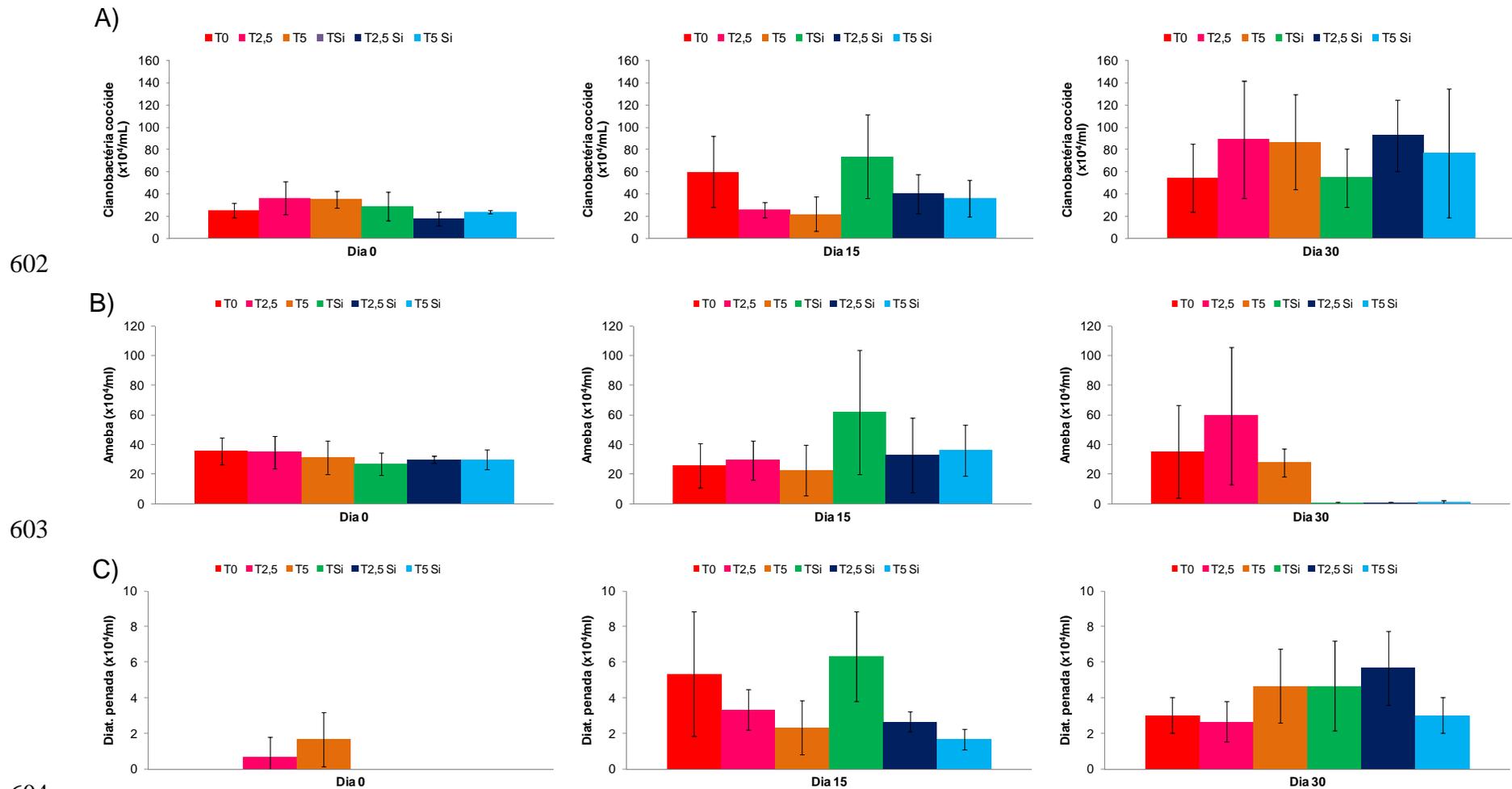
Tratamento	μ
T 2,5	1,83
T 5	0,75
T 2,5 Si	1,51
T 5 Si	1,91

592

593 4.3 OUTROS MICRO-ORGANISMOS

594

595 Além da diatomácea *T. weissflogii*, foram encontrados em maior abundância
596 cianobactérias cocóides (figura 7A), amebas atecadas com filópodes (figura 7B) e
597 diatomáceas penadas (figura 7C), cujas densidades médias não apresentaram
598 diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). É importante notar que a
599 densidade de cianobactérias e de amebas foi de três a cinco vezes maior do que a
600 da diatomácea *T. weissflogii*, a qual foi aproximadamente similar a das diatomáceas
601 penadas.



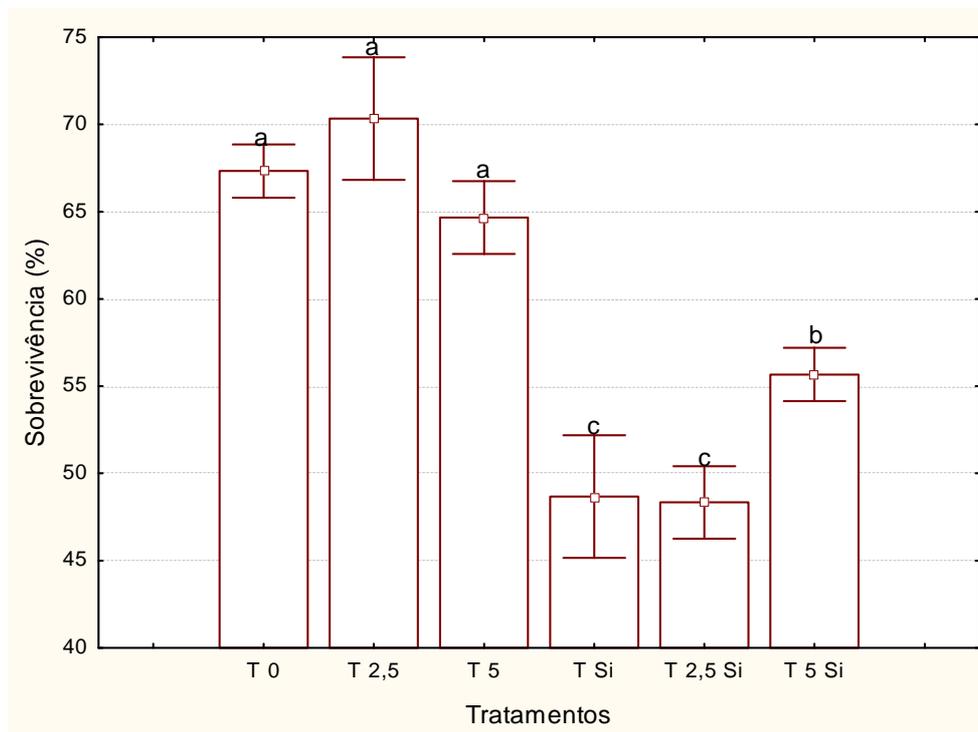
605 **Figura 7.** Valores médios da densidade ($\times 10^4/\text{cel}/\text{mL}$) de A) Cianobactéria cocóides, B) amebas e C) diatomáceas penadas
 606 encontradas em cada tratamento, através da contagem em câmara de Neubauer, em microscópio no cultivo de *L. vannamei*
 607 em meio ao floco microbiano no início (0), meio (15) e final do experimento (30).
 608

