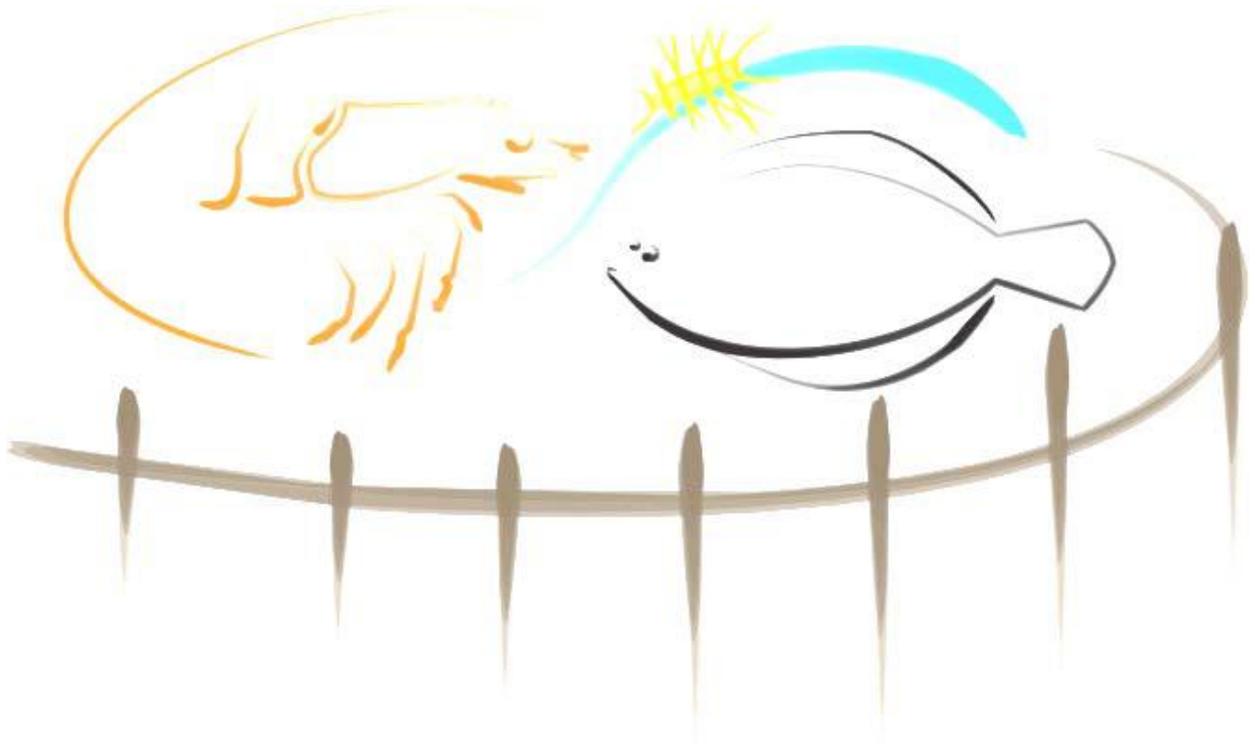




**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**



**ANÁLISE COMPARATIVA DA PRODUÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus
vannamei* DURANTE UM OU DOIS CICLOS INTENSIVOS EM SISTEMA BFT
EM VIVEIROS NO EXTREMO SUL DO BRASIL**

VITALINA MAGALHÃES BARBOSA

**FURG
RIO GRANDE, RS.
2013**

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

**ANÁLISE COMPARATIVA DA PRODUÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus*
vannamei DURANTE UM OU DOIS CICLOS INTENSIVOS EM SISTEMA BFT
EM VIVEIROS NO EXTREMO SUL DO BRASIL**

VITALINA MAGALHÃES BARBOSA

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Aquicultura como parte dos
requisitos para obtenção do
título de Mestre em Aquicultura

Orientador: Prof. Dr. Luís Henrique S. Poersch

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

RIO GRANDE, RS.

2013

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
DEDICATÓRIA	viii
AGRADECIMENTOS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1. Objetivo geral	17
2.2. Objetivos específicos	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Origem dos animais e delineamento experimental	18
3.2. Qualidade de água	20
3.3. Clorofila <i>a</i> e comunidade microbiana	21
3.4. Desempenho zootécnico	22
3.5. Análise econômica	23
3.6. Análises Estatísticas	25
4. RESULTADOS	26
4.1. Qualidade de água	26
4.2. Clorofila <i>a</i> e comunidade microbiana	32
4.3. Desempenho zootécnico	36
4.4. Análise econômica	38
5. DISCUSSÃO	42
6. CONCLUSÕES	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Parâmetros de qualidade da água e métodos utilizados durante o período de engorda do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> durante dois ciclos curtos de cultivos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	21
Tabela 02. Parâmetros de desempenho zootécnico e cálculos utilizados durante o período de engorda do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> cultivado durante dois ciclos curtos de cultivos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	22
Tabela 03. Relação dos custos fixos para a produção do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos de cultivos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	23
Tabela 04. Relação dos custos variáveis para a produção do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	24
Tabela 05. Valores médios (\pm desvio padrão, DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos parâmetros diários de qualidade da água durante a fase de engorda do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	26
Tabela 06. Valores médios (\pm desvio padrão, DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos compostos nitrogenados, fosfato, razão N:P e salinidade durante a fase de engorda do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	28
Tabela 07. Valores médios (\pm desvio padrão, DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos sólidos suspensos totais (SST), sólidos sedimentáveis (SS), turbidez, transparência e alcalinidade durante a fase de engorda do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	31
Tabela 08. Densidade média (\pm desvio padrão) dos microorganismos presentes na água do cultivo durante a fase de engorda do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	34

