

1
2

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

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



Eficiência de rações comerciais para sistemas superintensivos com diferentes níveis proteicos no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em meio aos bioflocos e sua influência na comunidade microbiana

Rayssa Dantas de Lira

RIO GRANDE-RS
2023

4

5

32

33

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG

34

INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA

35

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

36

37

38

39

40

41

42

43

Eficiência de rações comerciais para sistemas superintensivos com diferentes níveis proteicos no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em meio aos bioflocos e sua influência na comunidade microbiana

46

47

48

Rayssa Dantas de Lira

49

50

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Aquicultura do Programa de Pós-graduação em Aquicultura da Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

51

52

53

54

55

Orientador: Dariano Krummenauer

56

Co-orientador: Wilson Wasielesky Jr.

57

58

59

60

61

62

RIO GRANDE-RS

63

2023

6

7

8

64 **ATA DE APROVAÇÃO**

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

9

10

94 **FICHA CATALOGRÁFICA**

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

11

12

126	SUMÁRIO	
127		
128	LISTA DE TABELAS.....	vi
129	LISTA DE FIGURAS.....	vii
130	DEDICATÓRIA.....	ix
131	AGRADECIMENTOS.....	x
132	RESUMO.....	xii
133	ABSTRACT.....	xiii
134	1. INTRODUÇÃO.....	14
135	2. OBJETIVO GERAL.....	16
136	2.1 Objetivos específicos.....	16
137	3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
138	3.1. Local das práticas do experimento.....	16
139	3.2. Origem dos camarões.....	16
140	3.3. Delineamento Experimental.....	17
141	3.4. Manejo da qualidade da água.....	17
142	3.5. Eficiência e consumo de água.....	18
143	3.6. Fertilização orgânica.....	19
144	3.7. Manejo alimentar.....	19
145	3.8. Desempenho zootécnico.....	19
146	3.9. Coleta de microrganismos.....	20
147	3.10 Análise estatística.....	20
148	4. RESULTADOS.....	20
149	4.1 Parâmetros físico-químicos da água.....	20
150	4.2 Microrganismos.....	26
151	4.3 Consumo de água.....	32
14		v
15		

152 4.4 Desempenho zootécnico..... 32

153 5. DISCUSSÃO..... 33

154 6. CONCLUSÃO.....38

155 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....39

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

17

18

183 **LISTA DE TABELAS**

184

185 **Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos da água (média \pm desvio padrão): temperatura ($^{\circ}\text{C}$),
186 oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), pH, alcalinidade ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$), salinidade e fosfato (mg
187 $\text{PO}_4^{3-} \text{ L}^{-1}$) nos tratamentos BFT 30, BFT 35 e Active 40, para ambos os sistemas, água
188 clara e BFT ao longo dos 42 dias de experimento.

189

190 **Tabela 2** - Valor médio e desvio padrão, das concentrações de amônia (mg N-AT L^{-1}),
191 nitrito ($\text{mg N-NO}_2\text{- L}^{-1}$), nitrato ($\text{mg N-NO}_3\text{- L}^{-1}$) e sólidos suspensos totais (mg L^{-1}), no
192 período de 42 dias do cultivo do *L. vannamei* alimentados com três dietas distintas.

193

194 **Tabela 3.** Dados de consumo de água total incluindo as renovações e dados de consumo
195 de água por kg de camarão produzido, ambos os resultados estão expressos em m^3 .

196

197 **Tabela 4** - Desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* com o valor médio e desvio
198 padrão do peso inicial (g), peso final (g), sobrevivência (%), conversão alimentar
199 aparente (CAA), ganho de peso semanal (GPS%) e biomassa final (g), durante o período
200 de 42 dias no qual os camarões foram submetidos a um teste com dietas de diferentes
201 níveis proteicos.

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

20

21

215 **LISTA DE FIGURAS**

216

217 **Figura 1** – Variações de temperatura (°C) ao longo do experimento de *L. vannamei* em
218 sistema de água clara e bioflocos, alimentados com três dietas distintas.

219

220 **Figura 2** – Variações de oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) ao longo do experimento de *L.*
221 *vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, alimentados com três dietas distintas.

222

223 **Figura 3** – Variações de pH ao longo do experimento de *L. vannamei* em sistema de água
224 clara e bioflocos, alimentados com três dietas distintas.

225

226 **Figura 4** – Variações de alcalinidade (mg CaCO₃ L⁻¹) ao longo do experimento do
227 cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, alimentados com três dietas
228 distintas.

229

230 **Figura 5** - Variações de amônia (mg N-AT L⁻¹) em água clara e bioflocos durante o
231 experimento em que *L. vannamei* foram alimentados com dietas com diferentes teores
232 proteicos.

233

234 **Figura 6** - Variações de nitrito (mg N-NO₂- L⁻¹), em água clara e bioflocos durante o
235 experimento em que *L. vannamei* foram alimentados com dietas com diferentes teores
236 proteicos.

237

238 **Figura 7** - Variações de nitrato (mg N-NO₃- L⁻¹) em água clara e bioflocos durante o
239 experimento em que *L. vannamei* foram alimentados com dietas com diferentes teores
240 proteicos.

241

242 **Figura 8** - Variações médias das concentrações de Sólidos Suspensos Totais (mg L⁻¹)
243 durante o período em que *L. vannamei* foram alimentados com dietas com diferentes
244 teores proteicos.

245

246 **Figura 9** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de bactérias cocoides durante o período de
247 42 dias de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos,
248 cultivados sob dietas com diferentes conteúdos proteicos.

249

250 **Figura 10** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de bactérias filamentosas durante o
251 período de 42 dias de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e
252 bioflocos, cultivados sob dietas com diferentes conteúdos proteicos.

253

254 **Figura 11** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de bactérias bacilos durante o período de
255 42 dias de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos,
256 cultivados sob dietas com diferentes conteúdos proteicos.

257

258 **Figura 12** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de bactérias vibrio durante o período de 42
259 dias de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos,
260 cultivados sob dietas com diferentes conteúdos proteicos.

261

262 **Figura 13** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de flagelados durante o período de 42 dias
263 de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos,
264 cultivados sob dietas com diferentes conteúdos proteicos.

265

266 **Figura 14** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de ciliados durante o período de 42 dias de
267 experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, cultivados
268 sob dietas com diferentes conteúdos proteicos.

269

270 **Figura 15** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de rotíferos durante o período de 42 dias
271 de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos,
272 cultivados sob dietas com diferentes conteúdos proteicos.

273

274

275

276

277

278 **DEDICATÓRIA**

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

Dedico esta dissertação aos meus pais e aos meus irmãos, obrigada pelo apoio incondicional a mim dedicado.

310 AGRADECIMENTOS

311

312 Meus agradecimentos aos órgãos de fomento CAPES, CNPq e FAPERGS pela
313 concessão das bolsas e por viabilizarem o desenvolvimento da ciência no Brasil.

314 Aos apoiadores Guabi, Trevisan, Inve e Aquatec por serem indispensáveis para
315 realização das pesquisas, espero que essa parceria perdure por muitos anos e cada vez
316 mais o setor produtivo e a academia estejam juntos nessa missão.

317 Agradeço a todos os professores, estudantes e funcionários da Estação Marinha de
318 Aquicultura e do Programa de Pós-graduação em Aquicultura, em especial ao Projeto
319 Camarão, tão relevantes para o meu desenvolvimento pessoal e profissional e por
320 proporcionarem oportunidades ímpares em minha vida. Muito me alegra saber que faço
321 parte desse seleto grupo.

322 Meus sinceros agradecimentos ao meu Orientador Professor Dr. Dariano
323 Krummenauer por todo apoio e esforço em oferecer as melhores oportunidades e
324 ensinamentos e estar disponível até mesmo nas férias (obrigada e desculpa) para atender
325 os meus chamados. Por sempre ter uma palavra amiga e revigorante para os momentos
326 difíceis e por arrancar boas gargalhadas nesses últimos anos.

327 Agradeço ao meu Co – Orientador Professor Mano, tanto pelas aulas, sempre de
328 uma riqueza em detalhes, como pela orientação para construção desse trabalho. Não
329 esquecerei da aula de história sobre o Tratado de Tordesilhas e a história da fundação da
330 cidade do Rio Grande.

331 Ao Professor Dr. Geraldo agradeço por sempre me recepcionar com um sorriso no
332 rosto sendo uma boa dose de ânimo diária, pelas aulas e pela preocupação em saber se
333 tudo estava indo bem.

334 Aline Bezerra, vulgo Santa Aline, te agradeço imensamente por fazer parte da
335 minha história desde o estágio até o presente momento, você que pacientemente me
336 acompanhou e ensinou tantas coisas e que tem sido tão parceira e amiga, você é motivo de
337 admiração para mim, meu muito obrigada.

338 Meus agradecimentos a toda estrutura do Laboratório de Ecologia de
339 Microrganismos Aplicada à Aquicultura, especialmente a Wellica pela rica contribuição
340 para construção desse trabalho, pelo alto astral e por sempre oferecer uma palavra de
341 ânimo e aos demais colegas pelas conversas e ensinamentos.

342 **RESUMO**

343

344 Os agregados microbianos provenientes do sistema de bioflocos são uma fonte de
345 suplementação alimentar, contribuindo com o incremento em peso dos animais e a
346 manutenção da qualidade da água do sistema de cultivo. Por intermédio desse aporte
347 nutricional dietas para sistemas BFT formuladas com teores de proteína inferiores ao
348 comumente utilizado podem ser suficientes para suprir os requerimentos nutricionais
349 exigidos pelos animais, respeitando o tempo de cultivo e não havendo prejuízo ao
350 desempenho zootécnico. Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar a qualidade
351 da água e o desempenho zootécnico de *L. vannamei* alimentados com rações comerciais
352 com diferentes níveis proteicos formuladas para sistemas superintensivos. O experimento
353 foi realizado em dezoito tanques com volume de 150L, sendo nove tanques com água
354 clara e nove com bioflocos. Cada tanque teve um povoamento correspondente a 75
355 animais e a duração total do experimento foi de 42 dias. Os três tratamentos abordados no
356 experimento se diferem pelo uso de três rações distintas fabricadas pela Guabi® Nutrição
357 e Saúde Animal (Campinas, São Paulo, Brasil), sendo elas: BFT 30, BFT 35 e Active 40
358 (controle). Ao final do experimento foram analisados os parâmetros de qualidade da água,
359 que no experimento mantiveram-se como o esperado tanto para os tratamentos com água
360 clara, quanto para os com bioflocos. O desempenho zootécnico dos camarões não foi
361 diferente ($P>0,05$) entre os tratamentos das rações testadas, ou seja, em meio aos
362 bioflocos é possível o desenvolvimento da comunidade microbiana a partir das diferentes
363 rações testadas e é possível ofertar uma dieta produzida especificamente para sistema de
364 bioflocos com um teor de proteína bruta de 30% com resultados de cultivo satisfatório.

365

366

367

368

369

370

371

372

373 **ABSTRACT**

35

xii

36

374

375 The microbial aggregates from the biofloc system are a source of food supplementation,
376 contributing to the increase in weight of the animals and the maintenance of water quality
377 in the culture system. Through this nutritional contribution, diets for BFT systems
378 formulated with lower protein contents than commonly used may be sufficient to meet the
379 nutritional requirements required by the animals, respecting the cultivation time and
380 without prejudice to the zootechnical performance. Therefore, the objective of the present
381 study was to analyze the water quality and the zootechnical performance of *L. vannamei*
382 fed commercial diets with different protein levels formulated for super intensive systems.
383 The experiment was carried out in eighteen tanks with a volume of 150L, nine with clear
384 water and nine with bioflocs. Each tank had a population corresponding to 75 animals and
385 the total duration of the experiment was 42 days. The three treatments in the experiment
386 differ by the use of three different feeds manufactured by Guabi® Nutrição e Saúde
387 Animal (Campinas, São Paulo, Brazil), namely: BFT 30, BFT 35 and Active 40 (control).
388 At the end of the experiment, the water quality parameters were analyzed, which in the
389 experiment remained as expected both for the treatment with clear water and for the
390 bioflocs. The zootechnical performance of the shrimp did not differ between the tested
391 diets ($P>0,05$), that is, in a biofloc system it is possible and the development of the
392 microbial community from the different tested diets and it is possible to offer a diet
393 produced specifically for the biofloc system with a protein content 30% with satisfactory
394 cultivation results.