609 4.4 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE *L. VANNAMEI*

610

611 A taxa de sobrevivência de *L. vannamei* foi inferior a 75% em todos os
612 tratamentos, e em geral, os valores médios nos tratamentos com silicato foram
613 inferiores (48-55%) a aqueles nos quais somente houve a inoculação de
614 diatomáceas (64-70%). Entretanto, houve diferença estatística ($p>0,05$) entre os
615 tratamentos sem silicato (Controle, T 2,5 e T 5) e com silicato (T Si, T 2,5 Si e T 5
616 Si), e entre T 5 Si e os demais tratamentos com silicato (Figura 8).

617

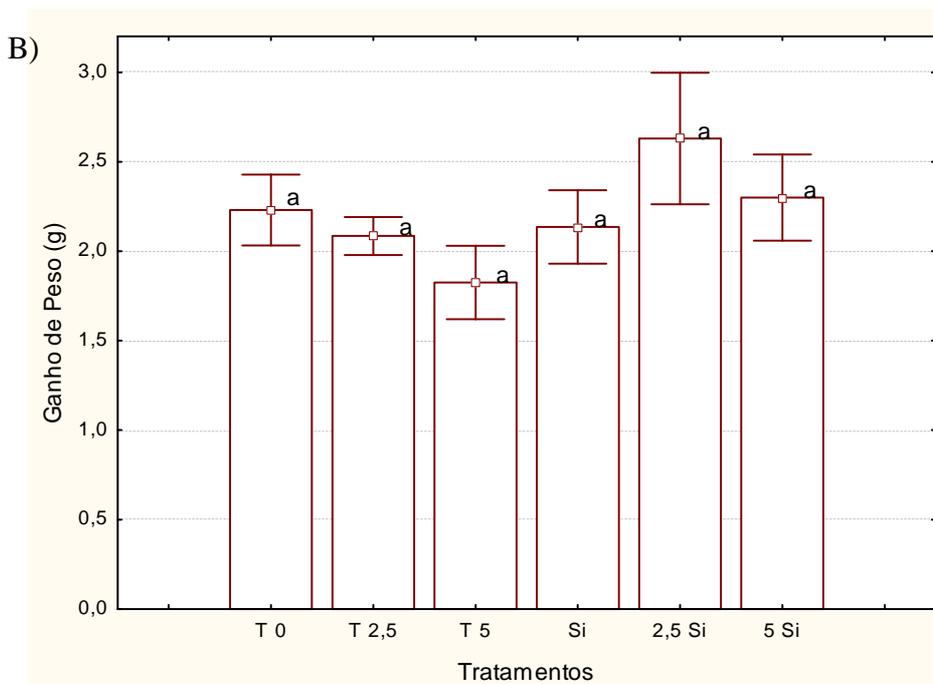
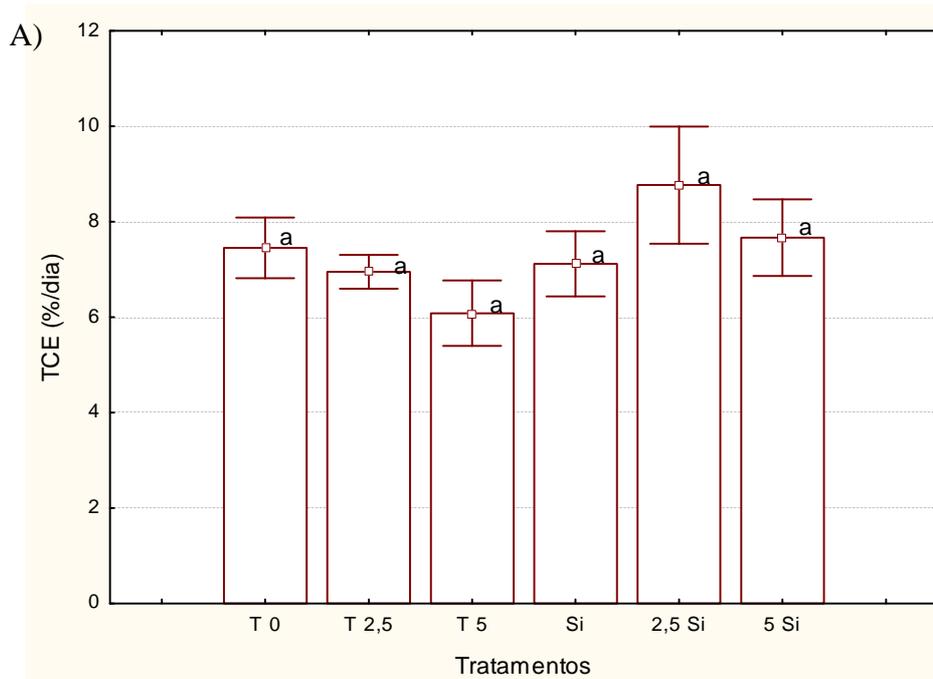


618

619 Figura 8. Taxa de sobrevivência (%) de *L. vannamei* nos tratamentos 0, 2,5, 5, Si,
620 2,5 Si e 5 Si, indicando as diferenças significativas determinadas pelas diferentes
621 letras.

622

623 A taxa de crescimento específico (TCE; Figura 9 A) variou de 6,08 a 8,76, e o
624 ganho de peso (Figura 9 B), variou de 1,82 a 2,63 g, sem apresentarem diferenças
625 estatísticas significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos.