Tabela 09. Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros de desempenho zootécnico do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> durante dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	37
Tabela 10. Custos totais de produção do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> durante dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	39
Tabela 11. Resumo do fluxo de caixa, custos da produção e faturamento por quilo do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> durante dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Desenho amostral dos tratamentos dois ciclos curtos de cultivo (CC) e um ciclo longo (CL) do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	19
Figura 02. Variação semanal da temperatura média da água ao longo do cultivo do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	27
Figura 03. Variação semanal da concentração média de fosfato ao longo do cultivo do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	29
Figura 04. Variação semanal da salinidade média ao longo do cultivo do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	30
Figura 05. Variação semanal da concentração média de clorofila <i>a</i> ao longo do cultivo do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	32
Figura 06. Cianobactérias (a-c), clorofíceas (d) e diatomáceas (e-i) presentes na água do cultivo do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil (40 x)	33
Figura 07. Ciliados (a), flagelados (b) e rotíferos (c) presentes na água do cultivo do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil (40 x)	33
Figura 08. Variação da densidade média dos microorganismos autotróficos presentes na água de cultivo de juvenis de <i>Litopenaeus vannamei</i> durante o período de engorda em dois ciclos curtos (a) e um longo (b) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	35
Figura 09. Variação da densidade média dos microorganismos heterotróficos presentes na água de cultivo de juvenis de <i>Litopenaeus vannamei</i> durante o período de engorda em dois ciclos curtos (a) e um longo (b) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	36
Figura 10. Juvenis de <i>Litopenaues vannamei</i> cultivados durante o período de engorda em dois ciclos curtos (a) e um longo (b) em viveiros BFT no extremo	

sul do Brasil	36
Figura 11. Relação entre o crescimento semanal do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> e a temperatura da água em viveiros no sul do Brasil durante dois ciclos curtos (a) e um longo (b). CC: $r^2 = 0,2596$; $r = 0,5095$; $p = 0,00001$; $y = 22,2199 + 1,8107*x$; CL: $r^2 = 0,3244$; $r = 0,5695$; $p = 0,0000006$; $y = 21,5913 + 2,0771*x$	38
Figura 12. Participação relativa dos itens dos custos totais na produção do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> em dois ciclos curtos (a) e um longo (b) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil	40

DEDICATÓRIA

Aos Meus Pais, Regina e Raimundo, pelo amor e confiança dedicados.

Ao meu amigo, companheiro e namorado que esteve ao meu lado em todos os momentos, André Braga.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Luís Poersch. (Mineiro) pela paciência, sugestões, orientação, por ter acreditado em mim e no meu trabalho. E por muitas vezes ter se preocupado comigo como um verdadeiro pai, **MUITO OBRIGADA!**

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Wilson Wasielesky Jr. (Mano) pelas oportunidades, pelos ensinamentos, pelos conselhos, pelas sugestões durante o experimento e por ter acreditado no meu trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Aquicultura que contribuíram para minha formação.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro durante o mestrado.

Ao Prof. Dr. Silvio Peixoto e ao Dr. Dariano Krummenauer por terem aceitado fazer parte da banca examinadora e pelas sugestões.

A todos que participaram das rotinas dos viveiros e que em muitos momentos estavam do meu lado me apoiando. Obrigado Marcos Almeida, Camú, Guilherme, Arthur, Aline, Nicole e Bruna por tudo, pela amizade, pelo carinho e pelos inúmeros momentos de risadas.

Felipe e Natália que foram fantásticos na passagem pela EMA, obrigada meninos por todo o carinho.

Aos meus queridos: Diogo, Gabi, Bárbara, Ana, Tati, Mércia, Dariano e Geraldo por todo o apoio, sugestões, sabedoria, risadas e carinho.

A todos do projeto camarão: Alessandro, Luciano, Bolinha, Júlio, André Freitas, Sabrina, Willian, Gaona, Fabi, Plínio e aos demais colegas da EMA que direta ou indiretamente me ajudaram durante todo o experimento.

Ao técnico Sandro por ter feitos minhas análises de compostos nitrogenados e pelas conversas.

Aos meus pais que sempre acreditaram em mim, no meu potencial, que apoiaram todas as minhas decisões e entenderam principalmente a minha distância. Aos meus irmãos Cleydiane, Rossean e Cintia, que mesmo distantes estão sempre no meu coração.