395

396

397

398

399

400

401

402 1. INTRODUÇÃO

403

404 Com a expansão da produção aquícola e a busca pela sustentabilidade da atividade
405 da Carcinocultura tem-se despertado a necessidade da criação de mecanismos e
406 tecnologias que estejam alinhadas ao desenvolvimento social e econômico atrelado a
407 soluções que tenham mínimo impacto ao meio ambiente. O último relatório publicado
408 pela FAO em 2020 traz à luz o tema “Sustentabilidade em Ação” como seu principal
409 propósito, por sua vez a tecnologia de cultivo de camarões em sistema de bioflocos
410 (Biofloc Technology System – BFT) está em consonância com este objetivo.

411 A tecnologia de cultivo de camarões em sistema de bioflocos mostra-se como uma
412 ferramenta que abrange tais ascendentes necessidades, visto que é um sistema que
413 demanda mínimas renovações de água, comporta elevadas densidades de estocagem,
414 oferece maior biossegurança, requer menores áreas úteis de cultivo, bem como, há uma
415 expressiva redução no lançamento de efluentes abundantes em nutrientes nos
416 ecossistemas adjacentes (Krummenauer et al., 2011; Samocha et al., 2017; Wasielesky et
417 al., 2020).

418 Nesse sistema há a formação de agregados microbianos, que por conseguinte
419 tornam-se uma fonte de suplementação na alimentação dos animais cultivados, isso se
420 deve a manipulação das relações entre os elementos Carbono e Nitrogênio presentes na
421 água originando assim os chamados bioflocos, no qual é composto por bactérias,
422 protozoários, rotíferos, microalgas, fezes e animais em decomposição (Wasielesky et al.,
423 2006; Crab et al., 2012).

424 Diversos estudos realizados em sistema BFT buscam compreender a
425 contribuição dos bioflocos e sua influência no incremento em peso dos animais, bem
426 como, o uso de dietas formuladas para serem aplicadas ao referido sistema. Conforme
427 afirmam (Wasielesky et al., 2006), bioflocos são considerados suplementos alimentares
428 que tem por função prover melhoras expressivas quando relacionadas ao crescimento e
429 taxa de conversão alimentar dos camarões. Devido a sua composição rica em proteínas e
430 lipídios, os bioflocos contribuem para a complementação alimentar nos cultivos de
431 camarão (McIntosh et al., 2000, Burford et al., 2003). Diversos outros autores corroboram
432 com essa afirmativa, visto que os seus resultados demonstram significativa contribuição

433 dos bioflocos para o crescimento de camarões cultivados no referido sistema (Cardona et
434 al., 2015; Krummenauer et al., 2020).

435 Sabe-se que em quaisquer modalidades de cultivo de camarões a alimentação é
436 um dos elementos mais onerosos podendo assim afetar de maneira considerável a
437 lucratividade, sendo responsável por mais de 50% do total dos custos de produção
438 (Hanson et al., 2009; Samocha et al., 2016). Dessa forma, é cada vez mais presente
439 estudos que visam manter a qualidade das dietas, buscando reduzir a pressão aos estoques
440 pesqueiros, minimizar a geração de compostos nitrogenados e otimizar os custos de
441 produção.

442 De acordo com a fase do ciclo de vida e ao sistema de cultivo em que os animais
443 sejam submetidos pode haver oscilação quanto aos requerimentos proteicos (Cuzon et al.,
444 2004; Jatobá et al., 2014). Visto que agregados microbianos provêm suplementação
445 alimentar, estudos avaliando diferentes níveis e fontes proteicas podem sugerir diferentes
446 condições de cultivo, assim como (Melo et al. 2015) afirmam que em meio aos bioflocos
447 *L. vannamei* pode ser cultivado com uma redução nos níveis de proteína da ração de 35
448 para 25% de proteína bruta sem haver comprometimento ao desempenho zootécnico. Por
449 outro lado, (Wasielesky et al., 2006) mostraram que diminuindo o percentual de proteína
450 bruta da ração de 35 para 25 %, o crescimento foi comprometido. Já (Santos et al., 2015),
451 analisaram o uso de farinha de peixe análoga, afirmando assim que é viável substituí-la
452 em até 100 % da farinha de peixe nas rações utilizadas em produções comerciais do
453 camarão *L. vannamei*, não havendo prejuízo tanto na qualidade de água do cultivo quanto
454 no desempenho zootécnico dos animais, em sistema de bioflocos, favorecendo assim a
455 sustentabilidade do sistema concomitante ao desenvolvimento da aquicultura.

456 Ofertar dietas a cultivos em BFT que são direcionadas e formuladas para outros
457 sistemas de cultivo que não estão sob condições hiperintensivas, demandam mais
458 recursos para assegurar apropriada qualidade da água, comprometem o crescimento do
459 camarão, produtividade e lucratividade em comparação com dietas especificamente
460 formuladas para as condições que o sistema BFT demanda (Samocha, 2016). Diante deste
461 cenário é de extrema importância que sejam realizados estudos com o intuito de
462 desenvolver e testar dietas com distintos conteúdos proteicos, bem como, que sejam
463 formuladas especificamente para o sistema BFT, buscando um equilíbrio entre ótima
464 conversão alimentar pelos camarões e custos de produção.

48

49

465 **2. OBJETIVO GERAL**

466 Analisar a desempenho zootécnico de *L. vannamei* alimentados com rações
467 comerciais formuladas para sistemas de bioflocos.

468

469 **2.1 Objetivos específicos**

- 470 • Avaliar desempenho zootécnico dos camarões a partir dos diferentes teores
471 proteicos testados;
- 472 • Analisar os parâmetros de qualidade da água;
- 473 • Acompanhar o efeito das diferentes rações no desenvolvimento da comunidade
474 microbiana.

475

476 **3. MATERIAL E MÉTODOS**

477

478 **3.1. Local das práticas do experimento**

479 O presente estudo foi realizado no Laboratório de Carcinocultura e Laboratório de
480 Ecologia de Microrganismos Aplicada à Aquicultura, ambos na Estação Marinha de
481 Aquicultura (EMA) aos quais pertencem ao Instituto de Oceanografia da Universidade
482 Federal do Rio Grande – FURG, localizada no município do Rio Grande, RS, Brasil (32°
483 19' S, 52° 15' W).

484

485 **3.2. Origem dos camarões**

486 Os animais da espécie *Litopenaeus vannamei* em estágio de náuplio foram
487 adquiridos da empresa Aquatec® LTDA (Canguaretama, Rio Grande do Norte, Brasil).
488 Na primeira fase esses animais permaneceram em processo de larvicultura no laboratório
489 de Carcinocultura da EMA, por aproximadamente 25 dias até completarem todos os
490 estágios de desenvolvimento larval e atingirem pós-larva de 15 dias (PL15).

491 Ao atingirem a fase de pós-larva (PL15) foram transferidos aos tanques de
492 berçário até alcançarem um peso médio entre 1 e 2g, estando assim aptos a serem
493 submetidos ao experimento.

494

495

496

50

51

497 **3.3. Delineamento Experimental**

498 O experimento teve sua realização em uma sala experimental com controle de
499 temperatura de acordo com os parâmetros indicados para a espécie através de
500 aquecedores termostato de 300 W cada. A iluminação foi mantida em um fotoperíodo de
501 12 horas claro/12 horas escuro por meio de luzes artificiais.

502 Dezoito tanques com volume útil de 150L, com área de fundo de 0,49m², sendo
503 nove tanques com água clara e nove com bioflocos, foram utilizados. Cada tanque teve
504 seu povoamento com 75 animais, resultando na densidade de 500 camarões m², levando
505 em consideração a área das unidades experimentais. Os três tratamentos abordados no
506 experimento foram diferenciados pelo uso de três rações comerciais distintas formuladas
507 e fabricadas pela Guabi[®] Nutrição e Saúde Animal (Campinas, São Paulo, Brasil), sendo
508 estas: BFT 30 (30% PB), BFT 35 (35% PB) e Active (40% PB) (controle), todas com
509 granulometria correspondendo a 1.6mm e com perfil nutricional iso-energético.

510 Para evitar altas concentrações de amônia nas unidades com água clara foram
511 feitas renovações de 90% do volume total em função da concentração de amônia, sempre
512 que a mesma atingia a concentração de 1mg / L. O volume de água das nove unidades
513 experimentais com bioflocos tiveram a adição de inóculo de bioflocos equivalendo a 10%
514 (15L) do volume total, seguindo metodologia proposta por (Krummenauer et al., 2014),
515 sendo este inóculo proveniente de um cultivo que estava em andamento em sistema de
516 raceway de uma unidade de engorda. Para fins de controle uma análise prévia dos
517 parâmetros de qualidade da água, dos compostos nitrogenados e da composição
518 microbiana desta água foi realizada antes de ser inoculada aos tanques do experimento,
519 tendo os seguintes resultados: Temperatura: 28,5 C°, Oxigênio Dissolvido: 5,47 (mg L⁻¹),
520 pH: 7,35, Salinidade 34, Alcalinidade: 200 (mg CaCO₃ L⁻¹), Amônia: 0,1 (mg N-AT L⁻¹),
521 Nitrito: 0,3 (mg N-NO₂- L⁻¹), Nitrato 5 (mg N-NO₃- L⁻¹), Fosfato: 2,5 (mg PO₄³⁻ L⁻¹) e
522 Sólidos Suspensos Totais: 400 (mg L⁻¹) . O experimento teve duração de 42 dias,
523 correspondendo a seis semanas.

524

525 **3.4. Manejo da qualidade da água**

526 As coletas dos dados relacionados aos parâmetros físicos e químicos tiveram dias
527 específicos para suas respectivas coletas, e todos foram aplicados tanto para os
528 tratamentos como água clara, quanto para os tratamentos com bioflocos. No que diz

529 respeito à temperatura e ao oxigênio dissolvido foram verificados duas vezes ao dia. Já o
530 pH uma vez ao dia. O monitoramento dos respectivos parâmetros acima citados ocorreu
531 diariamente durante todo período de estudo por intermédio de uma sonda multiparâmetro.

532 As concentrações de nitrogênio amoniacal total (N-AT) e nitrito (N-NO₂⁻), foram
533 coletadas semanalmente, sendo determinadas em concordância com (UNESCO, 1983) e
534 (Strickland e Parsons, 1972), respectivamente. A turbidez e a salinidade da água foram
535 aferidas uma vez por semana por intermédio de um turbidímetro e um refratômetro.

536 A alcalinidade foi verificada uma vez por semana, de acordo com APHA (2012).
537 Vale ressaltar que ao a alcalinidade atingir valores inferiores a 150 mg CaCO₃ L⁻¹ e o pH
538 valores abaixo de 7,3, houve a inserção de cal hidratada na água para o seu ajuste, como
539 recomenda (Ebeling et al., 2006), tomando como base a metodologia proposta por
540 (Furtado et al., 2014) e (Zhang et al., 2017).

541 A análise das concentrações de nitrato (N-NO₃⁻), fosfato (P-PO₄³⁻) e sólidos
542 suspensos totais (mg L⁻¹) ocorreram uma vez por semana, fazendo uso da metodologia
543 orientada por (Strickland e Parsons, 1972). Os níveis de sólidos suspensos totais nos
544 tratamentos com bioflocos foram mantidos até 500 mg L⁻¹, como recomenda (Gaona et
545 al., 2011) e o controle dos sólidos foi realizada através de renovações de água.

546 Para a quantificação da concentração de dióxido de carbono (CO₂) dissolvido na
547 água de cultivo foram feitas coletas de amostras de água duas vezes durante todas as
548 semanas do experimento, tanto para a determinação dos níveis de alcalinidade, quanto
549 para a determinação do pH. Por conseguinte, os resultados de alcalinidade e pH foram
550 utilizados tomando como referência a metodologia proposta por (Ebeling et al., 2010)
551 para obtenção da concentração de CO₂ na água de cultivo.

552

553 **3.5. Eficiência e consumo de água**

554 Para a análise da eficiência e consumo de água em cada sistema de cultivo foi
555 calculado o total de água utilizada no cultivo durante todo o período experimental
556 (enchimento inicial + renovações) e o total de água utilizada por kg de camarões
557 produzido (água / kg camarão) Os resultados obtidos estão expressos em litros.