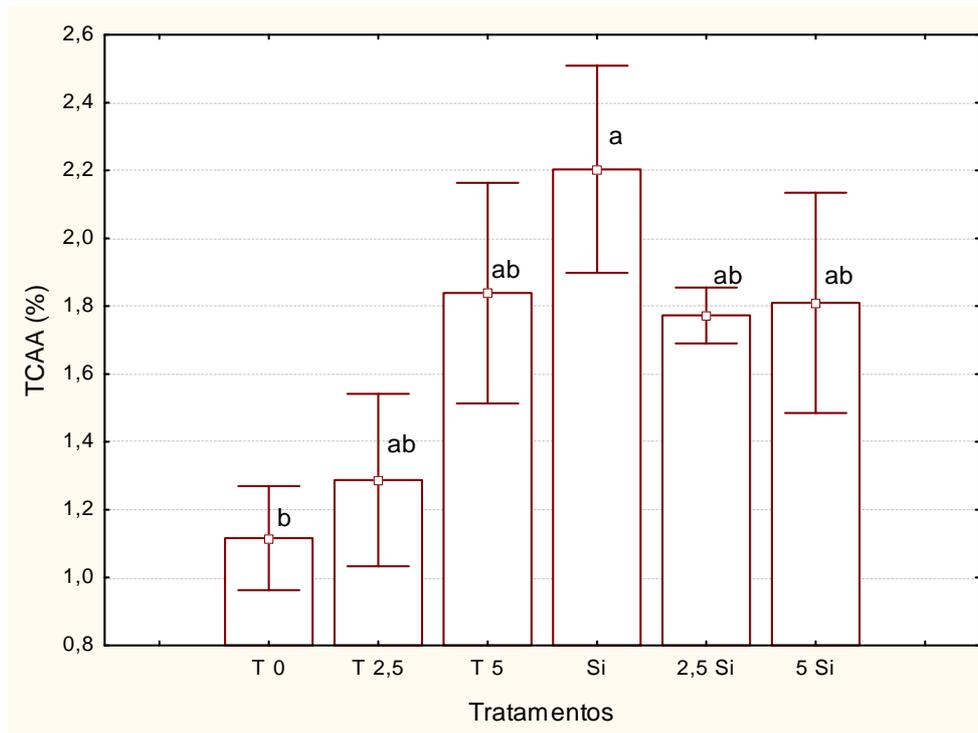
626

627

628 Figura 9. A) TCE - taxa de crescimento específico em dias e B) Ganho de Peso total
 629 em gramas, no cultivo de *L. vannamei* em meio ao flocos microbiano.

630

631 A taxa de conversão alimentar aparente (TCAA) (Figura 10) variou entre 1,11
 632 e 2,20 diferindo estatisticamente entre os tratamentos. Apesar das diferenças
 633 encontradas, o tratamento que obteve melhor conversão foi T 0 (controle) com o
 634 valor de 1,24.



635
 636
 637
 638

Figura 10. Taxa de Conversão Alimentar Aparente média (%), no cultivo de *L. vannamei* em meio ao flocos microbianos.

639 5 DISCUSSÃO

640 5.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

641

642 A temperatura desempenha papel fundamental para os organismos aquáticos,
643 pois os mesmos dependem desta variável para manter sua homeostase,
644 crescimento, taxa de alimentação, níveis de oxigênio e metabolismo (Arana 2010;
645 Laevastu & Hayes 1984; Lourenço 2006). Neste trabalho, os valores médios de
646 temperatura da água nos tanques estiveram entre 28 e 30° C, alcançando o valor
647 máximo de 32° C no tratamento 5 Si.

648 No cepário da EMA em culturas unialgais e temperatura controlada (25° C), o
649 crescimento de *Thalassiosira weissflogii* atingiu cerca de 100 células/mL em 4 dias.
650 Meinerz *et al.* (2006) demonstraram que a densidade celular de *T. weissflogii* em
651 cultivo em temperatura de 27° C foi o triplo do valor observado em temperatura de
652 22° C, indicando o seu potencial para crescimento em altos valores de temperatura.
653 No presente trabalho, a densidade de *T. weissflogii* caiu no dia 16, sendo necessária
654 a sua reposição em todos os tratamentos, independentemente da temperatura.
655 Portanto, outros fatores devem ter sido mais importantes para o seu crescimento.

656 Os valores de O₂ foram semelhantes nos diferentes tratamentos, exceto na
657 primeira semana, diferindo do encontrado por Godoy (2008) em sistemas com
658 renovação, que obteve um incremento no nível de O₂ após a segunda semana de
659 cultivo na presença de *Thalassiosira weissflogii* e *Chaetoceros muelleri*. Maicá *et al.*
660 (2011) também obtiveram maiores concentrações de O₂ dissolvido em sistema de
661 bioflocos, utilizando tanques circulares com mesmo volume, porém em salinidade
662 mais baixa.

663 Este fato, provavelmente, está relacionado com a maior respiração do
664 camarão e dos micro-organismos presentes em alta densidade, influenciando o
665 consumo de oxigênio dissolvido, diferente ao relatado por Burford *et al.* (2003), que
666 observaram que em cultivos com mais idade, assim como com reaproveitamento da
667 água, o consumo de oxigênio e o número de bactérias não aumentaram com a idade
668 do cultivo, provavelmente devido estes organismos retardarem ou estagnarem seu
669 crescimento, pela baixa disponibilidade de N. O presente estudo foi realizado em
670 estufa, que permanecia com as portas fechadas para minimizar a perda de calor,

671 assim o ambiente recebia menor incidência luminosa do que no experimento
672 realizado por Godoy (2008), o que também pode ter contribuído para a menor taxa
673 fotossintética e conseqüentemente menores níveis de oxigênio.

674 A faixa ideal de pH recomendada para a maioria dos organismos aquáticos
675 situa-se entre 6,5 a 8,5, sendo que este parâmetro determina vários fenômenos
676 químicos e biológicos (Arana 2010). Em águas marinhas, a flutuação do nível de pH
677 tende a variar menos devido a presença de HCO_3 , que funciona como um tampão.
678 Durante o dia, com a fotossíntese, o consumo do CO_2 reduz a quantidade de H^+
679 presente na água, aumentando o pH, durante a noite, quando não há consumo de
680 CO_2 , o pH diminui (Baldisserotto, 2002).

681 Conforme Van Wyk (2006) a alcalinidade é um dos fatores que influenciam a
682 biota do floco microbiano e segundo Van Wyk & Scarpa (1999), a alcalinidade total
683 de um cultivo não deve ser inferior a 100 ppm, corrigindo-se quando necessário. Por
684 outro lado para Arana (2010) a alcalinidade, não é um fator importante devido a
685 outros materiais que não os hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos.