Ao André Braga, por ter estado comigo durante todo esse processo, me dando força, mostrando muitas vezes o melhor caminho, dando sugestões, dando palavra de apoio, dando broncas, principalmente estando do meu lado nas horas mais difíceis, **OBRIGADA!**

RESUMO

O cultivo de camarão em viveiros no sul do Brasil está restrito às épocas mais quentes do ano, ocorrendo geralmente de novembro a abril. Este período restrito para a produção de camarão na região evidencia a necessidade de adotar uma estratégia que aumente a produtividade e, conseqüentemente, a rentabilidade durante os ciclos de engorda. Assim, este estudo objetivou comparar a produção de *Litopenaeus vannamei* durante dois ciclos curtos e um longo em sistema BFT em viveiros no extremo sul do Brasil. O estudo foi realizado em seis viveiros com área total de 600 m³ localizados na Estação Marinha de Aquacultura da Universidade Federal do Rio Grande (EMA/FURG) e foi composto por dois tratamentos com três repetições cada: dois ciclos curtos (CC) com 75 dias de duração cada, sendo o primeiro realizado de novembro de 2011 a fevereiro de 2012 e o segundo de fevereiro a maio de 2012; e um ciclo longo (CL) realizado de novembro a maio de 2012, totalizando 150 dias de duração. No tratamento CC, os camarões foram despescados ao final do primeiro ciclo curto (CC1), para na seqüência, serem reestocados camarões nas mesmas unidades experimentais utilizadas no CC1 para a realização do segundo ciclo curto (CC2). A densidade de estocagem em todos os ciclos foi de 42 camarões/m² e o peso inicial médio foi de 1,20 g nos CC1 e CL e de 1,40 g no CC2. Diariamente, temperatura da água (T°C), oxigênio dissolvido (O₂D) e pH foram monitorados duas vezes ao dia. Semanalmente, foram monitorados salinidade, sólidos suspensos totais (SST), sólidos sedimentáveis (SS), turbidez, compostos nitrogenados, alcalinidade, clorofila *a* e microorganismos. Semanalmente foram também realizadas biometrias para estimar o crescimento e ajustar a quantidade de ração (38% de proteína bruta, Potimar Active 38, Guabi[®], Brasil), a qual foi ofertada duas vezes ao dia por meio de bandejas e a lance. Uma biometria foi realizada ao final de todos os ciclos para determinação dos parâmetros de desempenho zootécnico. Com base nos resultados obtidos no final do experimento, uma análise econômica foi realizada para comparar o custo de produção para camarões durante dois ciclos curtos e um ciclo longo em viveiros BFT no sul do Brasil. Análise estatística utilizada neste estudo foi o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para os parâmetros de qualidade da água e análise de variância (ANOVA) de uma-via para o desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei*. Em ambos os tratamentos, não houve diferença significativa nos parâmetros de qualidade da água, temperatura, O₂D, compostos nitrogenados, fósforo, SST e alcalinidade. Em contrapartida, pH, SS, turbidez e transparência foram

significativamente maiores no tratamento CL do que no CC. Apesar dessas diferenças, a maioria dos parâmetros de qualidade da água esteve dentro da faixa recomendável para cultivo de *L. vannamei* em ambos os tratamentos, com exceção do pH e T°C. Cianobactéria foi o grupo de microorganismos predominante em ambos os tratamentos, correspondendo a 52% da comunidade microbiana no CL e a 49% no CC. Peso médio final ($26,41 \pm 0,90$ g), crescimento semanal ($1,17 \pm 0,04$ g/semana) e ganho de peso ($1,14 \pm 0,64$ g) foram significativamente ($p < 0,05$) maiores no tratamento CL do que no CC ($11,70 \pm 1,06$ g; $0,98 \pm 0,11$ g/semana; e $0,95 \pm 0,64$ g, respectivamente). A conversão alimentar aparente, por sua vez, foi significativamente maior no tratamento no CL ($1,57 \pm 0,26$) do que no CC ($1,20 \pm 0,12$). Sobrevivência ($68 \pm 10,50\%$ para CL e $80 \pm 2,75\%$ para CC), biomassa ($433 \pm 79,92$ kg para CL e $474 \pm 45,65$ kg para CC) e produtividade (7200 ± 1598 kg/ha/ciclo para CL e 7900 ± 913 kg/ha/ciclo para CC) não diferiram significativamente entre os tratamentos. O custo total de produção apresentou maior valor no tratamento CC (R\$18.246,10) do que no CL (R\$17.324,40). Além disso, através dos dados de peso, produção e custos totais do camarão, o custo de produção por quilo e a receita, apresentou uma receita de R\$ 13,57/kg de camarão no tratamento CL enquanto o CC apresentou um saldo negativo de R\$ 1,12/kg de camarão. Desta maneira, dentre as estratégias de produção em viveiros BFT para extremo sul do Brasil utilizando as condições experimentais do presente estudo, é possível inferir que a escolha da estratégia mais adequada é um ciclo longo. No entanto, é necessário levar em consideração, não apenas os dados de desempenho zootécnico e custos da produção, mas também as características da pesca local. Estes fatores podem influenciar o preço de venda e, conseqüentemente, a rentabilidade do investimento.