558

559

560

561 **3.6. Fertilização orgânica**

562 Nas unidades que fizeram uso do sistema BFT a relação entre o Carbono e
563 Nitrogênio C/N foi mantida no sistema em 15/1 visando a estimulação da formação dos
564 bioflocos, tomando como base a metodologia sugerida por (Avnimelech, 1999) e
565 (Ebeling et al., 2006). Foi utilizado melaço de cana de açúcar com 37,27% de carbono
566 para as fertilizações orgânicas, sua adição foi realizada de tal maneira que foi mantida a
567 relação C/N de 6,0 g de carbono (melaço) para cada grama de nitrogênio amoniacal total
568 (N-AT) na água.

569 A aplicação de probiótico comercial (INVE® Sanolife PROW) em todos os
570 tratamentos foi feita uma vez por semana, sendo o probiótico diluído na própria água do
571 experimento, utilizando-se uma quantidade equivalente à um grama para cada mil litros
572 de água

573

574 **3.7. Manejo alimentar**

575 Os camarões foram alimentados duas vezes ao dia, com três diferentes dietas
576 comerciais testadas neste estudo, produzidas pela Guabi® Nutrição e Saúde Animal
577 (Campinas, SP, Brasil, sendo estas: BFT 30, BFT 35 e Active 40 (controle). Para o
578 monitoramento do consumo da ração foi colocado 10% da quantidade da ração em
579 bandejas de alimentação e os outros 90% fornecido a lanço no tanque. A taxa de
580 arraçoamento baseou-se na metodologia descrita por (Garza de Yta et al., 2004)

581

582 **3.8. Desempenho zootécnico**

583 Para a avaliação do desempenho zootécnico dos camarões ocorreram biometrias
584 semanais com 30 animais por tratamento, repostos aos tanques experimentais após a
585 realização da biometria. Sendo avaliados os seguintes parâmetros: ganho de peso semanal
586 (GPS) pelo presente cálculo: GP / n° semanas de cultivo. A conversão alimentar aparente
587 (CAA) foi obtida pela seguinte fórmula: (alimento ofertado / incremento de biomassa). A
588 sobrevivência foi calculada através de: $(\text{biomassa final} / \text{peso médio individual}) / n^{\circ}$
589 indivíduos estocados) x 100. A produtividade foi obtida pelo referido cálculo: biomassa
590 $\text{final} / \text{volume do tanque}$ e a Taxa de Crescimento Específico (%), calculado por $(\text{LnPf} -$
591 $\text{LnPi}) \times 100 / \text{ND}$, na qual Pf corresponde ao peso final, Pi o peso inicial e ND o número
592 de dias de cultivo.

593 **3.9. Coleta de microrganismos**

594 A quantificação dos microrganismos presentes na água de cada unidade
595 experimental se deu a partir da coleta de amostras de água correspondendo a 18 mL, essas
596 amostras foram fixadas em formalina 4% e reservadas em frascos âmbar, para
597 posteriormente serem contadas e identificados os grupos de microrganismos presentes.

598 Para a determinação da abundância de bactérias as amostras foram fixadas e
599 filtradas em filtros de membrana de polycarbonato (Nuclepore, 0,2 µm de poro e 2,5 mm
600 de diâmetro) previamente escurecidos com Irlan Black e coradas com Laranja de
601 Acridina 1%, na concentração de um µg/mL (Hobbie et al., 1977). Para a referida análise
602 as bactérias foram fotografadas por meio de uma câmera fotográfica acoplada ao
603 microscópio de epifluorescência, Axioplan-Zeiss, com magnificação de 1000X e feita a
604 contagem de 30 campos escolhidos aleatoriamente.

605 No que tange a determinação da abundância de protozoários fez-se uso do
606 microscópio invertido com magnificação final de 200X, no qual alíquotas de 2,1 mL de
607 amostra foram colocadas em câmara de sedimentação e 30 campos aleatórios contados,
608 de acordo com (Utermöhl, 1958). Tais microrganismos foram dispostos em grupos
609 diferenciados. Os respectivos procedimentos e contagens ocorreram no Laboratório de
610 Ecologia de Microrganismos Aplicada à Aquicultura.

611

612 **3.10 Análise estatística**

613 Os dados coletados foram submetidos à análise de normalidade da distribuição
614 dos dados (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade das variâncias (teste de Levene).
615 Quando encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$), foi aplicada uma análise de
616 variância de uma via – ANOVA ($\alpha = 0,05$) e um teste Post-hoc Tukey com nível de
617 segurança fixado em 95% ($p < 0,05$), (Zar 2010).

618

619 **4. RESULTADOS**

620

621 **4.1 Parâmetros físico-químicos da água**

622 Os presentes resultados para os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido,
623 pH, alcalinidade, salinidade e fosfato não apresentaram diferenças significativas tanto
624 para o sistema de água clara, como para o sistema de bioflocos, bem como, entre os

68

69

625 diferentes tratamentos durante o período do experimento. Respectivamente representados
626 na Tabela 1 estão o valor médio e o desvio padrão dos resultados obtidos para os
627 parâmetros acima citados.

628

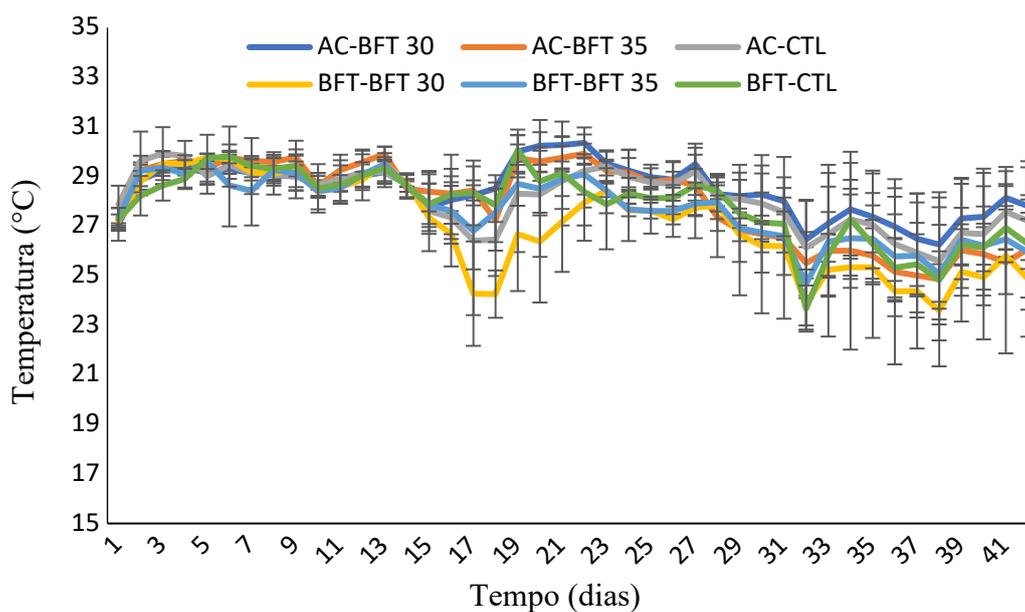
629 **Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos da água (média ± desvio padrão): temperatura (°C),
630 oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), pH, alcalinidade (mg CaCO₃ L⁻¹), salinidade e fosfato (mg
631 PO₄³⁻ L⁻¹) nos tratamentos BFT 30, BFT 35 e Active 40, para ambos os sistemas, água
632 clara e BFT ao longo dos 42 dias de experimento.

633

Tratamentos	ÁGUA CLARA			BFT		
	BFT30	BFT35	Active 40	BFT30	BFT35	Active 40
Temperatura	28,4±1,4	28,0±1,8	28,1±1,4	27,0±1,9	27,6±1,6	27,8±1,6
OD	5,7±0,5	5,9±0,3	5,8±0,5	5,8±0,3	5,7±0,3	5,7±0,3
pH	8,2±0,1	8,2±0,1	8,2±0,1	7,8±0,2	7,7±0,3	7,7±0,2
Alcalinidade	196,0±10,8	194,0±10,3	195,5±14,4	154,3±22,6	143,8±23,6	145,2±22,3
Salinidade	35,2±1,2	35,4±1,3	35,4±1,2	38,2±2,3	37,9±2,7	37,5±2,6
Fosfato	0,2±0,2 ^a	0,2±0,2 ^a	0,2±0,2 ^a	1,4±1,0 ^b	1,2±0,6 ^b	1,2±0,7 ^b

634

635 A fim de demonstrar os resultados obtidos e suas variações ao longo do período do
636 experimento, as Figuras 1, 2, 3 e 4 expressam os valores para temperatura, oxigênio
637 dissolvido, pH e alcalinidade.