686 Para *T. weissflogii* o pH aparentemente não alterou a sua densidade e
687 crescimento, pois as médias dos tratamentos com inoculação e/ou adição não
688 diferiram entre si, o mesmo ocorrendo com a salinidade, que também parece não ter
689 influenciado no desenvolvimento da *T. weissflogii* nos cultivos.

690 A transparência da água é um fator importante para o crescimento de
691 microalgas, pois a entrada de luz permite maior produtividade primária, melhorando
692 conseqüentemente o desempenho das espécies cultivadas. A transparência diferiu
693 entre os tratamentos, iniciando em sua maioria próximo a 8 cm, caindo ao longo do
694 tempo. O menor valor observado em T 2,5 Si, média estatisticamente similar ao
695 controle e T 2,5, resultou provavelmente do reuso da água, rico em matéria orgânica
696 e baixa incidência solar (estufa). Ao contrário, Godoy (2008) obteve um incremento
697 de transparência ao longo do tempo em tanques de maior volume, a céu aberto.

698 Em ambos os tratamentos a curva de crescimento das diatomáceas, se
699 sobrepõem à de nitrito, especialmente nos tratamentos com adição de silicato (T 2,5
700 Si e T 5 Si). Meinerz *et al.* (2006) observaram que a disponibilidade de nitrogênio
701 promoveu maior crescimento da microalga *T. weissflogii*. Além disso, Marzarotto *et*

702 *al.* (2010), demonstraram elevado crescimento desta espécie, chegando a 800µg/L
703 de Clorofila *a*, com diferentes fontes de nitrogênio em cultivo unialgal.

704 No início do experimento até o dia 3, houve um declínio de nitrato disponível e
705 um incremento de nitrito em todos os tratamentos e por mais tempo nos tratamentos
706 onde havia *T. weissflogii*, até cerca do dia 12. Assim, *T. weissflogii* aparentemente
707 apresenta a capacidade de excretar nitrito quando da disponibilidade de nitrato. O
708 mesmo foi observado por Aidar *et al.* (1991) que em cultura pura da diatomácea
709 *Phaeodactylum tricornutum* obtiveram excreção de nitrito quando da alta
710 disponibilidade de nitrato.

711

712 5.2. SILICATO, CLOROFILA A E DENSIDADE DE *T. weissflogii*

713

714 O teor de silicato adicionado (40 µmol/L ou 0,0006g/L) aparentemente não
715 influenciou significativamente a densidade máxima de *T. weissflogii*, conforme se
716 observa pela densidade das mesmas nos tratamentos 2,5 e 5, em comparação aos
717 2,5 Si e 5 Si. Entretanto, no tratamento 5 Si, as mesmas permaneceram por mais
718 tempo (12 dias) no cultivo e apresentaram a taxa de crescimento mais alta, nos dois
719 primeiros dias. Também ao longo do tempo, as inoculações periódicas de *T.*
720 *weissflogii* não resultaram em um aumento significativo de densidade decorrente do
721 crescimento da população, mas sim somente em aumentos resultantes da adição do
722 inóculo.

723 Ao contrário, Sánchez *et al.* (2003) utilizaram uma concentração superior
724 (300µmol/L) a deste trabalho e relataram uma ação estimulante do silicato ao
725 crescimento da diatomácea *Actinocyclus normanii*, da mesma forma como Moreira
726 (2007), com a concentração de silicato de 0,025 g/L. Este autor observou que
727 concentrações acima de 0,051 g/L de silicato de sódio retardam o desenvolvimento,
728 bem como podem levar à morte celular em *Thalassiosira fluviatilis* (= *T. weissflogii*).

729 A clorofila *a* é o pigmento mais importante para a fotossíntese, encontrado
730 nos cloroplastos de todas as espécies fotossintetizantes que absorvem a luz visível,
731 entre 380-750nm (Lourenço *et al.* 2002). Assim, todos os organismos
732 fotossintetizantes contidos no floco, contribuíram para os altos níveis de clorofila *a*
733 observados até mesmo nos tratamentos sem inoculação de diatomáceas. Os valores

734 mais altos foram encontrados nos tratamentos com silicato (Si, 2,5 Si e 5 Si), mas as
735 médias e desvios foram menores do que no controle e tratamentos 2,5 e 5. Altos
736 valores de clorofila em todos os tratamentos também foram observados por Godoy
737 (2008), porém neste caso houve um aumento significativo no tratamento com
738 diatomáceas.

739 Em ambos os tratamentos a curva de crescimento das diatomáceas, se
740 sobrepõem a de nitrito, especialmente nos tratamentos com adição de silicato (T 2,5
741 Si e T 5 Si). Meinerz *et al.* (2006) observaram que a disponibilidade de nitrogênio
742 promoveu maior crescimento da microalga *T. weissflogii*. Além disso, Marzarotto *et*
743 *al.* (2010), demonstraram elevado crescimento desta espécie, chegando a 800µg/L
744 de Clorofila *a*, com diferentes fontes de nitrogênio em cultivo unialgal. A taxa de
745 crescimento exponencial foi mais lenta nos tratamentos 2,5 e 5 (sem silicato) e, em
746 todos os tratamentos, foi necessário repor *T. weissflogii*, sendo o tempo de
747 permanência em fase exponencial entre 2 dias (T 2,5 Si e T 5 Si) e 6 dias (T 2,5 e T
748 5), posteriormente estabilizando-se no primeiro.

749 Silva *et al.* (2009) testaram inóculos de diferentes concentrações de *T.*
750 *weissflogii* na larvicultura de *L. vannamei* em água clara, e concluíram que a maior
751 densidade testada (2×10^4 células/mL) pode causar prejuízo devido à degradação da
752 qualidade da água pela própria introdução de inóculo, acarretando acúmulo de
753 nutrientes e o aumento de bactérias. No presente trabalho com BFT, a taxa de
754 sobrevivência do *L. vannamei* no tratamento 5, a mais alta em densidade (15×10^4
755 células/mL), não diferiu dos tratamentos sem inóculo de *T. weissflogii* (controle e Si).