ABSTRACT

Shrimp farming in ponds located in southern Brazil is restricted to the warmer seasons of the year, usually from November to April. Therefore, it is important to adopt a strategy that increases productivity and profitability during the growth-out cycles. Thus, this study aimed to compare the production of *Litopenaeus vannamei* during two short cycles and one long cycle in BFT system in ponds in southern Brazil. The study was conducted in six ponds with a total area of 600 m³ located at Station Marine Aquaculture of the Federal University of Rio Grande (EMA/FURG, acronym in Portuguese), and was composed of two treatments with three replicates each: two short cycles (SC) of 75 days each, the first was carried-out from November 2011 to February 2012, whereas the second was carried-out from February to May 2012; and a 150-day long cycle (LC) conducted from November to May, 2012. At the end of the first short cycle (SC1), ponds were harvested and another shrimps were stocked, when the second short cycle (SC2) was started. Stocking density was 42 shrimp/m² for all of the cycles and initial weight was 1.20 g in SC1 and LC and 1.40 g in SC2. Water temperature (T°C), dissolved oxygen (DO) and pH were monitored twice daily. Salinity, total suspended solids (TSS), settleable solids (SS), turbidity, nitrogen, alkalinity, chlorophyll and microorganisms were monitored weekly. Shrimps were sampled weekly to check the growth and to adjust the amount of feed (38% crude protein, Potimar Active 38, Guabi[®], Brazil), which was offered twice daily via feed trays and move. A final sampling was carried-out to estimate the indicators of production performance. At the end of the experiment, an economic analysis was performed to determine the cost of production of shrimp in LC and SC in ponds BFT in southern Brazil. Statistical analyses used in this study was the non-parametric Kruskal-Wallis test for water parameters and analysis of variance one-way (ANOVA) for the growth performance of shrimp *L. vannamei*. In both treatments, there was no significant difference in temperature, DO, nitrogen compounds, phosphorus, TSS and alkalinity. However, pH, SS, turbidity and transparency were significantly higher in the LC than in the SC. Despite those statistical differences, most of the water quality parameters were within the recommended range for farming of *L. vannamei*, except for pH and T°C. Cyanobacteria was predominant microorganism in both treatments and made up 52% of the microbial community in the LC and 49% in the SC. Final body weight (26.41 ± 0.90 g), weekly growth (1.17 ± 0.04 g/weekly) and weight gain (1.14 ± 0.64 g) were

significantly ($p < 0.05$) higher in the LC than in the SC (11.70 ± 1.06 g; 0.98 ± 0.11 g/weekly; and 0.95 ± 0.64 g, respectively), whereas the feed conversion ratio was significantly higher in the LC (1.57 ± 0.26) than in the SC (1.20 ± 0.12). Survival ($68 \pm 10.50\%$ for LC and $80 \pm 2.75\%$ for SC), biomass (433 ± 79.92 kg for LC and 474 ± 45.65 kg for SC) and yields (7200 ± 1598 kg/ha/cycle for LC and 7900 ± 913 kg/ha/cycle for SC) did not differ significantly between treatments. The total cost of production had a higher value in treating SC (R\$18.246.10) than in LC (R\$17.324.40). Furthermore, through the weight data, production and total costs of shrimp production cost per kilogram and revenue, posted revenue of R \$ 13.57 / kg of shrimp in treatment LC while the SC showed a negative balance of R \$ 1.12 / kg of shrimp. Thus, among the strategies of production nurseries BFT to the extreme south of Brazil using the experimental conditions of this study, it is possible to infer that the choice of the most appropriate strategy is a long cycle. However, it is necessary to take into account not only the data of growth performance and production costs, but also the characteristics of the local fisheries. These factors may influence the selling price and hence the profitability of the investment.

1. INTRODUÇÃO

A constante demanda do mercado por camarões peneídeos tem mantido as taxas de crescimento da produção em cativeiro em níveis elevados nas últimas décadas (FAO 2012). Seguindo essa linha, a aquicultura é a atividade de produção animal com maior taxa de crescimento no mundo (8,3% ao ano), atingindo em 2008 uma produção total de 68,3 milhões de toneladas e um valor financeiro estimado em US\$ 105,8 bilhões (FAO 2010). Previsões estimam que no ano de 2030, a produção será de 83 milhões de toneladas, tornando esta atividade uma importante ferramenta para geração de empregos e uma nova opção sócio-econômica para comunidades litorâneas (FAO 2009).

O crustáceo mais cultivado no Brasil e no mundo é o camarão *Litopenaeus vannamei*. Fatores, tais como, a existência de um pacote tecnológico desenvolvido, com rações específicas, sistemas de cultivo, etc, e as características de rápido crescimento e elevada sobrevivência, fazem do *L. vannamei* uma opção economicamente rentável e, conseqüentemente, uma boa escolha para os cultivos (Cuzón *et al.* 2004, Xu & Pan 2012).

Todavia, com a expansão e intensificação da carcinicultura em sistemas convencionais, alguns problemas como emissão de efluentes ricos em nutrientes inorgânicos no ambiente e disseminação de doenças causaram danos negativos ao cultivo de camarão (Wasielesky *et al.* 2006, Samocha *et al.* 2007, Poersch *et al.* 2007). Como alternativa para aumentar a biossegurança e diminuir o impacto ambiental gerado pelos efluentes, nos últimos anos, vem sendo estudado um sistema de cultivo de camarão denominado tecnologia dos bioflocos (BFT - *Biofloc Technology System*). Este sistema tem como característica básica a mínima ou nenhuma renovação de água, reduzindo a emissão de efluentes para o meio ambiente e aumentando a biossegurança. Outra vantagem deste sistema é a possibilidade de utilizar altas densidades de cultivo, promovendo o aumento da produtividade (Mcintosh *et al.* 2000, Burford *et al.* 2003).