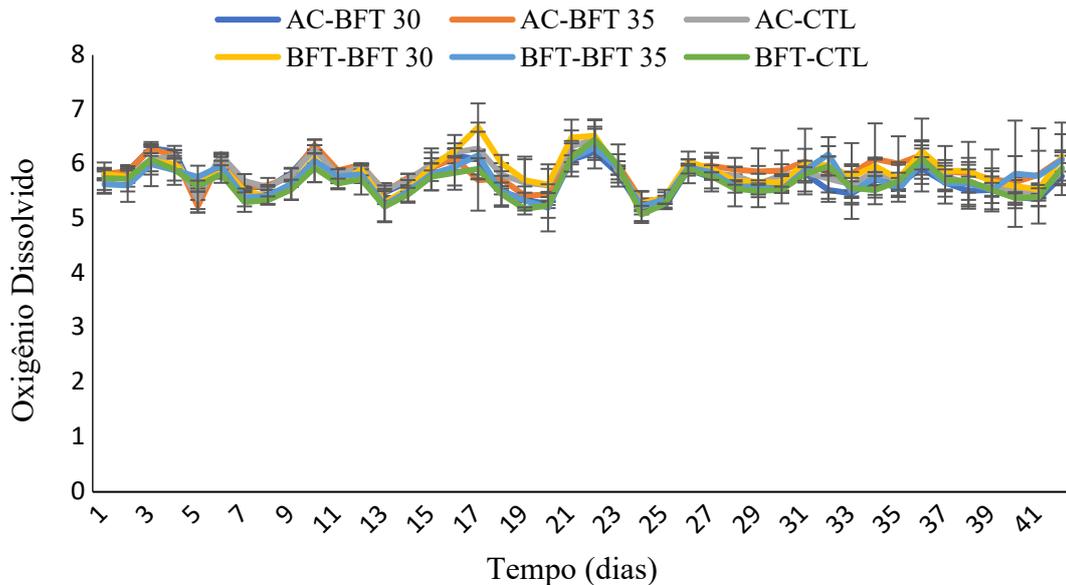


638

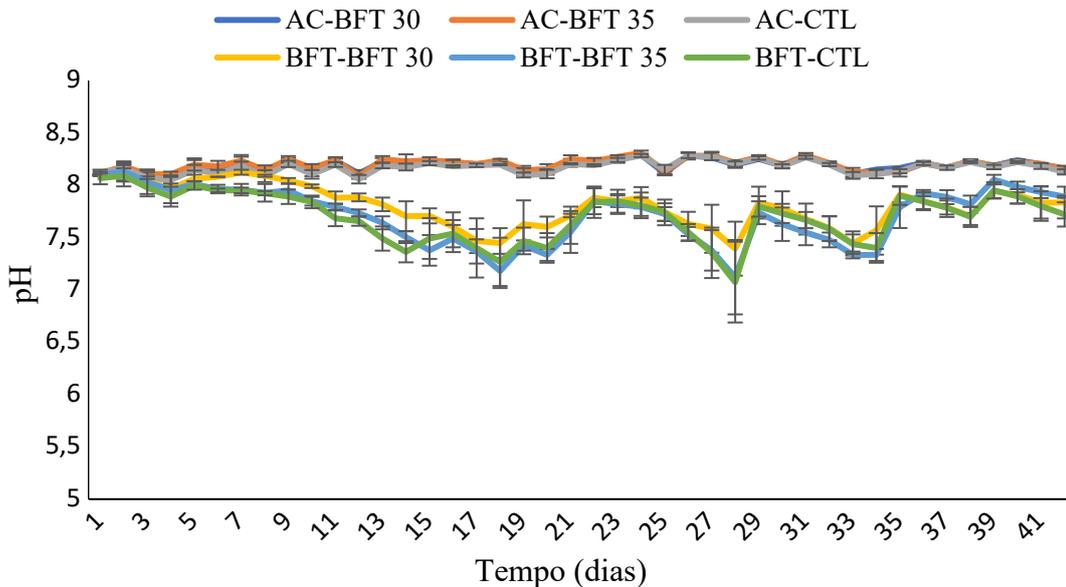
70

71

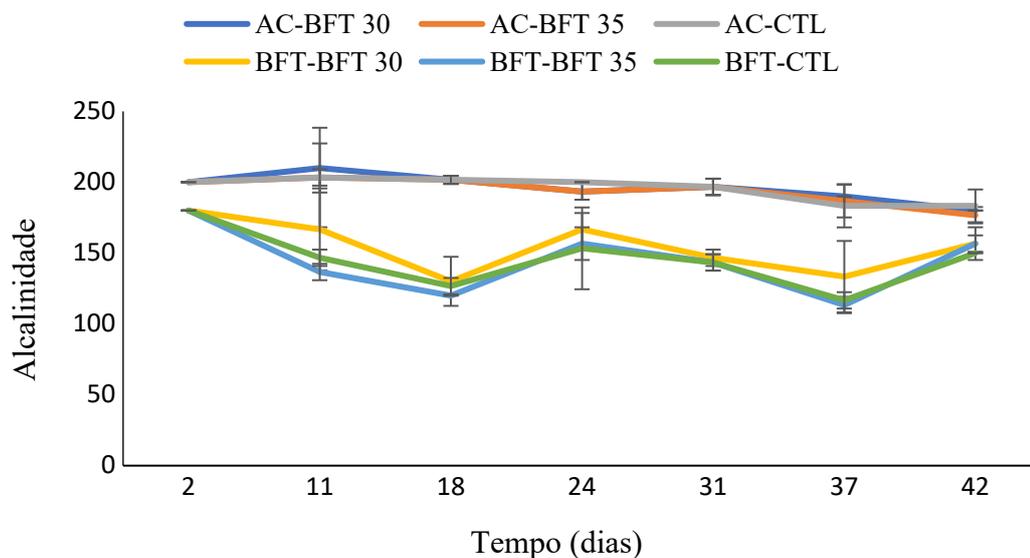
639 **Figura 1** – Variações de temperatura (°C) ao longo do experimento de *L.*
 640 *vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, alimentados com três dietas distintas.
 641 Note que as barras em sentido vertical correspondem ao desvio padrão. Em cada figura
 642 todos os tratamentos são abordados, podendo assim serem comparados para ambos os
 643 sistemas de cultivo.
 644



645 **Figura 2** – Variações de oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) ao longo do experimento de *L.*
 646 *vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, alimentados com três dietas distintas.
 647



648 **Figura 3** – Variações de pH ao longo do experimento de *L. vannamei* em sistema de água
 649 clara e bioflocos, alimentados com três dietas distintas.



650 **Figura 4** – Variações de alcalinidade (mg CaCO₃ L⁻¹) ao longo do experimento do
 651 cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, alimentados com três dietas
 652 distintas.

653

654 Parâmetros de qualidade da água relativos à amônia, nitrito, nitrato e sólidos
 655 suspensos totais, nos diferentes tratamentos não apresentaram diferenças significativas
 656 em suas concentrações entre os tratamentos e estão compilados na Tabela 2.

657

658 **Tabela 2** - Valor médio e desvio padrão, das concentrações de amônia (mg N-AT L⁻¹),
 659 nitrito (mg N-NO₂- L⁻¹), nitrato (mg N-NO₃- L⁻¹) e sólidos suspensos totais (mg L⁻¹), no
 660 período de 42 dias do cultivo do *L. vannamei* alimentados com três dietas distintas.

661

Trat.	ÁGUA CLARA			BFT		
	BFT30	BFT35	Active 40	BFT30	BFT35	Active 40
Amônia	3,2±2,2 ^a	3,4±2,4 ^a	3,4±2,4 ^a	0,2±0,3 ^b	0,2±0,2 ^b	0,2±0,4 ^b
Nitrito	1,0±1,3	1,0±1,4	1,1±1,4	0,6±0,5	0,8±1,0	0,7±1,0
Nitrato	6,3±6,9 ^a	6,5±6,3 ^a	7,2±7,5 ^a	53,2±31,3 ^b	65,0±35,1 ^b	68,0±36,4 ^b
SST	82,6±22,8 ^a	87,1±27,5 ^a	87,1±25,5 ^a	395,2±159,2 ^b	381,9±147,1 ^b	360,0±138,7 ^b

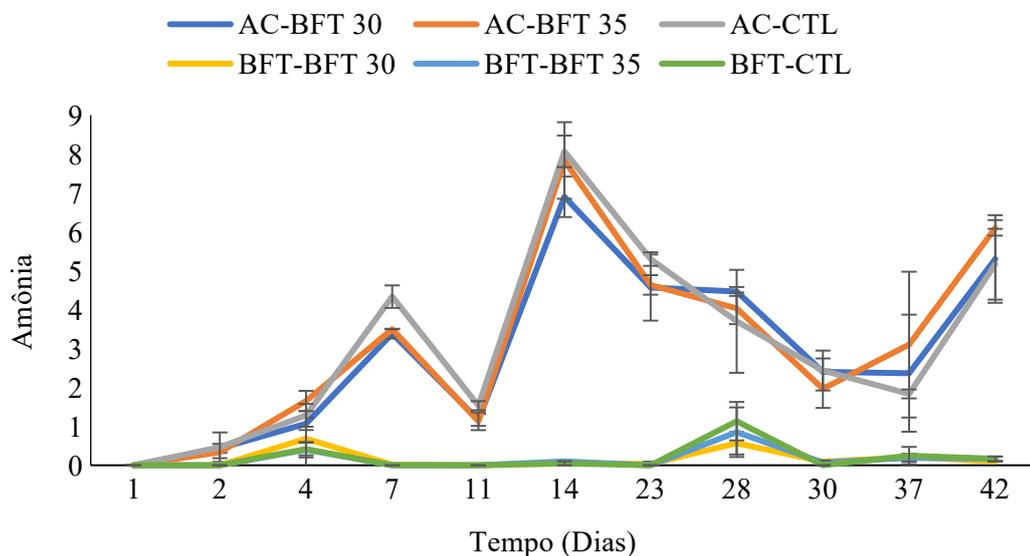
662 As variações das concentrações de amônia, nitrito, nitrato e sólidos suspensos
 663 totais durante os 42 dias de experimento nos diferentes tratamentos não apresentaram
 664 diferença significativa tanto no sistema de água clara, quanto no sistema de bioflocos, no
 665 entanto há diferenças entre os sistemas de cultivo abordados no estudo, os resultados
 666 detalhados estão apresentados nas Figuras 5, 6, 7 e 8.

667 Nos tratamentos do sistema em água clara há um pico de amônia no 14º dia de
 668 experimento como apresentado na Figura 5, seguido de um declínio nos dias seguintes e
 669 novamente um pico na última coleta de água para análise.

670 Ainda para os tratamentos em água clara houve o aparecimento de nitrito e nitrato
 671 Figura 6 e 7, contudo, os valores são baixos quando se refere ao cultivo de *L. vannamei*.

672 Para os tratamentos em sistema de bioflocos como houve a utilização de um
 673 percentual de inóculo desde o início do experimento, logo os parâmetros relacionados a
 674 amônia, nitrito e nitrato se mantiveram dentro do esperado sob essa condição de cultivo,
 675 como apresentado nas figuras 5, 6 e 7. Com relação aos SST Figura 8, por intermédio do
 676 inóculo utilizado esse valor teve um aumento ao longo do período do experimento.

677



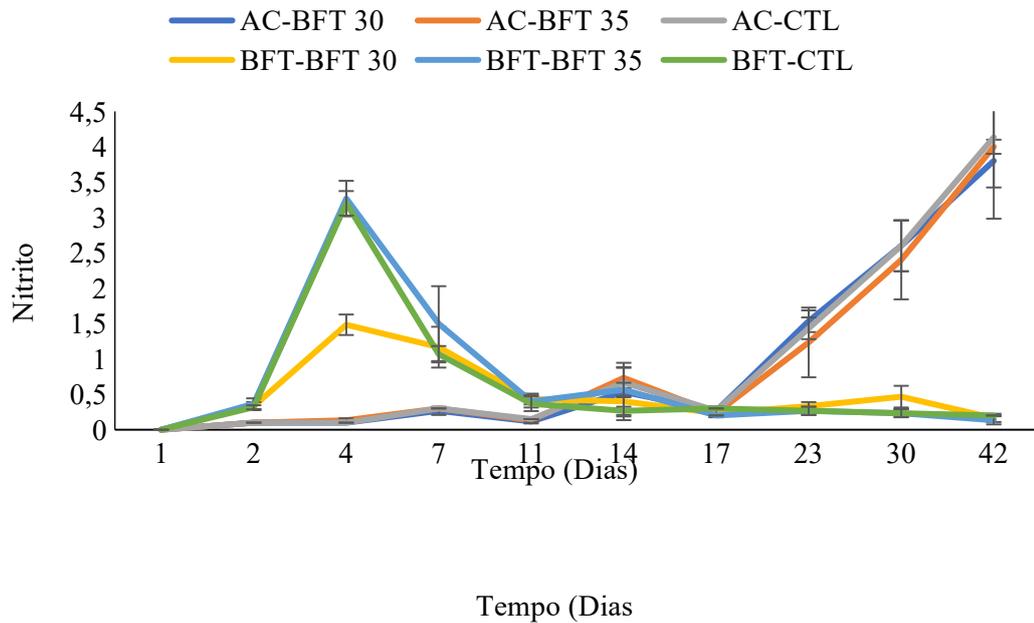
678 **Figura 5** - Variações de amônia (mg N-AT L⁻¹) em água clara e bioflocos durante o
 679 experimento em que *L. vannamei* foram alimentados com dietas com diferentes teores
 680 proteicos.

681 **Figura 6** - Variações de nitrito (mg N-NO₂- L⁻¹), em água clara e bioflocos durante o
 682 experimento em que *L. vannamei* foram alimentados com dietas com diferentes teores
 683 proteicos.

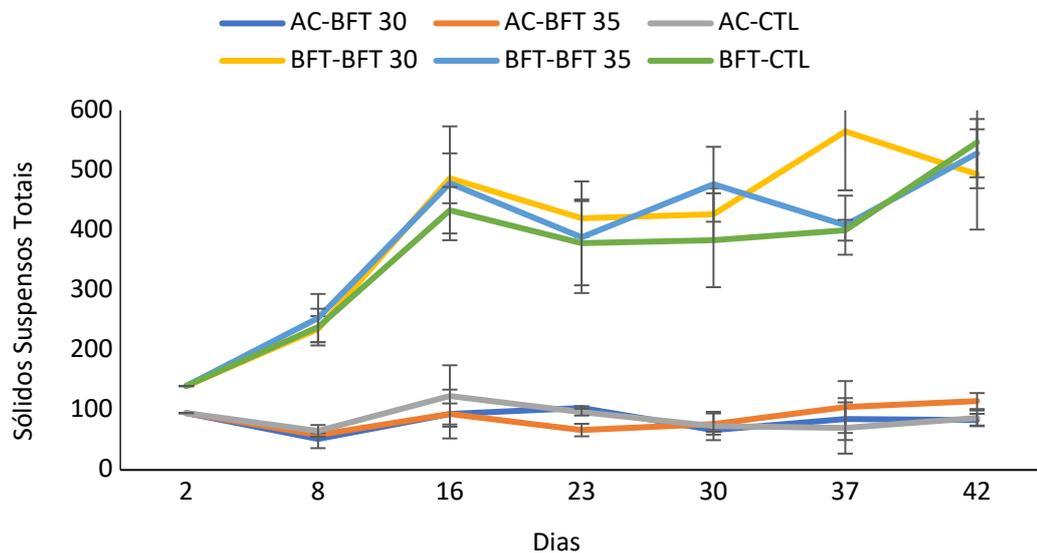
84

85

684



685 **Figura 7** - Variações de nitrato ($\text{mg N-NO}_3\text{- L}^{-1}$) em água clara e bioflocos durante o
686 experimento em que *L. vannamei* foram alimentados com dietas com diferentes teores
687 proteicos.
688



689 **Figura 8** - Variações médias das concentrações de Sólidos Suspensos Totais (mg L^{-1})
690 durante o período em que *L. vannamei* foram alimentados com dietas com diferentes
691 teores proteicos.
692