756

757 5.3 OUTROS MICRO-ORGANISMOS

758 As cianobactérias estiveram presentes em alta densidade desde o início e são
759 comumente encontradas em cultivos intensivos. Dependendo das espécies
760 presentes, elas podem causar a mortalidade dos camarões por impedir a troca
761 gasosa nas brânquias (aderindo a parede), ou liberar toxinas e modificar o gosto dos
762 aquícolas (Smith *et al.* 2008), além disso competem por espaço nos cultivos e
763 podem também ter influenciado a permanência de *T. weissflogii*.

764 As amebas com filópodes de vida livre (= pseudópodos estreitos, algumas
765 vezes ramificados, típicos de amebas pequenas, Ruppert *et al.* 2005), são

766 heterotróficas e se alimentam de pequenas bactérias, algas, diatomáceas, ciliados,
767 flagelados e até mesmo de pequenos metazoários como rotíferos e nematódeos.
768 Essas amebas são tipicamente associadas a superfícies no seu estado ativo de
769 alimentação, e podem ingerir bactérias em taxa relativamente elevada, em locais
770 onde ciliados e metazoários não atuam (Decamp *et al.* 2006). Estiveram presentes
771 em alta densidade desde o início, diferindo do encontrado por Godoy (2008), que
772 observou estes organismos somente na última semana, com o mesmo período
773 experimental. A causa mais provável, foi a água utilizada, proveniente de cultivo pré
774 existente. Pode-se supor que a grande densidade de amebas presentes nos
775 cultivos, somada a densidade de cianobactérias, impediram um melhor crescimento
776 da diatomácea *Thalassiosira weissflogii*.

777

778 5.4 DESEMPENHO ZOOTECNICO DO *Litopennaeus vannamei*

779 A alta temperatura observada no experimento não deve ter afetado
780 negativamente o crescimento e sobrevivência de *L. vannamei*, pois Wyban *et al.*
781 (1995) observaram que para camarões com peso inferior a 5 g, a temperatura ideal
782 pode ser superior a 30° C. Os níveis de O₂ dissolvido na água também se
783 apresentaram adequados, considerando-se a recomendação do nível mínimo de 5
784 mg/L para cultivos de camarões (Cheng *et al.* 2003, Zhang *et al.* 2006), bem como o
785 valor de pH. Wasielesky Jr. *et al.* (2006b) recomendam níveis de pH para cultivo de
786 camarão *L. vannamei* em meio a bioflocos, acima de 7,0, e ressaltam que níveis
787 abaixo deste valor podem prejudicar o crescimento e a conversão alimentar.

788 Tanto a alcalinidade, transparência e salinidade parecem não ter exercido
789 influência no desempenho zootécnico dos camarões. *L. vannamei* apresenta
790 resposta eurihalina e durante a sua fase juvenil, o seu ponto isosmótico situa-se em
791 águas com salinidade entre 18 e 22 (Barbieri Júnior e Ostrensky Neto, 2002), mas
792 pode ser cultivado em valores de salinidade entre 5 e 35 (Bray *et al.* 1994, Ponce-
793 Palafox *et al.* 1997). Maicá *et al.* (2011) avaliando o sistema de BFT em baixa
794 salinidade, constataram que a salinidade 25 foi favorável a produção do camarão,
795 mas também é possível obter-se índices satisfatórios no mesmo sistema de cultivo
796 em salinidade 4.

797 A baixa taxa de sobrevivência ocorreu provavelmente em função do alto teor
798 de nitrito no sistema, ultrapassando a recomendação de Van Wyk (1999). Maicá *et*
799 *al.* (2011) obtiveram perda total dos animais cultivados em salinidade zero, quando o
800 nitrito foi elevado. Apesar da baixa taxa de sobrevivência, a taxa de crescimento
801 específico dos sobreviventes foi alta, próxima do valor obtido por Krummenauer *et al.*
802 (2010) em cercados com menor densidade de camarão. De acordo com Vinatea
803 Arana (2010), um nível de nitrito superior a 2 mg/L pode ter efeito adverso na taxa
804 de metamorfose. Já para Lin e Chen (2003), após a realização de testes de LC₅₀
805 com *L. vannamei* em 96 horas, propuseram que o nível de segurança, na salinidade
806 35 pode ser mais elevado (25,7 mg/L). Entretanto, Vinatea *et al.* (2010), relataram a
807 redução no crescimento dos camarões brancos *L. vannamei* com nitrito variando de
808 0,72 a 9,49 mg/L, em salinidade 33. No presente estudo, considerando a exposição
809 crônica que os camarões sofreram durante 17 dias, este foi provavelmente o
810 principal parâmetro que influenciou a sobrevivência e crescimento dos camarões no
811 sistema de cultivo com bioflocos.

812 O padrão observado na variação de nitrito é similar ao de outros trabalhos em
813 meio a bioflocos (Jimenez 2009; Krummenauer *et al.* 2009; Seifert Júnior 2010). O
814 seu alto teor no início provavelmente foi resultante do reaproveitamento da água,
815 que contava com uma flora microbiana previamente estabelecida, composta de
816 bactérias nitrificantes que transformaram a amônia em nitrito. O efeito do nitrito como
817 inibidor crescimento dos camarões é conhecido (Jiang *et al.* 2000; Chen *et al.*, 2006;
818 Mallasen & Valenti 2006).

819 O nitrato, como produto final da oxidação da amônia (Vinatea Arana 2010)
820 pode tornar-se tóxico quando em alta concentração em sistemas fechados. Colt &
821 Armstrong (1981) constataram efeitos tóxicos do nitrato (1000 - 3000 mg/L) na
822 osmorregulação e transporte de oxigênio em animais aquáticos, que apresentaram
823 LC₅₀ após 96 h. Van Wyk & Scarpa (1999) recomendam nível de segurança de 60
824 mg/L e no presente estudo, o teor de nitrato atingiu 103,5 mg/L no último dia, no
825 tratamento controle. Entretanto, o efeito da alta concentração de nitrato não foi
826 deletério, uma vez que a maior taxa de sobrevivência coincidiu com valor mais alto
827 (98,2 mg/L, T 2,5) e a menor taxa foi observada com menor nível de nitrato (72,48
828 mg/L, T Si).

829 A adição de silicato parece ter alterado negativamente a sobrevivência, pois
830 nos tratamentos com a sua adição, foram observados os menores índices de
831 sobrevivência. O acréscimo de silicato parece também ter alterado negativamente a
832 TCAA do camarão *L. vannamei*, pois os tratamentos em que havia inoculação
833 obtiveram altas taxas de conversão alimentar aparente. Ao contrário, a
834 sobrevivência parece não ter sido influenciada pela densidade de *T. weissflogii*,
835 indicando que a fotossíntese e a respiração na coluna da água não tem impacto
836 significativo sobre a produtividade do camarão, assim como observado por Vinatea
837 *et al.* (2010).