Os primeiros estudos com sistema BFT foram realizados em meados da década de 90 simultaneamente em dois centros de pesquisas: nos Estados Unidos, os estudos foram liderados por Hopkins e colaboradores no Waddell Mariculture Center, na Carolina do Sul; e em Israel, por Avnimelech e colaboradores (Sandifer *et al.* 1991, Hopkins *et al.* 1993, Avnimelech 1993, 1994). Após o sucesso nas pesquisas em pequena escala, esta tecnologia foi modificada e adaptada para produções comerciais em Belize, América Central e também nos Estados Unidos (Mcintosh 2000, Boyd &

Clay 2002, Burford *et al.* 2003). No Brasil, Wasielesky e colaboradores iniciaram as pesquisas com o sistema BFT em 2005 na Universidade Federal do Rio Grande (Wasielesky *et al.* 2006, Emerenciano *et al.* 2007, Krummenauer *et al.* 2011). Em comum, todas essas experiências obtiveram aumento da produtividade e a manutenção da qualidade da água durante o cultivo, demonstrando a eficiência deste sistema de produção.

Estas vantagens do sistema BFT estão associadas à formação de agregados microbianos, bioflocos, os quais são compostos por bactérias, microalgas, protozoários e zooplâncton (Avnimelech 2009). A formação destes agregados é iniciada pela colonização de bactérias heterotróficas e pode ser induzida por meio da manipulação da relação carbono:nitrogênio (C:N) da água do cultivo, que deve ser mantida em torno de 15 a 20:1 (Avnimelech 1999, 2009). Segundo o mesmo autor, a manipulação da razão C:N pode acelerar os processos de ciclagem do nitrogênio inorgânico, diminuindo as concentrações de amônia dissolvida na água e, portanto, a necessidade de renovação da água em elevadas taxas diárias, como é comum em sistemas convencionais (Azim & Little 2008). Melaço, farelo de soja, dextrose, entre outros produtos, têm sido utilizados como fonte de carbono orgânico em diversos sistemas BFT (Suita 2009, Fróes *et al.* 2012, Serra 2013). A adição de uma fonte de carbono no sistema favorece, então, a conversão do nitrogênio inorgânico em proteína microbiana (Avnimelech 1999, Hari *et al.* 2004, Ebeling *et al.* 2006, Samocha *et al.* 2007).

Os bioflocos podem ainda ser utilizados como fonte alimentar pelos animais cultivados, sendo uma importante fonte complementar de proteína, o que possibilita a utilização de ração com menores teores de proteína bruta (PB) e, assim, a redução dos custos de produção referentes à alimentação (Burford *et al.* 2003, Wasielesky *et al.* 2006, Ballester *et al.* 2010). Por exemplo, Xu *et al.* (2012) demonstraram que os níveis de proteína na dieta de juvenis de *L. vannamei* cultivados em sistema BFT podem ser reduzidos para até 25% PB sem afetar negativamente o crescimento do camarão.

No entanto, independente do sistema de cultivo utilizado, a influência do clima na produção do camarão em regiões subtropicais pode ser considerada um fator determinante para sobrevivência, crescimento e, conseqüentemente, lucratividade da produção. Isto porque as alterações bruscas nas condições do tempo, típicas dessas regiões, podem afetar negativamente os organismos devido a sua vulnerabilidade às oscilações repentinas dos parâmetros físicos e químicos da água (Harakawa 2009).

Entre os principais fatores climáticos que podem afetar a maricultura em regiões subtropicais estão as alterações de temperatura e as chuvas intensas que podem resultar em reduções na salinidade da água. Estes eventos podem ocorrer em sequência quando ocasionados pela atuação de frentes frias, que primeiro trazem a instabilidade e posteriormente a queda da temperatura (Preston *et al.* 2001, Andrade & Cavalcanti 2004).

Na região Sul do Brasil, a produção de camarões geralmente fica restrita a uma safra por ano desenvolvida nos meses com maior temperatura. Assim, os cultivos de camarões nessa região são comumente realizados do início da primavera até o início do outono. Autores, tais como Barbieri Júnior & Ostrensky Neto 2002, Peixoto *et al.* (2003), Foés (2008), Krummenauer *et al.* (2010) e Fróes (2012), ao realizar estudos no Sul do Brasil relataram redução das taxas de crescimento e até o aumento das taxas de mortalidade associados à baixas temperaturas, prejudicando os níveis de produtividade dos cultivos.

Desta forma, faz-se necessária a adoção de uma estratégia que aumente a produtividade do cultivo de camarão em viveiros BFT no Sul do Brasil. Uma alternativa seria a produção em mais de um ciclo por ano, utilizando menor densidade de estocagem do que aquelas geralmente empregadas em sistemas BFT, como alternativa para aumentar o crescimento durante um período mais curto de cultivo por ciclo. Estratégia similar a esta foi avaliada por Stokes *et al.* (2002) com *L. vannamei* sob duas densidade de estocagem na Carolina do Sul (EUA), região localizada geograficamente a 32°N e que, portanto, apresenta condições climáticas semelhantes às do sul do estado do Rio Grande do Sul (RS), localizado a 32°S.