693 **4.2 Microrganismos**

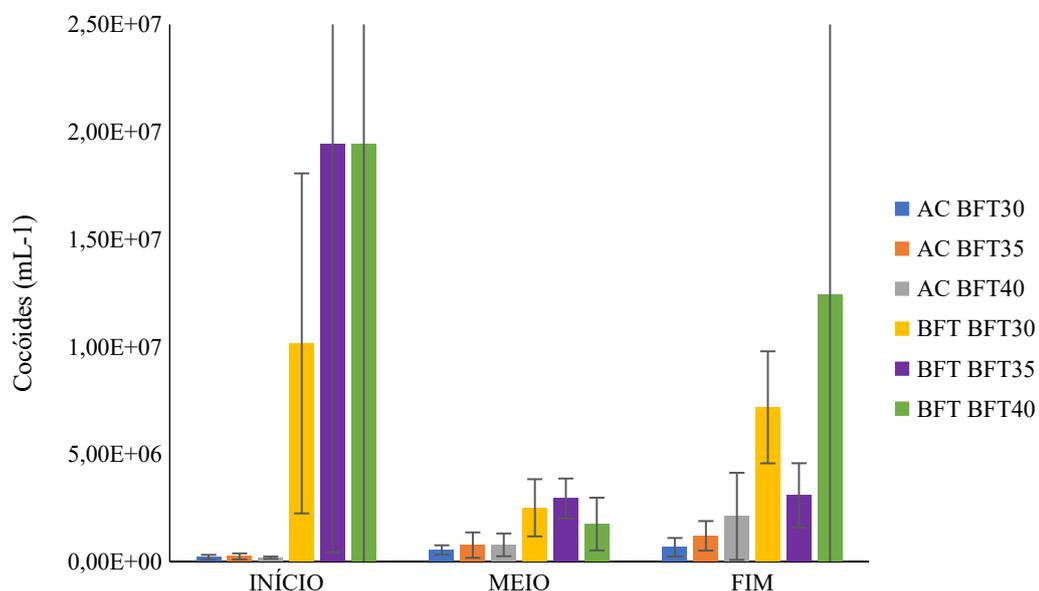
86

87

694 As quantificações de bactérias e os seus respectivos resultados para cocóides,
 695 filamentosas, bacilos e vibrios estão dispostas nas Figuras de 11 a 14. Os resultados
 696 referentes aos protozoários flagelados, ciliados e rotíferos estão dispostos nas figuras de
 697 15 a 17. Os presentes dados referem-se às amostras tanto no sistema de água clara, quanto
 698 em bioflocos e os seus tratamentos, durante o período de 42 dias de condução do
 699 experimento.

700 Para as concentrações de bactérias cocóides pode-se observar na Figura 11 que
 701 não houve diferença significativa, tanto entre os tratamentos, como em ambos os
 702 sistemas, tal qual se percebe que no início havia um número inferior no sistema de água
 703 clara e um aumento ao longo do experimento e o oposto ocorreu no sistema de bioflocos,
 704 havendo assim uma redução na disponibilidade do número desse grupo de bactérias, o
 705 menor valor correspondendo a $1,8 \times 10^5$ foi encontrado para AC- BFT 40 na fase inicial e
 706 os maiores valores correspondendo a $1,9 \times 10^7$ foram encontrados para os tratamentos
 707 **BFT- BFT 35** e **BFT- BFT 40**, respectivamente.

708



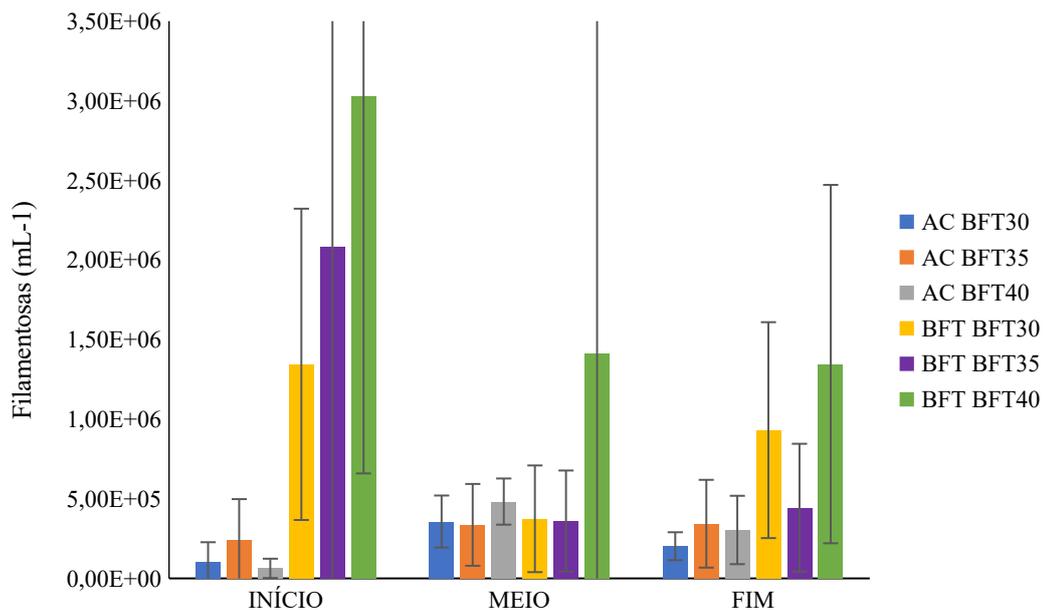
709

710 **Figura 9** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de bactérias cocóides durante o período de 42 dias
 711 de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, cultivados sob
 712 dietas com diferentes conteúdos proteicos.

713

714 No que diz respeito aos valores para bactérias filamentosas observa-se que não
 715 houve diferença significativa entre os tratamentos para ambos os sistemas. No início do

716 experimento para o sistema de água clara há uma concentração menor quando comparado
 717 ao meio, no qual ocorreram os maiores valores e ao fim do experimento, o contrário
 718 ocorreu para o sistema de bioflocos, tendo uma diminuição dos valores desse grupo de
 719 bactérias no mesmo período. O menor valor encontrado foi de $6,3 \times 10^4$ para **AC- BFT 40**
 720 na fase inicial e o maior valor correspondendo a $3,0 \times 10^6$ para o tratamento **BFT- BFT 40**
 721 também na fase inicial. Os resultados observados estão descritos na Figura 12.

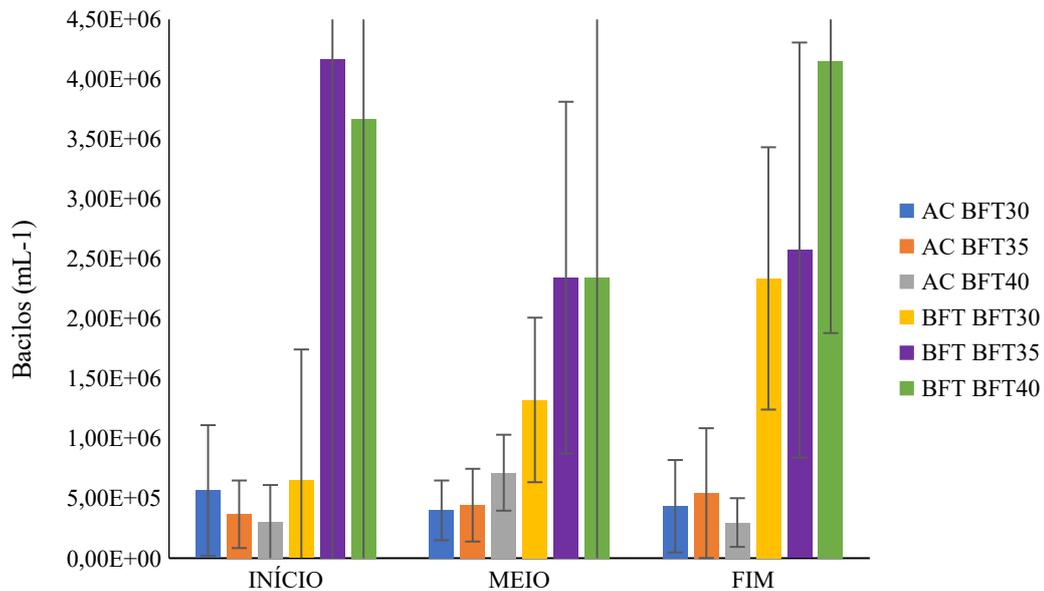


722

723 **Figura 10** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de bactérias filamentosas durante o período de 42
 724 dias de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, cultivados
 725 sob dietas com diferentes conteúdos proteicos.

726

727 Na Figura 13 estão dispostos os valores referentes aos bacilos, pode-se considerar
 728 que durante todo o período do experimento há a presença desse grupo em todos os
 729 tratamentos, não havendo diferença significativa quando comparados. O menor valor
 730 encontrado foi de $2,9 \times 10^5$ para **AC- BFT 40** na fase final e o maior valor correspondendo
 731 a $4,2 \times 10^6$ para o tratamento **BFT- BFT 35** na fase inicial.

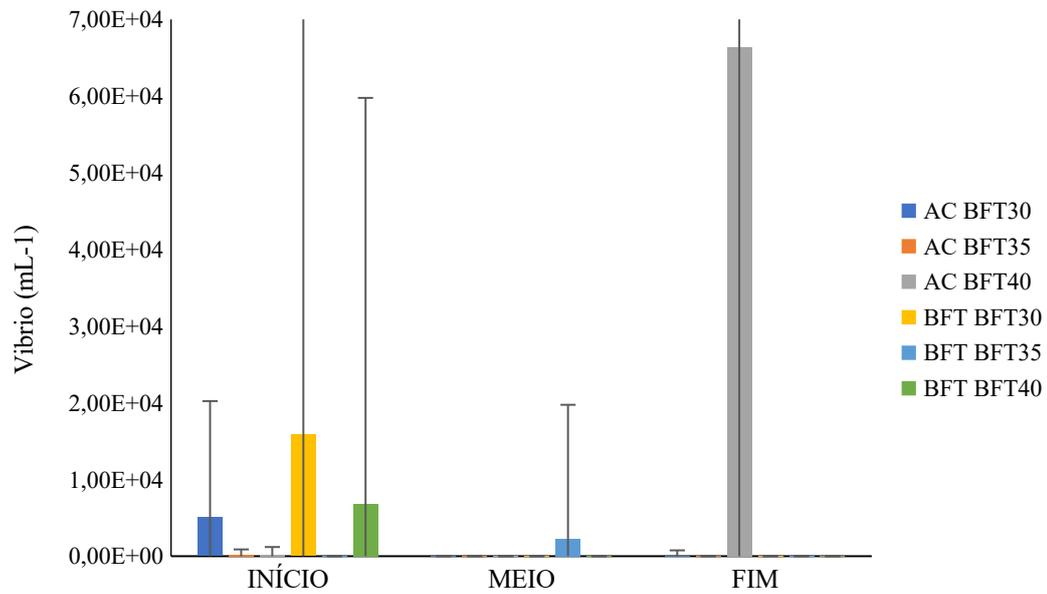


732

733 **Figura 11** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de bactérias bacilos durante o período de 42 dias
 734 de experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, cultivados sob
 735 dietas com diferentes conteúdos proteicos.

736

737 Para as concentrações de vibrio, na fase inicial todos os tratamentos apresentaram
 738 embora pequena, alguma concentração, exceto pelo tratamento **BFT- BFT 35**. Na fase
 739 intermediária apenas foi identificado esse grupo de bactérias no tratamento **BFT- BFT 35**
 740 e ao final apenas em dois dos tratamentos em sistema de água clara. O menor valor
 741 encontrado foi no tratamento **AC- BFT 30** na fase final com um valor correspondendo a
 742 $1,0 \times 10^2$ e o maior valor também na fase final no tratamento **AC- BFT 40** com um valor
 743 de $6,6 \times 10^4$. Os referidos dados estão dispostos na Figura 14.