838 Apesar do efeito negativo na sobrevivência dos camarões, o ganho de peso
839 foi relativamente alto e não diferiu significativamente entre os tratamentos. Em
840 outros estudos, a concentração dos compostos nitrogenados ocasionou a redução
841 no crescimento dos camarões brancos *L. vannamei* (Godoy 2008, Ferreira 2008,
842 Maicá *et al.* 2011, Suita 2009, Vinatea *et al.* 2010). A redução da densidade de
843 camarões pode ter afetado positivamente o ganho de peso daqueles que
844 sobreviveram nos tanques. Apesar de debilitados pela alta concentração de nitrito,
845 estes camarões estavam sujeitos a menor competição por espaço e alimento e se
846 alimentaram adequadamente, permitindo o seu bom crescimento após a redução do
847 nitrito, nas duas últimas semanas do experimento.

848 Vinatea *et al.* (2010) observaram uma relação entre a taxa de conversão
849 alimentar e a redução de crescimento dos camarões brancos *L. vannamei* com a
850 presença de nitrito (0,72 - 9,49 mg/L), quanto maior o nitrito, maior também foi a
851 conversão alimentar e menor o ganho de peso adquirido pelos animais. No presente
852 trabalho, a taxa de conversão alimentar aparente foi alta (1,11 – 2,20), mas próxima
853 a encontrada em sistemas de bioflocos em densidade similar, por outros autores
854 como Wasielesky *et al.* (2006a), com taxa de conversão variando de 1,06 a 1,03 e
855 por Suita (2009) de 1,67 a 2,21. Krummenauer *et al.* (2010) observaram a menor
856 taxa de conversão (2,01), em fase inicial de cultivo e baixa densidade (10 camarões
857 m⁻²). Outros autores encontraram taxas inferiores: 0,47 por Godoy (2008) e 0,81 por
858 Maicá *et al.* (2011), trabalhando com as mesmas densidades.

859

860 **5 CONCLUSÃO**

861 Os parâmetros físicos e químicos da água não exerceram influencia no
862 sistema de cultivo com bioflocos, exceto a concentração de nitrito;

863 A inoculação periódica de *T. weissflogii* no meio não garantiu que a densidade
864 das mesmas aumentasse e nem que elas permanecessem no sistema ao longo de
865 todo o experimento. A adição periódica de silicato não resultou em maior densidade
866 de *T. weissflogii* em sistema de cultivo com bioflocos, no entanto *T. weissflogii*
867 permaneceu em alta densidade por um período mais longo nos tratamentos com
868 adição de silicato, comparado aos tratamentos sem adição de silicato.

869 A composição microbiana do sistema de cultivo com bioflocos era composta
870 por cianobactérias, amebas e diatomáceas penadas. A população de cianobactérias
871 aumentou ao longo do tempo, dominando o sistema até o final do experimento.

872 O acréscimo de *T. weissflogii* bem como de silicato inorgânico, não
873 influenciaram nos parâmetros ganho de peso e crescimento específico dos
874 camarões. No entanto o acréscimo de silicato parece ter alterado negativamente a
875 sobrevivência e a TCAA do camarão *L. vannamei*.

876

877 **6 PERSPECTIVAS**

878

- 879
- Avaliar a manutenção de outras diatomáceas nos flocos microbianos;
- 880
- Verificar a influência as cianobactérias nos flocos microbianos;
- 881
- Examinar o conteúdo estomacal dos camarões, quanto a presença de
- 882
- diatomáceas e outros micro-organismos.

883

884 **7 REFERÊNCIAS**

885

886 AIDAR, E, R EHRLICH, CS ASANO & TCS SIGAUD. 1991. Variação da composição
887 química do meio de cultra e da bioquímica celular de *Phaeodactylum tricornutum*
888 (Bohlin), em cultivos estanques. Bol. Inst. Oceanogra., São Paulo, 39 (2): 131-139.

889

890 ALLDREDGE, AL & MW SILVER. 1988. Characteristics, Dynamics and Significance
891 of Marine Snow. Progress In Oceanography, 20: 41-82.

892

893 AMINOT, A & CHAUSSEPIED, M. 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu
894 marin. Brest: CNEXO, 379p.

895

896 AVNIMELECH, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture
897 systems. Aquaculture, 176: 227-235.

898

899 BAGENAL, TB & FW TESCH. 1978. Age and growth, in Bagenal, T.B. (ed.), Methods
900 for the assessment of fish production in fresh waters. *IBP Handbook*, n.3.

901

902 BALDISSEROTTO, B. 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Ed. UFSM,
903 Santa Maria, 212p.

904

905 BARBIERI JÚNIOR, RC & A OSTRENSKY NETO. 2002. Camarões marinhos:
906 engorda. Aprenda fácil, Viçosa, vol.2, 370p.

907

908 BRAY, WA, AL LAWRENCE & JR LEUNG-TRUJILLO. 1994. The effect of salinity on
909 growth and survival of *Litopenaeus vannamei* with observations on the interaction of
910 IHVN virus and salinity. Aquaculture, 122:136-146.

911

912 BROWN, MR, SW JEFFREY, JK VOLKMAN & GA DUNSTAN. 1997. Nutritional
913 properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151: 315-331.

914

915 BROWN, MR. 2002. Nutritional Value and Use of Microalgae in Aquaculture. In: LE
916 CRUZ-SUÁREZ, D RICQUE-MARIE, M TAPIA-SALAZAR, MG GAXIOLA-CORTÉS,
917 N SIMOES (Eds). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memórias de VI Simposium
918 Internacional de Nutrición Acuícola, Cancún, Quintana Roo, México.
919

920 CASTILHO, GG, PEREIRA, LA & PIE, MR. 2008. Aquicultura, segurança alimentar
921 sanidade e meio ambiente. In: OSTRENSKY, A, BORGHETTI, JR & SOTO, D. (Ed.).
922 Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer. Organização das Nações Unidas para
923 Agricultura e Alimentação (FAO), Brasília, 276p.
924

925 CHEN, S, J LING, & JP BLANCHETON. 2006. Nitrification kinetics of biofilm as
926 affected by water quality factors. *Aquacultural Engineering*, 34: 179–197.
927