Segundo Martinez & Seijo (2001), a vantagem de realizar mais de um ciclo de cultivo por ano está diretamente ligada à competição com a pesca da região e, conseqüentemente, o preço de mercado. No sul do RS, esta estratégia permitiria a disponibilidade de camarão em épocas do ano em que os preços de venda são maiores devido a pouca oferta do produto. Por exemplo, o primeiro ciclo seria despescado no início do verão, quando a pesca do camarão ainda não está disponível devido o período de defeso na Lagoa dos Patos. No entanto, para a adoção da estratégia mais adequada para uma determinada região devem ser considerados: o crescimento do camarão, que pode variar de acordo com a região, tempo e sistema de cultivo utilizado, etc; e o preço de mercado, que varia ao longo do ano (Hatch & Feng 1997).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como objetivo comparar a produção de *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT em viveiros no extremo sul do Brasil durante dois ciclos curtos e um ciclo longo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade da água durante dois ciclos curtos de cultivo e um longo do camarão *L. vannamei* em sistema BFT em viveiros no extremo sul do Brasil;
- Comparar o desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* durante dois ciclos curtos de cultivo e um longo em sistema BFT em viveiros no extremo sul do Brasil;
- Analisar economicamente a produção do camarão *L. vannamei* durante dois ciclos curtos de cultivo e um longo em sistema intensivo de viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Origem dos animais e delineamento experimental

Os náuplios de *L. vannamei* utilizados no presente estudo foram adquiridos do laboratório comercial Aquatec (RN) e transportados para o laboratório de larvicultura da Estação Marinha de Aquicultura “Professor Marcos Alberto Marchiori” do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (EMA/FURG), onde foram mantidos até atingirem o estágio de pós-larva (PLs 15). Em seguida, as PLs foram transferidas para tanques retangulares de 35 m² abrigados em uma estufa, onde foi realizado o berçário em sistema BFT a 1200 camarões/m². Ao final do berçário, foi realizado um experimento de novembro de 2011 a maio de 2012 na EMA/FURG.

O experimento foi realizado em seis viveiros de 600 m² escavados e recobertos com manta de polietileno de alta densidade (PEAD). Cada viveiro foi equipado com um aerador do tipo *paddle Wheel* com 20 hp por hectare ligado 24 horas por dia desde o início até o final do experimento.

O experimento foi composto por dois tratamentos com três repetições cada: CC, dois ciclos curtos com 75 dias de duração cada, sendo o primeiro (CC1) realizado de novembro de 2011 a fevereiro de 2012, enquanto o segundo (CC2) ocorreu de fevereiro a maio de 2012; e CL, um ciclo longo com 150 dias de duração que ocorreu de novembro a maio de 2012. Todos os ciclos foram estocados a uma densidade total de 42 camarões/m², totalizando 25.000 indivíduos por viveiro. Os ciclos CC1 e CL foram estocados inicialmente com camarões de 1,2 g ($\pm 0,82$ g). Ao final do CC1, os camarões foram despescados e, na sequência, animais de 1,4 g ($\pm 0,78$ g) foram estocados nas mesmas unidades experimentais para a realização do CC2 (Figura 1).



Figura 01. Desenho amostral dos tratamentos dois ciclos curtos de cultivo (CC) e um ciclo longo (CL) do camarão *Litopenaeus vannamei* em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Cada viveiro foi inoculado com 1% do seu volume útil (600 m³) com água contendo flocos microbianos procedente dos tanques onde foi realizado o berçário anteriormente citado. A fertilização orgânica foi utilizada conforme metodologia descrita por Avnimelech (1999) e Ebeling *et al.* (2006) para a conversão de nitrogênio em biomassa bacteriana. Como fonte de carbono foi utilizada o melaço e como fonte de nitrogênio a ração fornecida aos camarões. Na primeira semana de estudo, a fertilização orgânica foi realizada para manter uma relação 15:1 (C:N). Após esta fase inicial, os viveiros foram fertilizados quando os valores de amônia ultrapassaram 1 mg/L (Tacon 1987, Samocha *et al.* 2007). Além disso, os viveiros foram mantidos com mínima renovação de água durante todo o experimento.

Durante o experimento, os camarões foram alimentados duas vezes ao dia (9:00 e 18:00 h) com ração comercial extrusada composta de 38% de proteína bruta (Potymar 38 Active, Guabi[®], Brasil). Segundo o fabricante, além do teor de proteína supracitado, esta é composta por aproximadamente 7,5% de extrato etéreo, 5% de fibra bruta, 13% de cinzas, 3% de cálcio e 1,45% de fósforo. A taxa de arraçoamento inicial foi de 10% da biomassa dos camarões, sendo este valor ajustado até 2% no final do período da produção, de acordo com a metodologia descrita por Jory *et al.* (2001). A alimentação foi ofertada aos camarões diariamente por lanço e bandejas de alimentação. A bandeja de alimentação foi utilizada para controle das sobras de ração, ajustes no arraçoamento e visualização dos camarões.