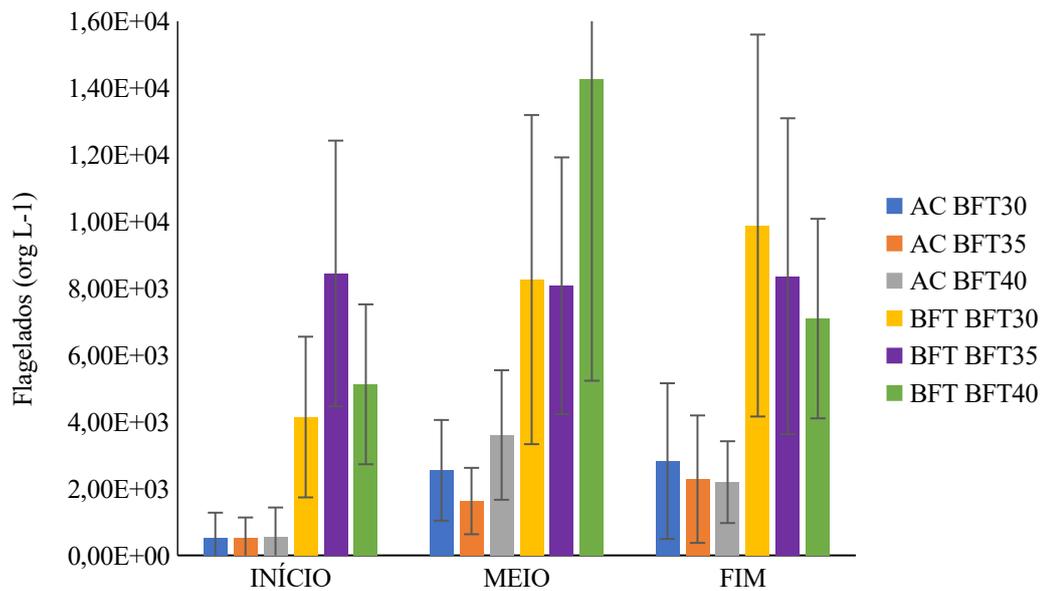
744

745 **Figura 12** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de bactérias *Vibrio* durante o período de 42 dias de
 746 experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, cultivados sob dietas
 747 com diferentes conteúdos proteicos.

748

749 Os flagelados estiveram presentes em todos os tratamentos para ambos os
 750 sistemas durante todo o período de estudo, embora não haja diferença significativa,
 751 concentrações distintas foram registradas. Tem-se como o menor valor para flagelados
 752 $5,1 \times 10^2$ no tratamento **AC-** BFT 30 na fase inicial e o maior valor no tratamento **BFT-**
 753 BFT 30 com concentração de $9,9 \times 10^3$ na fase final. Na Figura 15 os resultados estão
 754 sumarizados.

755



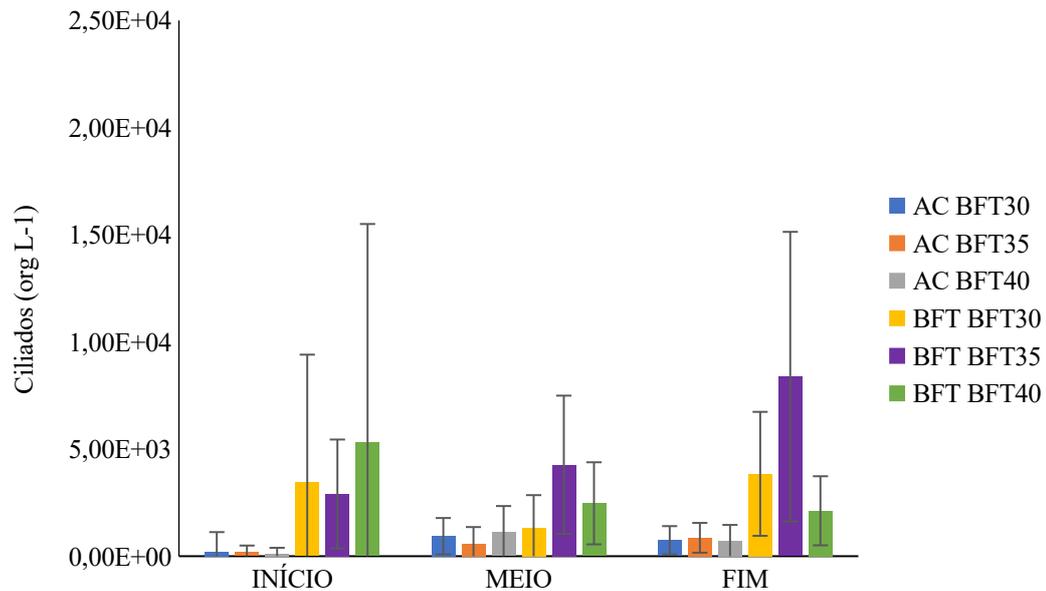
756

757 **Figura 13** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de flagelados durante o período de 42 dias de
 758 experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, cultivados sob dietas
 759 com diferentes conteúdos proteicos.

760

761 Para os ciliados houve aparecimento na água clara desde o início do experimento
 762 e esses valores seguiram aumentando ao longo de todo período, para os tratamentos em
 763 bioflocos os ciliados estiveram presentes, contudo houve oscilações durante todo
 764 período. A menor concentração para este grupo foi registrada no tratamento **AC**- BFT 40
 765 com valores de $1,1 \times 10^2$ na fase inicial e a maior concentração sendo $8,4 \times 10^3$, para o
 766 tratamento **BFT**-BFT 30 na fase final. Os resultados estão demonstrados na Figura 16.

767

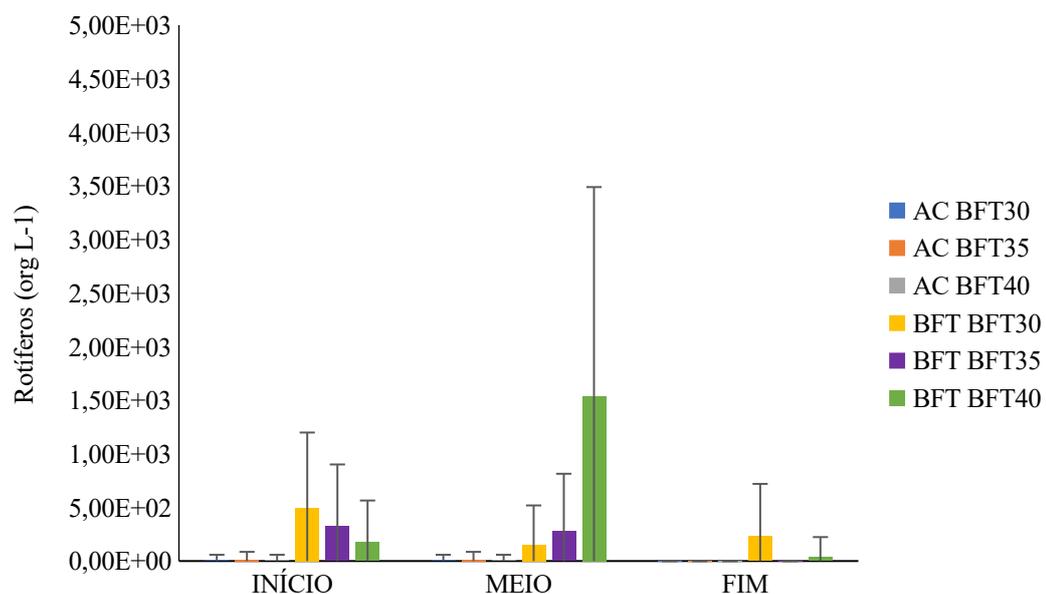


768

769 **Figura 14** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de ciliados durante o período de 42 dias de
 770 experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, cultivados sob dietas
 771 com diferentes conteúdos proteicos.

772

773 No grupo dos rotíferos no sistema de água clara seu aparecimento se deu apenas
 774 no início e no meio do período de estudo com valores mínimos e sem diferença
 775 significativa. Para o sistema de bioflocos houve registros em todos os tratamentos no
 776 início e no meio, contudo, na fase final apenas para dois dos três tratamentos, vale
 777 ressaltar que não houve diferença significativa entre os tratamentos em bioflocos. Dados
 778 detalhados estão presentes na Figura 17.



779

110

111

112

113

780 **Figura 15** - Valores médios (\pm Desvio padrão) de rotíferos durante o período de 42 dias de
781 experimento no cultivo de *L. vannamei* em sistema de água clara e bioflocos, cultivados sob dietas
782 com diferentes conteúdos proteicos.

783

784 **4.3 Consumo de água**

785

786 Os dois sistemas de cultivo utilizados possuem metodologias distintas para
787 manutenção da qualidade de água, abaixo seguem os resultados referentes ao consumo de
788 água que cada sistema fez uso desde o primeiro preenchimento de água nos tanques, bem
789 como suas renovações ao longo do experimento. Outro dado abordado na tabela refere-se
790 ao consumo em litros de água que foi necessário para a produção de 1 kg de camarão.
791 Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas entre o sistema de água clara e o
792 sistema BFT nos parâmetros relacionados ao uso de água salgada e estão expressos na
793 tabela 3.

794

795

796 **Tabela 3.** Dados de consumo de água total incluindo as renovações e dados de consumo
797 de água por kg de camarão produzido e o desvio padrão para o sistema de água clara e
798 bioflocos, ambos os resultados estão expressos em litros (L).

799

	ÁGUA CLARA	BFT
Consumo total de água	20.790 ^a	2.160 ^b
Consumo de água por kg de camarão	4.737 \pm 0,58 ^a	524 \pm 0,05 ^b

800

801 **4.4 Desempenho zootécnico**

802

803 Os índices de desempenho zootécnico dos camarões no presente experimento não
804 demonstraram diferenças significativas ($p > 0,05$) em todos os parâmetros avaliados entre
805 os diferentes tratamentos, os resultados estão compilados na Tabela 5 com valores médios
806 e desvio padrão.

807

114

115

116

117

808 **Tabela 4** - Desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* com o valor médio e desvio
 809 padrão do peso inicial (g), peso final (g), sobrevivência (%), conversão alimentar
 810 aparente (CAA), ganho de peso semanal (GPS%) e biomassa final (g), durante o período
 811 de 42 dias no qual os camarões foram submetidos a um teste com dietas de diferentes
 812 níveis proteicos.
 813

Tratamentos	ÁGUA CLARA			BFT		
	BFT 30	BFT 35	Active 40	BFT 30	BFT 35	Active
Peso Inicial (g)	2,44±0,7	2,44±0,7	2,44±0,7	2,44±0,7	2,44±0,7	2,44±0,7
Peso Final (g)	7,21±1,6	7,02±1,6	7,36±1,7	6,89±2,1	6,17±1,7	7,43±1,7
Sobrevivência (%)	93,33±1,3	88,89±12,9	83,11±7,7	92,89±4,3	92,89±8,9	86,67±14,4
CAA	2,14±0,0	2,58±0,9	2,16±0,3	2,35±0,3	2,83±0,4	2,40±0,4
GPS (g semana ⁻¹)	0,80±0,2	0,78±0,4	0,82±0,2	0,74±0,2	0,62±0,2	0,83±0,2
Biomassa Final (g)	504,7±6,3	469,1±83,1	505,2±39,4	480,3±40,1	429,1±31,3	475,2±45,4

814

815

816

5. DISCUSSÃO

817

818 Os parâmetros de qualidade de água são afetados pelas mais diversas causas e o
 819 seu monitoramento frequente e aferições precisas são fundamentais para que quaisquer
 820 adversidade seja sanada no mais breve espaço de tempo. No presente experimento
 821 utilizou-se duas metodologias de cultivo distintas, uma baseada em renovações regulares
 822 de água e outra que faz uso da mesma água durante todo o período de cultivo, podendo
 823 haver renovações quando há alterações na salinidade e/ou quando os SST excedem o
 824 limite recomendado.

825

826

827

828

829

Para os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade e fosfato não
 foram encontradas diferenças estatísticas significativas em ambos os sistemas em todos
 os tratamentos, no que diz respeito estas variáveis, os valores estão de acordo com o
 intervalo considerado próprio para a espécie estudada, por conseguinte, não afetando os
 índices de desempenho zootécnico.

830

831

832

Quando refere-se a alterações no pH e na alcalinidade os sistemas e métodos de
 cultivo podem estar diretamente relacionados com essas mudanças, o pH e a alcalinidade
 no primeiro sistema acima descrito, denominado por “água clara”, teve seus valores

118

33

119

833 praticamente constantes durante todo experimento, isso se deve as altas taxas de
834 renovações de água realizadas frequentemente, visto que a água fornecida aos tanques de
835 cultivo encontravam-se nos níveis ótimos recomendados para a espécie (Gaona et al.,
836 2011; Furtado et al., 2016; Zhang et al., 2017). No sistema denominado por “bioflocos” as
837 alterações no pH e alcalinidade ocorreram por meio das bactérias heterotróficas e
838 nitrificantes advindas do próprio sistema de cultivo, sendo as principais redutoras dessas
839 variáveis, por sua vez quando isto ocorreu fez-se necessária a inserção de compostos
840 alcalinizantes no sistema de cultivo para manter os níveis apropriados para a espécie
841 cultivada (Ebeling et al., 2006).