928 CITADIN, C, ERP ALMEIDA, J SILVA-WERNECK, NF MARTINS, RB DERNER, R
929 TOGAWA & DC MONTE. 2008. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 – clonagem
930 e caracterização do primeiro gene da via de síntese na microalga marinha
931 *Thalassiosira fluviatilis*. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Recursos*
932 *Genéticos e Biotecnologia*, Brasília, 20p.
933

934 COHEN, JM, TM SAMOCHA, JM FOX, RL GANDY & AL LAWRENCE.
935 Characterization of water quality factors during intensive raceway production of
936 juvenile *Litopenaeus vannamei* using limited discharge and biosecure management
937 tools. *Aquacultural Eng.*, 32: 425-442.
938

939 COLT, J & ARMSTRONG. 1981. Nitrogen toxicity to crustaceans, fish and mollusc.
940 In: ALLEN, L & E KINNEY (Ed). *Proceedings of the bioengineering symposium for*
941 *fish culture*. Fish Culture Section of the American Fisheries Society, Bethesda,
942 Maryland, USA. p 34-47.
943

944 COUTTEAU, P. 1996. Micro-algae. In: LAVENS, P.; SORGELOOS, P. *Manual on the*
945 *production and use of live food for aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper, n.
946 361. Rome, FAO. 295p.

947
948 DECAMP, OE, CA OTOSHI & SM MOSS. 2006. Protozoans and meiofauna
949 inhabiting a bead filter: A preliminary investigation of their role as potential
950 bioindicators of shrimp production system health. J. World Aquac. Soc., 37: 481-489.
951

952 DERNER, RB, S OHSE, M VILLELA, SM CARVALHO & R FETT. 2006. Microalgas,
953 produtos e aplicações. Ciência Rural, 36: 1959-1967.
954

955 DIEGUES, AC. 2006. Para uma aquicultura sustentável do Brasil. São Paulo:
956 NUPAUB – Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas
957 Úmidas Brasileiras – USP, 3. 26p.
958

959 FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
960 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. Rome, 218p.
961

962 FERREIRA, LMH. 2008. Formação de flocos microbianos em cultivo do camarão-
963 rosa *Farfantepenaeus paulensis* e do camarão-branco *Litopenaeus vannamei*.
964 Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal do Rio Grande
965 (FURG). 57p.
966

967 FRYXELL, G.A. & GR HASLE. 1977. The genus *Thalassiosira*: some species with a
968 modified ring of central strutted processes. Nova Hedwigia, Beihefte, 54: 67-98.
969

970 GODOY, LC. 2008. Desempenho do camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*)
971 cultivado em meio de diatomáceas ou flocos microbianos com mínima troca de água.
972 Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal do Rio Grande
973 (FURG). 73p.
974

975 GODOY, LC, C ODEBRECHT, TG MARTINS, E BALLESTER, PC ABREU & W
976 WASIELESKY JR. 2010a. Tecnologia de bioflocos: criação sustentável de camarões
977 marinhos. In: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura III (AquaCiência

978 2008). Ed: JEP CYRINO, WM FURUYA, RP RIBEIRO & JD SCORVO FILHO.
979 Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. 335p.
980
981 GODOY, LC, C ODEBRECHT, TG MARTINS, E BALLESTER, PC ABREU & W
982 WASIELESKY JR. 2010b. Bioflocos: mecanismos de formação, caracterização da
983 comunidade microbiana e valor nutricional. In: Tópicos Especiais em Biologia
984 Aquática e Aquicultura III (AquaCiência 2008). Ed: JEP CYRINO, WM FURUYA, RP
985
986 GUILLARD, RRL. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates.
987 In: Culture of Marine Invertebrates Animals. Eds: Smith, W.L. & Chanley, M.H.
988 Plenum Publishing, New York, 29-60p.
989
990 GUILLARD, RRL. 1978. Counting slides. In: Phytoplankton manual. Ed: SOURNIA,
991 A. Unesco, 337p.
992
993 JIANG, DH, AL LAWRENCE, WH NEILL, & H GONG. 2000. Effects of temperature
994 and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of
995 Experimental Marine Biology and Ecology, 253: 193–209.
996
997 JIMENEZ, MAV. 2009. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa do golfo do
998 México *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) cultivado em sistema bft (bio-
999 floc technology). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Rio Grande.
1000 FURG.113p.
1001
1002 KRUMMENAUER, D, RO CAVALLI, ELC BALLESTER & W WASIELESKY JR. 2009.
1003 Feasibility of pacific white shrimp culture in southern Brazil: effects of stocking
1004 density and a single or a double CROP management strategy in earthen ponds.
1005 Aquaculture Research, 41: 240-248.
1006
1007 LAEVASTU, T & HAYES, M. 1984. Effects of environmental factors on fish. In:
1008 Fisheries, oceanography and ecology. London: Fishing News Books LTD, 5-23p.
1009

1010 LALLI, CM & PARSONS, TR. 1993. Biological oceanography: an introduction.
1011 Butterworth & Heinemann Ltd. 301 p.
1012

1013 LIN, Y, CHEN, J. 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone)
1014 juveniles at different salinity levels. Aquaculture, n 224, p 193-201.
1015

1016 LOURENCO, S, E BARBARINO, J MANCINI-FILHO, K SCHINKE & E AIDAR. 2002.
1017 Effects of different nitrogen sources on the growth and biochemical profile of 10
1018 marine microalgae in batch culture: an evaluation for aquaculture. Phycologia 41:
1019 158–168.
1020

1021 LOURENÇO, S. 2006. Cultivo de microalgas marinhas – princípios e aplicações.
1022 Rima, São Carlos, 606p.
1023

1024 MAICÁ, PF, M BORBA & W WASIELESKY JR. 2011. Effect of low salinity on
1025 microbial flocs composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone)
1026 juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. Aquaculture
1027 Research, 42: 1-10.
1028

1029 MALLASEN, M & WC VALENTI. 2006. Effect of nitrite on larval development of the
1030 giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture, 261: 1292-1298.
1031

1032 MARCHIORI, MA. 1996. Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão rosa
1033 *Penaeus paulensis* Pérez- Farfante, 1967. Rio Grande: FURG, 79p.
1034

1035 MARZAROTTO, SA, GAF LEMES, LV BORGES, CA ISLABÃO & VMT GARCIA.
1036 2010. Crescimento de *Nannochloropsis oculata* e *Thalassiosira weissflogii*,
1037 cultivadas sob diferentes fontes de nitrogênio. Anais IV Congresso Brasileiro de
1038 Oceanografia. Rio Grande, n 188, 3p.
1039