3.2 Qualidade da água

Durante o período do estudo, a temperatura da água (T°C), oxigênio dissolvido (O₂D) e pH foram monitorados diariamente, duas vezes ao dia (8:00 e 17:00 h). Salinidade, sólidos suspensos totais (SST), sólidos sedimentáveis (SS), turbidez, transparência, alcalinidade, amônia (N-TAN), nitrito (N-NO₂), nitrato (N-NO₃) e fosfato (P-PO₄) foram mensurados uma vez por semana. A razão nitrogênio:fósforo (N:P) foi estimada para as semanas 1, 6 e 11 no tratamento CC e para 1^a, 6^a, 12^a, 18^a e 22^a semanas no tratamento CL. A escolha das semanas para o cálculo da razão N:P foi baseada nos resultados de clorofila *a*. Os métodos utilizados para o monitoramento dos diferentes parâmetros de qualidade da água estão discriminados na tabela 01.

Tabela 01. Parâmetros de qualidade da água e métodos utilizados durante o período de engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* durante dois ciclos curtos de cultivos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Parâmetros	Métodos
Temperatura da água (°C), Oxigênio dissolvido (mg/L)	Oxímetro digital (YSI 5512)
pH	pHmetro digital (METTLER TOLEDO)
Salinidade	Refratômetro óptico (ATAGO)
Sólidos Suspensos (mg/L)	Cone Imhoff (Avnimelech 2007)
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Strickland & Parsons (1972)
Turbidez (NTU)	Turbidímetro (DIGIMED DM-C2)
Transparência (cm)	Disco de secchi
Amônia (mg/L)	UNESCO (1983)
Nitrito (mg/L), Nitrato (mg/L), Fosfato (mg/L)	Strickland & Parsons (1972).
Razão N:P	Soma da amônia, nitrito e nitrato/fosfato (Silva <i>et al.</i> 2013)
Alcalinidade (mg/L)	APHA (1998)

3.3 Clorofila *a* e comunidade microbiana

Semanalmente, amostras de 20 ml de água de cada unidade experimental foram coletadas e filtradas (filtros de microfibras de vidro GF/F – 25 mm) para determinar a concentração da clorofila *a*. As amostras de clorofila *a* foram mantidas em ambiente escuro e estocadas a -18°C para posterior análise. A extração do pigmento fotossintético ocorreu em acetona 90%. Para tanto, os filtros foram mantidos em frascos de vidro com 10 ml de acetona, no escuro a -18°C durante 24 h, para posterior determinação da concentração de clorofila *a* por meio de um fluorímetro Turner modelo TD-700 (Welschmeyer 1994).

Para identificação e contagem dos microorganismos, amostras de água foram coletadas semanalmente e fixadas em solução de formol a 4%. Apesar da coleta semanal, somente amostras das semanas 1, 6 e 11 no CC e 1, 6, 12, 18 e 22 no CL foram triadas. Assim como para razão N:P, esta escolha foi baseada nos resultados de clorofila *a*. A análise do material foi realizada no Laboratório de Ecologia do Fitoplâncton e Microorganismos Marinhos (FURG). No laboratório, uma alíquota de 1 mL de cada amostra foram colocadas na câmara de sedimentação, onde permaneceu por três horas para posterior contagem em 40 campos escolhidos aleatoriamente em

aumento de 20 vezes, utilizando objetiva de imersão, com auxílio de microscópio invertido Olympus IX51. Além disso, as imagens digitais dos principais organismos foram capturadas utilizando uma câmera SPOT Insight QE microscópio invertido Zeiss Axiovert, com objetiva de 40x.

3.4 Desempenho zootécnico

Antes da estocagem dos camarões em cada ciclo, foi realizada uma biometria inicial com 100 camarões selecionados aleatoriamente para estimar o peso médio inicial. No decorrer do experimento, semanalmente 50 camarões por viveiro foram amostrados aleatoriamente e pesados individualmente utilizando uma balança digital com precisão de 0,01 g (MARTE, AS 1000 C). Após a pesagem, os camarões foram devolvidos ao viveiro de origem. No final do experimento foi realizada uma biometria final com 100 indivíduos de cada viveiro para o cálculo dos parâmetros de desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei*, discriminados na tabela 2.

Tabela 02. Parâmetros de desempenho zootécnico e cálculos utilizados durante o período de engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado durante dois ciclos curtos de cultivos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Desempenho Zootécnico	Cálculos
Crescimento Semanal (g)	$(\text{Peso médio final} - \text{Peso médio inicial}) / \text{Tempo de cultivo} \times \text{Semana}$
Conversão alimentar aparente (CAA)	Quantidade de ração fornecida / Biomassa total produzida.
Sobrevivência (%)	$(\text{Número final de indivíduos} / \text{Número inicial de indivíduos}) \times 100$
Biomassa Produzida (kg/m ³)	$(\text{Peso médio final} - \text{Peso médio inicial}) \times \text{Número Total de Indivíduos}$
Produtividade (kg/ha)	Biomassa dos camarões produzidos / Área de fundo do viveiro (m ²)