842 No que diz respeito os compostos nitrogenados, nos tratamentos em sistema de
843 água clara apesar de haver renovações de água regularmente de cerca de 90%, ainda
844 mantinha-se um volume de água nos tanques do experimento de uma troca para outra,
845 tendo assim um acúmulo desses compostos, como resposta houve o aparecimento de
846 amônia e nitrato que pode ter ocorrido pela água residual somado a provável
847 contaminação por spray advindo do sistema de bioflocos, em função da disposição dos
848 tanques experimentais, causando assim a colonização de bactérias responsáveis pelo
849 processo de nitrificação.

850 Nos tratamentos que fizeram uso de bioflocos como houve a utilização de inóculo
851 de bioflocos maduro, foi evidenciado que essa estratégia foi suficiente para a
852 estabilização dos compostos nitrogenados desde o início do experimento como foi
853 observado nos resultados de amônia e nitrito próximo ao indetectável, além do aumento
854 gradual de valores de nitrato indicando que o inóculo continha bactérias oxidantes de
855 amônia e nitrito (Krummenauer et al., 2014; Wasielesky et al. 2022).

856 O consumo de água em sistemas de aquicultura é um tema sensível e cada vez
857 mais busca-se por melhorias nos métodos de produção para fazer uso desse aporte de água
858 da maneira mais eficiente. Em fazendas que se utilizam métodos de cultivo convencionais
859 com um perfil de produção semi-intensivo pode haver o consumo de 40 a 80 m³ de água
860 para produzir um kg de camarão (Boyd & Clay, 2002). Em um estudo realizado por
861 (Zemor et al., 2019) em sistema intensivo com bioflocos em viveiros, utilizando a
862 metodologia de renovações de água foi produzido o mesmo kg consumindo 2,22 m³. No
863 presente trabalho também em sistema de bioflocos foi possível produzir um kg de
864 camarão com 0,52m³ de água no entanto, no sistema de água clara foram necessários para

865 produzir o mesmo kg de camarão $4,8\text{m}^3$. Os resultados em quilogramas totais de camarão
866 para ambos os sistemas foram bem próximos, não havendo diferença significativa,
867 contudo é possível perceber quão mais eficiente o sistema de bioflocos tem potencial de
868 ser, uma vez que o sistema de água clara usou 89,62% mais água que o sistema BFT, ou
869 seja, para se produzir 1 kg de camarão em sistema com bioflocos utilizou-se apenas
870 10,38% de água em relação ao sistema convencional que tem por característica altas taxas
871 de renovações.

872 O sistema de cultivo fundamentado na tecnologia de bioflocos parte do princípio
873 que os microrganismos desenvolvidos por intermédio da “alça microbiana”, exercem
874 funções como cooperarem com o ciclo de diversos nutrientes presentes nos cultivos e
875 como fonte de alimento natural aprimorando os requisitos nutricionais elementares para a
876 dieta do camarão. Isso se deve ao fato de que há a geração de uma nova cadeia trófica a
877 partir da ração não consumida nos cultivos, associada às microalgas mortas, tendo como
878 base a matéria orgânica dissolvida e sua assimilação por bactérias que são fonte de
879 alimento para uma nova sequência de microrganismos. (Azam et al., 1983; Reis et al.,
880 2019)

881 No presente estudo pode-se perceber a presença de variados microrganismos
882 pertencentes a essa cadeia microbiana, tais como, bactérias do tipo cocoide, filamentosa,
883 bacilo e vibrio e protozoários do tipo flagelado, ciliado e rotífero. Vale ressaltar que nesse
884 experimento houve a utilização de dois sistemas de cultivo distintos, água clara e
885 bioflocos, e a abundância de microrganismos está diretamente relacionada ao tipo de
886 cultivo, logo a maior abundância de microrganismos se deu no sistema de cultivo em
887 meio aos bioflocos, visto que foi realizada a adição de inóculo de bioflocos maduros
888 advindos de um cultivo em andamento (Krummenauer et al., 2014).

889 No início do experimento pode-se perceber uma abundância superior para as
890 bactérias do tipo cocoide e filamentosa no sistema de bioflocos e ao longo do tempo uma
891 gradual redução, por outro lado, houve um aumento no grupo de protozoários, mais
892 especificamente para os flagelados e ciliados, bem como o incremento em peso pelos
893 camarões, isso se justifica pelo princípio top-down, pois nesse tipo de controle, as
894 populações dos organismos nos níveis tróficos inferiores são controladas pelos
895 organismos no topo, ou seja, como as bactérias estão agregadas aos bioflocos e tanto os
896 protozoários como os animais cultivados alimentam-se por essa fonte, que é a matéria

897 orgânica, haverá assim um apoucamento desse grupo de microrganismos (Carperter e
898 Kitchell, 1993; Wasielesky et al., 2006).

899 Quando se trata da produção de organismos aquáticos em alta densidade busca-se
900 uma maior prudência quanto ao meio ambiente, principalmente no que tange a redução de
901 áreas de cultivo e do aporte de efluentes, biossegurança para limitar possíveis
902 disseminações de doenças e o uso de produtos específicos para o sistema de cultivo
903 (Samocha et al., 2017; Avnimelech., 2015 e Krummenauer et al., 2014). Um dos
904 mecanismos que se tem utilizado para manter a sanidade dos organismos cultivados é o
905 uso de probióticos, que são organismos vivos não patogênicos que tem por função
906 atuarem na colonização do trato gastrointestinal dos animais e do meio de cultivo, agindo
907 contra o possível surgimento de agentes patogênicos (Moriarty, 1998; Gatesoupe, 1999;
908 Decamp et al., 2008).

909 Durante todo o período do presente estudo utilizou-se probiótico para ambos os
910 sistemas, em todos os tratamentos, na Figura 13 é possível perceber que há registros de
911 bacilos durante todo experimento, ou seja, é um indicativo de que provavelmente o
912 probiótico estava agindo de maneira preventiva tanto no meio de cultivo, quanto para os
913 animais cultivados. Um dos gêneros de bactérias nocivos quando em desequilíbrio
914 comumente presente nas atividades aquícolas é o gênero *Vibrio*, que é composto por
915 bactérias gram-negativa, potencial causador de graves enfermidades nos camarões
916 (Chatterjee e Haldar, 2012), no referido estudo houve registros desse grupo de bactérias,
917 no entanto, a partir dos dados de sobrevivência, que foram expressivos para todos os
918 tratamentos, pode-se considerar que os animais não foram afetados.

919 O desempenho zootécnico é o produto de um somatório de variáveis ao longo do
920 período experimental ou de um cultivo e os seus resultados estão diretamente
921 relacionados ao manejo de qualidade da água, cuidado animal e o fornecimento de uma
922 dieta de alta qualidade. Tanto em água clara, quanto em bioflocos há algumas
923 características no manejo que fazem com que esses resultados sejam diferentes ou
924 semelhantes para ambos os sistemas, no caso do presente experimento foi semelhante,
925 pois a partir dos resultados apresentados pode-se perceber que tanto em sistema de água
926 clara, quanto em sistema de bioflocos não há diferença significativa entre as diferentes
927 dietas testadas e os seus respectivos conteúdos proteicos quando comparadas aos
928 parâmetros avaliados.

929 Por sua vez, quando se refere ao sistema de bioflocos leva-se em consideração que
930 esses bioflocos podem contribuir como uma suplementação alimentar para consumo
931 pelos camarões a partir de uma variedade de microrganismos identificados nos bioflocos,
932 contendo teores significativos de ácidos graxos, aminoácidos essenciais e minerais
933 (Manan et al., 2017; Burford et al., 2004). Estudos realizados por (Burford et al., 2004) e
934 Wasielesky et al. 2006, por exemplo, evidenciam que o conteúdo proteico advindo dos
935 bioflocos podem possuir valores superiores a 30% de proteína bruta, sendo assim uma
936 estratégia de cultivo que torna-se atrativa pelo fato de contribuir com a minimização de
937 custos.

938 Sabe-se que quando há estudos relacionados a testar diferentes teores de proteínas
939 em dietas aplicados as mais variadas condições de cultivo é possível que haja resultados
940 que se diferem de um trabalho para o outro, com relação à sobrevivência tem-se como
941 exemplo o estudo realizado por (Ponce-Palafox et al., 2020) testando diferentes
942 conteúdos proteicos, contudo na fase de berçário, no qual encontraram resultados que
943 mostraram que o crescimento e a sobrevivência do camarão no sistema de bioflocos
944 foram maiores do que aqueles registrados em água clara com uma sobrevivência de 62-
945 96%, contudo no presente trabalho a sobrevivência variou entre 83 – 93%, não havendo
946 diferença significativa quanto aos sistemas de cultivo e seus tratamentos.

947 Num estudo realizado por (Nunes et al., 2010) os resultados encontrados
948 corroboram com o do presente trabalho, visto que os autores afirmam que embora os
949 camarões tenham sido alimentados com uma dieta com 25% de proteína bruta sob
950 condições de bioflocos obtiveram desempenho semelhante ao camarão criado em cultivo
951 regular intensivo com uma dieta de 37% de proteína. No entanto, (Pinho e Emerenciano,
952 2021), por sua vez afirmam que em seu experimento utilizando dietas com 25 e 35% de
953 proteína bruta encontraram um melhor desempenho do camarão para quase todos os
954 parâmetros zootécnicos com a dieta com 35% e o crescimento inferior dos camarões
955 alimentados com 25% de proteína bruta, tendo como justificativa que o consumo de
956 bioflocos provavelmente foi insuficiente para complementar essa diferença.

957 Estudo realizado por (Prangnell et al., 2020) testando dietas com 35 e 40% de
958 proteína bruta em sistema de bioflocos afirmam que as dietas proveram altas taxas de
959 crescimento, no entanto o maior crescimento e a menor taxa de conversão alimentar

136

137

960 durante grande parte do estudo indicam que o maior teor de proteína (40%) pode ter
961 melhorado o desempenho do camarão.

962

963 **6. CONCLUSÃO**

964

965 Os resultados apresentados corroboram com a possibilidade de redução do
966 conteúdo proteico de 40 para 30% nas dietas formuladas especificamente para sistemas
967 superintensivos, tais como o sistema de bioflocos, sem que haja prejuízo ao crescimento e
968 sobrevivência dos camarões cultivados. No presente trabalho o cultivo baseado na
969 tecnologia de bioflocos demandou 10 vezes menos a quantidade de água necessária para
970 produzir um quilograma de camarão quando comparado ao sistema convencional. A
971 redução da necessidade de proteína na formulação das dietas pode minimizar os custos de
972 produção, melhorar o aproveitamento da matéria orgânica disponível através dos
973 bioflocos como fonte suplementar de alimento e gerar um menor aporte de compostos
974 nitrogenados ao meio ambiente.

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

138

139

992 **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

993

994 AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 12th edn. Association of Official
995 Analytical Chemists, Arlington, VA. 1298 pp.

996 APHA/AWWA/WEF, 2012. Standard Methods for the Examination of Water and
997 Wastewater. Stand. Methods 541.

998 AVNIMELECH, Y., 1999. Carbon e nitrogen ratio as a control element in
999 aquaculture systems. *Aquac. Int.* 227–235.

1000 AVNIMELECH, Y. Biofloc technology – A practical guide book. The World
1001 Aquaculture. 2015. <https://doi.org/10.13140/2.1.4575.0402>.

1002 AZAM, F., FENCHEL, T., FIELD, J., GRAY, J., MEYER-REIL, L.,
1003 AND THINGSTAD, F. (1983) The ecological role of water-column
1004 microbes in the sea. *Mar Ecol Prog Ser* **10**: 257– 263.

1005 BAGENAL, T.B. & F.W. TESCH., 1978. Age and growth, in Bagenal, T.B. (ed.),
1006 Methods for the assessment of fish production in fresh waters. IBP
1007 Handbook, n.3.

1008 BOYD, C.E., CLAY, J.W., 2002. Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: a
1009 Superintensive Shrimp Aquaculture System. Report Prepared Under the
1010 World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium. Program on Shrimp
1011 Farming and the Environment. FAO, Washington. pp. 17p.

1012 BRAGA, A., MAGALHÃES, V., HANSON, T., MORRIS, T.C., SAMOCHA,
1013 T.M., 2016. The effects of feeding commercial feed formulated for semi-
1014 intensive systems on *Litopenaeus vannamei* production and its profitability in
1015 a hyper-intensive biofloc-dominated system. *Aquac. Rep.* 3, 172–177.