1040 MEINERZ, LI, C ODEBRECHT, W WASIELESKY JR & PC ABREU. 2006. Efeito de
1041 diferentes condições de cultivo sobre crescimento da microalga *Thalassiosira*
1042 *weissflogii* Fryxell & Hasle. Anais Aquaciência, Bento Gonçalves, área 20, ref. 2226.
1043

1044 MEINERZ, LI, ELC BALLESTER, LJ VAZ & W WASIELESKY JR. 2009. Efeitos da
1045 temperatura sobre a absorção de nutrientes e crescimento celular da microalga
1046 *Thalassiosira weissflogii*. Atlântica, Rio Grande, 31:2: 209-212.
1047

1048 MISSAEL, GA, RL TERESITA, AV LÁZARO & PN ROSA. 2009. Evaluación del
1049 crecimiento de *Thalassiosira fluviatilis* en tres salinidades diferentes. REDVET,
1050 Revista electrónica de Veterinaria, 10, 4. Disponível em:
1051 <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040409.html>. Acesso em: 26/07/2009.
1052

1053 MOREIRA, RT. 2007. Eficiência do crescimento da microalga *Thalassiosira fluviatilis*
1054 em dois diferentes meios de cultivo com variação na concentração de sílica.
1055 Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará,
1056 Fortaleza, 29p.
1057

1058 MULLER-FEUGA, A. 2000. The role of microalgae in aquaculture: situation and
1059 trends. *J. Appl. Phycol.*, 12: 527-534.
1060

1061 NAYLOR, RL, RW HARDY, DP BUREAU, A CHIU, M ELLIOT, AP FARRELL, I
1062 FORSTER, DM GATLIN, RJ GOLDBURG, K HUA & PD NICHOLS. 2009. Feeding
1063 aquaculture in an era of finite resources. PNAS, 106: 15103–15110
1064

1065 ODEBRECHT, C, M BERGESCH, S MEDEANIC & PC ABREU. 2010. A comunidade
1066 de microalgas. In: O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações.
1067 Eds. Odebrecht, C & U Seelinger. FURG, Rio Grande, 51-63p.
1068

1069 PONCE-PALAFIX, J, CA MARTINEZ-PALCIOS & LG ROSS. 1997. The effects of
1070 salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp,
1071 *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture*, 157: 107-115.

1072
1073 RUPPERT, EE, RS FOX & RD BARNES. 2005. Zoologia dos invertebrados: uma
1074 abordagem funcional-evolutiva. 7º. Ed. São Paulo, Roca Ltda, 1145p.
1075
1076 SÁNCHEZ, GE, E MORALES, G GUILLOT & LA VIDAL. 2003. Respuesta de la
1077 diatomea *Actinocyclus normanii* hustedt, a las variaciones en la densidad celular
1078 inicial, concentración de salinidad, silicato y fosfato en condiciones de laboratorio.
1079 Bol. Invest. Mar. Cost. 32: 169-181.
1080
1081 SCHRYVER, P, R CRAB, T DEFOIRDT, N BOON & W VERSTRAETE. 2008. The
1082 basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquaculture 277:
1083 125–137.
1084
1085 SEIFERT JÚNIOR, CA. 2010. Cultivo de camarões marinhos em sistema de
1086 bioflocos: análise do reuso de água. Monografia (Graduação em Oceanologia).
1087 Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, 42p.
1088
1089 SILVA, BC; RC ANDRE, F BELETTINI, CC BUGLIONE, A JATOBÁ, FN VIEIRA; ER
1090 ANDREATTA, RB DERNER & JL MOURIÑO. 2009. Utilização de *Thalassiosira*
1091 *weissflogii* em larvicultura de *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931). Atlântica, Rio
1092 Grande, 31(1) 39-50.
1093
1094 SOKAL, RR & FJ ROHLF. 1969. Biometry. Principle and practices of statistics in
1095 biological research. W. H. Freeman & Co., 776p.
1096
1097 STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of seawater
1098 analysis. Fish. Res. Board of Canada. Ottawa. 310p.
1099
1100 SUITA, SM. 2009. O uso da Dextrose como fonte de carbono no desenvolvimento de
1101 bio-flocos e desempenho do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em
1102 sistema sem renovação de água. Dissertação (Mestrado em Aquicultura).
1103 Universidade Federal do Rio Grande (FURG). 49p.

1104
1105 UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1983.
1106 Chemical methods for use in marine environmental monitoring – Intergovernmental
1107 Oceanographic Commission. Manuals and guides. 56p.
1108
1109 VAN WYK, P & J SCARPA. 1999. Water quality and Management. In: Farming
1110 Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Florida Department of
1111 Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, 128-138p.
1112
1113 VAN WYK, P. 2006. Production of *L. vannamei* in recirculating aquaculture systems:
1114 management and design considerations. In: Proceedings of the 6 th International
1115 Conference Recirculating Aquaculture. Virginia Tech University, Blacksburg, Virginia,
1116 38-47p.
1117
1118 VINATEA ARANA, L. 2010. Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas.
1119 Florianópolis, UFSC. 238p.
1120
1121 VINATEA, L, AO GÁLVEZ, CL BROWDY, A STOKES, J VENERO, J HAVEMAN, BL
1122 LEWIS, A LAWSON, A SHULER & JW LEFFLER. 2010. Photosynthesis, water
1123 respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive
1124 raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables.
1125 Aquacultural Engineering, 42:17-24.
1126
1127 WASIELESKY JR. W, H ATWOOD, A STOKES & CL BROWDY. 2006a. Effect of
1128 natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-
1129 intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 258:
1130 396–403.
1131
1132 WASIELESKY JR, W, H ATWOOD, R KEGL, J BRUCE, A STOKES & C BROWDY.
1133 2006b. Efeito do pH na sobrevivência e crescimento do camarão branco *Litopenaeus*
1134 *vannamei* em cultivos superintensivos. Anais Aquaciência, Bento Gonçalves, área
1135 20, ref. 2646.

1136

1137 WELSCHMEYER, NA. 1994. Fluorometric analysis of chlorophyll a in the presence of
1138 chlorophyll b and pheopigments. *Limnol. Oceanogr.*, 39: 1985-1992.

1139

1140 ZHANG, P, X ZHANG, J LI & G HUANG. 2006. The effects of body weight,
1141 temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of
1142 whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture* 256: 579-587.