1016 BURFORD, M.A, THOMPSON, P.J., BAUMAN, R.H., & PEARSON, D.C. 2003.
1017 Nutrient and microbial dynamics in high-intensive, zero-exchange shrimp
1018 ponds in Belize. *Aquaculture*, 219: 393-411

1019 BURFORD, M.A., THOMPSON, P.J., MCINTOSH, R.P., BAUMAN, R.H.,
1020 PEARSON, D.C., 2004. The contribution of flocculated material to shrimp
1021 (*L. vannamei*) 941 nutrition in a high-intensity, zero-exchange system.
1022 *Aquaculture.*, 232: 525-537.

- 1023 CARDONA, E., LORGEUX, B., GEFFROY, C., RICHARD, P., SAULNIER, D.,
1024 GUEGUEN, Y., GUILLOU, G., CHIM, L., 2015. Relative contribution of
1025 natural productivity and compound feed to tissue growth in blue shrimp
1026 (*Litopenaeus stylirostris*) reared in biofloc: Assessment by C and N stable
1027 isotope ratios and effect on key digestive enzymes. *Aquaculture* 448:288-
1028 297.
- 1029 CARPENTER, S.R. AND KITCHELL, J.F. (1993) *The Trophic Cascade in Lakes*.
1030 Cambridge University Press, Cambridge.
1031 <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511525513>.
- 1032 CHATTERJEE, S., HALDAR, S. *Vibrio* Related Diseases in Aquaculture and
1033 Development of Rapid and Accurate Identification Methods. *J Marine Sci*
1034 *Res Dev* S1:002. 2012. <https://doi.org/10.4172/2155-9910.s1-002>
- 1035 CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P., VERSTRAETE, W., 2012. Bio floc
1036 technology in aquaculture: Bene fi cial effects and future challenges.
1037 *Aquaculture* 356–357, 351– 356.
1038 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>.
- 1039 CUZON, G.; et al. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds.
1040 *Aquaculture*. v. 235. p. 513 – 551. 2004.
- 1041 DECAMP, O., MORIARTY, D.J.W., LAVENS, P. Probiotics for shrimp
1042 larviculture: Review of field data from Asia and Latin America. *Aquac. Res.*
1043 39, 334–338. 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01664.x>.
- 1044 EBELING, J.M., TIMMONS, M.B., BISOGNI, J.J., 2006. Engineering analysis of
1045 the stoichiometry of photoautotrophic , autotrophic , and heterotrophic
1046 removal of ammonia – nitrogen in aquaculture systems 257, 346–358.
1047 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>.
- 1048 FAO. 2020. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in*
1049 *action*. Rome.
- 1050 FURTADO, P.S., GAONA, C.A.P., POERSCH, L.H., WASIELESKY, W.J., 2014.
1051 Application of different doses of calcium hydroxide in the farming shrimp
1052 *Litopenaeus vannamei* with the biofloc technology (bft). *Aquacult int*.
- 1053 GATESOUBE, F. J. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture* 180, 147–165.
1054 1999. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00187-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00187-8).

- 1055 GAONA, C.A.P., POERSCH, L.H., KRUMMENAUER, D., FOES, G.K.,
1056 WASIELESKY, W.J., 2011. Effect of Solids Removal on Water Quality,
1057 Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* in a Biofloc Technology
1058 Culture System. Int. J. Recirc. Aquac. 12, 54–73.
1059 <https://doi.org/10.21061/ijra.v12i1.1354>.
- 1060 GARZA, A.Y., ROUSE, D.B., DAVIS, D.A., 2004. Influence of Nursery Period on
1061 the Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Under Pond Production
1062 Conditions. J. World Aquac. Soc. 35, 357–365.
- 1063 HANSON, T.R., POSADAS, B.C., SAMOCHA, T.M., STOKES, A.D., LOSORDO,
1064 T.M., BROWDY, C.L., 2009. Economic factors critical to the profitability
1065 of super-intensive biofloc recirculating shrimp production systems for
1066 marine shrimp *Litopenaeus vannamei*. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.),
1067 The Rising Tide, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp
1068 Farming. The World Aquaculture Society, Baton rouge, pp. 267–283.
- 1069 HOBBIÉ, J.E., DALEY, R.J., JASPER, S., 1977. Use of nuclepore filter counting
1070 bacteria by fluorescence microscopy. Appl. Environ. Microbiol. Microbiol.
1071 33, 1225–1228. <https://doi.org/citeulike-article-id:4408959>.
- 1072 JATOBÁ, A.; et al. Protein levels for *Litopenaeus vannamei* in semi-intensive an
1073 biofloc systems. Aquaculture. v. 432. p. 365 – 371. 2014.
- 1074 KRUMMENAUER, D., PEIXOTO, S., CAVALLI, R., POERSCH, L., H.,
1075 WASIELESKY, W.J., 2011. Superintensive Culture of White Shrimp,
1076 *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil
1077 at Different Stocking Densities. Journal of the World Aquaculture Society:
1078 726-733.
- 1079 KRUMMENAUER, D., SAMOCHA, T., POERSCH, L., LARA, G.,
1080 WASIELESKY, W., 2014. The reuse of water on the culture of Pacific
1081 White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in BFT system. J. World Aquacult
1082 Soc. 45, 3–14, <http://dx.doi.org/10.1111/jwas.12093>.
- 1083 MANAN, H., MOH, J.H.Z., KASAN, N.A., SURATMAN, S., IKHWANUDDIN,
1084 M., 2017. Identification of biofloc microscopic composition as the natural
1085 bioremediation in zero water exchange of Pacific white shrimp, *Penaeus*
1086 *vannamei*, culture in closed hatchery system. Appl Water Sci 7, 2437–2446

1088 MCINTOSH, D, SAMOCHA, T.M., JONES, E.R., LAWRENCE, D.A., MCKEE, S
1089 HOROWITZ & HOROWITZ, A., 2000. The effect of a bacterial
1090 supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with
1091 low-protein diet in outdoor tank system and no water exchange. *Aquacult.*
1092 *Eng.*, 21: 215–227.

1093 MELO, F.P.D., FERREIRA, M.G.P., LIMA, J.P.V.D., & CORREIA, E.D.S. (2015).
1094 Cultivo do camarão marinho com bioflocos sob diferentes níveis de proteína
1095 com e sem probiótico. *Revista Caatinga*, 28(4), 202–210.
1096 doi:10.1590/1983-21252015v28n422rc.

1097 MORIARTY, D.J.W. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture
1098 ponds. *Aquaculture* 164, 351–358. 1998.
1099 [https://doi.org/10.1016/S00448486\(98\)00199-9](https://doi.org/10.1016/S00448486(98)00199-9).

1100 NUNES, A.J.P., CASTRO, L.F., SABRY-NETO, H., 2010. Microbial flocs spare
1101 protein in white shrimp diets. *Glob Aquac Advocate* 13, 24–26.

1102 PINHO S.M., EMERENCIANO M.G.C., 2021. Sensorial attributes and growth
1103 performance of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultured in biofloc
1104 technology with varying water salinity and dietary protein content.
1105 *Aquaculture*, Volume 540, 2021, 736727, ISSN 0044-8486.
1106 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736727>.

1107 PONCE-PALAFIX, J.T., PAVIA, A.A., MENDOZA-LOPEZ, D.G.,
1108 ARREDONDO-FIGUERO, J.L., LANGOREYNOSO, F., CASTANEDA-
1109 CHAVEZ, M.R., ESPARZA-LEAL, H., RUIZ-LUNA, A., PAEZ-
1110 OZUNA, F., CASTILLO-VARGASMACHUCA, S.G., PERAZA-
1111 GOMEZ, V., 2019. Response surface analysis of temperature-salinity
1112 interaction effects on water quality, growth and survival of shrimp *Penaeus*
1113 *vannamei* postlarvae raised in biofloc intensive nursery production.
1114 *Aquaculture* 503, 312–321. [https://doi.org/10.1016/j.](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.020)
1115 [aquaculture.2019.01.020](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.020).

1116 PRANGNELL, D.I., CASTRO L.F., ALI A.S., BROWDY C.L. & SAMOCHA T.M.
1117 (2020): The performance of juvenile *Litopenaeus vannamei* fed commercial
1118 diets of differing protein content, in a super-intensive biofloc-dominated

1119 system, Journal of Applied Aquaculture, DOI:
1120 10.1080/10454438.2020.1766632.

1121 REIS W.G., WASIELESKY W., ABREU P.C., BRANDÃO H., KRUMMENAUER
1122 D., Rearing of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone,
1123 1931) in BFT system with different photoperiods: Effects on the microbial
1124 community, water quality and zootechnical performance. Aquaculture,
1125 Volume 508 2019, Pages 19-29.
1126 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.04.067>.

1127 SANTOS, G.B.; WASIELESKY, W.J.; FÓES, G.K., Utilização de farinha de peixe
1128 análoga na engorda do camarão branco *Litopenaeus vannamei* em sistema
1129 de bioflocos. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Aquicultura,
1130 Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015. Cap. 1. Disponível
1131 em:[https://ppgaquicultura.furg.br/images/Dissertacoes/2015/Dissertacao_](https://ppgaquicultura.furg.br/images/Dissertacoes/2015/Dissertacao_Gabriel_Santos_2015.pdf)
1132 [Gabriel_Santos_2015.pdf](https://ppgaquicultura.furg.br/images/Dissertacoes/2015/Dissertacao_Gabriel_Santos_2015.pdf). Acesso em: 11 set. 2021.

1133 SAMOCHA, T.M., PRANGNELL, D.I., HANSON, T.R., TREECE, G.D., MORRIS,
1134 T.C., CASTRO, L.F., & STARESINIC, N., 2017. Design and Operation of
1135 Super Intensive, Biofloc-Dominated Systems for Indoor Production of the
1136 Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* – The Texas A&M AgriLife
1137 Research Experience. The World Aquaculture Society, Baton Rouge,
1138 Louisiana USA.

1139 SAMOCHA, T. M. et al. Design and Operation of Super Intensive, Biofloc-
1140 Dominated Systems for Indoor Production of the Pacific White Shrimp,
1141 *Litopenaeus vannamei*. The Texas A&M AgriLife Research Experience.
1142 The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA. 368p.
1143 2017.

1144 STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R., 1972. A Practical Handbook of Seawater
1145 Analysis. A Pract. Handb. seawater Anal. 167, 185.
1146 <https://doi.org/10.1002/iroh.19700550118>.

1147 UNESCO, 1983. Chemical Methods for Use in Marine Environmental Monitoring
1148 53.

1149 UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-
1150 Methodik. Int. Vereinigung für Theor. und Angew. Limnol. Kom. Für.

- 1151 VAN WYK, P.; DAVISHODGKINS, M.; LARAMORE, R.; MAIN, K.L.; SCARPA,
1152 J. (Ed.). Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems.
1153 Tallahassee: Department of Agriculture and Consumer Services, 1999.
1154 p.128138.
- 1155 WASIELESKY, W. J., ATWOOD, H.I., STOKES, A., BROWDY, C.L., 2006. Effect
1156 of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based
1157 super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*.
1158 Aquaculture: 396- 40.
- 1159 WASIELESKY W.; MENESTRINO K., BORGES L., KRUMMENAUER D.,
1160 HOLANDA M. THE REUSE OF BIOFLOC MATURE WATER IN
1161 SHRIMP CULTURE OF *Litopenaeus vannamei* IN SUPERINTENSIVE
1162 BFT SYSTEM. Aquaculture Europe 2022, International Conference &
1163 Exposition September 27 - 30, 2022 - Rimini, Italy.
- 1164 ZAR, J.H., 2010. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- 1165 ZEMOR. J.C., WASIELESKY. W., FÓES. G.K., POERSCH. L.H. The use of
1166 clarifiers to remove and control the total suspended solids in large-scale
1167 ponds for production of *Litopenaeus vannamei* in a biofloc system,
1168 Aquacultural Engineering, Volume 85, 2019, Pages 74-79, ISSN 0144-
1169 8609, <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.03.001>.
- 1170 ZHANG, K., PAN, L., CHEN, W., WANG, C., 2017. Effect of using sodium
1171 bicarbonate to adjust the pH to different levels on water quality, the growth
1172 and the immune response of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in zero-
1173 water exchange biofloc based culture tanks 1194–1208.
1174 <https://doi.org/10.1111/are.12961>.