3.5 Análise econômica

Com base nos parâmetros de desempenho zootécnico obtidos durante o cultivo de camarão no presente estudo, foi realizada uma estimativa dos custos de produção dos juvenis de 11,71 g e 26,41 g dos tratamentos CC e CL, respectivamente. Para análise econômica, foi considerado que o custo total (CT) é igual à soma de custos fixos (CF) e variáveis (CV), sendo que CV corresponde ao produto do custo médio unitário (c) e da quantidade produzida/vendida (Q). Para o cálculo do CT, valores reais referentes ao presente estudo foram utilizados. Os valores dos salários dos funcionários e os encargos sociais foram considerados para o cálculo dos custos fixos (CF), conforme os valores mínimos regionais (Tabela 3). Para o tratamento CL, a título de remuneração da mão-de-obra foi considerada a contratação de um funcionário por um período de seis meses, correspondendo a 150 dias de cultivo e 30 dias para manutenção e limpeza dos viveiros. Para o CC, foi considerado um período de sete meses, correspondendo a 75 dias de cultivo para cada ciclo e 60 dias para manutenção e limpeza dos viveiros.

Tabela 03. Relação dos custos fixos para a produção do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos de cultivos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

	Custos fixos			
	Quantidade (meses)*	Custo unitário Salário (R\$)	Salários (R\$)	Encargos (37%) (R\$)
Ciclo 1	3,5	770,00	2.695,00	997,15
Ciclo 2	3,5	770,00	2.695,00	997,15
Ciclos curtos	7	770,00	5.390,00	1.994,30
Ciclo longo	6	770,00	4.620,00	1.709,40

*Referente à remuneração de um funcionário, conforme os valores mínimos regionais, sendo que foram utilizados um funcionário para CC e um para CL.

Para os custos variáveis foram considerados os valores de pós-larvas, ração (38% proteína bruta), material para análise da qualidade da água (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e alcalinidade) usado no laboratório, energia elétrica (aeradores e bomba de água) e diversos (melaço de cana-de-açúcar, cal hidratada, probiótico, cloro líquido, bandeja, corda, rede de despesca, entre outros) (Tabela 4).

Tabela 04. Relação dos custos variáveis para a produção do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Itens	CC1		CC2		CC		CL	
	Quantidade	Custo unitário (R\$)						
PLs (milheiro)	150	11,90	75	11,90	150	11,90	75	11,90
Ração (kg)	1610,3	3,00	868,0	3,00	1610,3	3,00	2.084	3,00
Probiótico (kg)	1,32	119,77	0,66	119,77	2,98	119,77	1	119,77
Ureia (kg)	6	1,50	3	1,50	9	1,50	3	1,50
NPK (kg)	6	1,80	3	1,80	9	1,80	3	1,80
Cloro (L)	12	45,00	6	45,00	18	45,00	6	45,00
Kit análises	1	150,00	1	150,00	2	300,00	1	300,00
Energia elétrica-aeradores (h)	3600	0,11	3600	0,11	7200	0,11	7200	0,11
Energia elétrica-bomba (h)	218	2,00	61	2,00	279	2,00	161	2,00
Diversos	1	2.000,00	0	0	1	2.000,00	1	2.000,00

NPK: Nitrogênio, Fósforo e Potássio

3.6 Análises Estatísticas

Os dados de parâmetros de qualidade da água foram submetidos à análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis. Os dados de desempenho zootécnicos expressos em porcentagem foram transformados para o arco seno da raiz quadrada antes da análise estatística, porém os resultados estão apresentados em sua forma original. Após as premissas, normalidade e homocedasticidade, serem verificadas, estes dados foram submetido à análise de variância de uma-via (ANOVA) para verificar se houve diferença entre os tratamentos. A relação entre as taxas de crescimento e a temperatura da água foi analisada pela regressão linear simples (ANCOVA). Todas as análises foram realizadas ao nível de significância de 0,05.

4. RESULTADOS

4.1 Qualidade da água

Na tabela 5 estão discriminados os valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros diários de qualidade da água durante os dois ciclos curtos e o longo. Dentre estes parâmetros, não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, com exceção para o pH.

Tabela 05. Valores médios (\pm desvio padrão, DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos parâmetros diários de qualidade da água durante a fase de engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

	Temperatura (°C)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		pH	
	Média \pm DP	Mín-Máx	Média \pm DP	Mín-Máx	Média \pm DP	Mín-Máx
CC1	24,24 \pm 1,91	19-28	7,71 \pm 1,01	4,98-10,36	8,97 \pm 0,44	8,04-10,12
CC2	23,70 \pm 3,36	14,50-29,65	8,12 \pm 1,10	4,95-11,08	8,55 \pm 0,26	7,86-9,32
CC	23,97 \pm 2,75 ^a	-	7,94 \pm 1,07 ^a	-	8,76 \pm 0,42 ^a	-
CL	24,03 \pm 2,78 ^a	14,75-29,80	8,09 \pm 1,04 ^a	4,61-12,60	8,91 \pm 0,48 ^b	8,00-10,21

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

A variação de temperatura média em ambos os tratamentos ao longo das semanas do cultivo está demonstrada na figura 02. No tratamento CL, a temperatura média, apesar de oscilações, apresentou uma tendência de aumento da 1ª semana até a 16ª. A partir de quando houve uma queda acentuada, culminando na menor temperatura média registrada (17,94°C) na última semana de cultivo. No CC, a temperatura média também apresentou oscilações, mas em geral diminuiu ao longo de todo o cultivo.

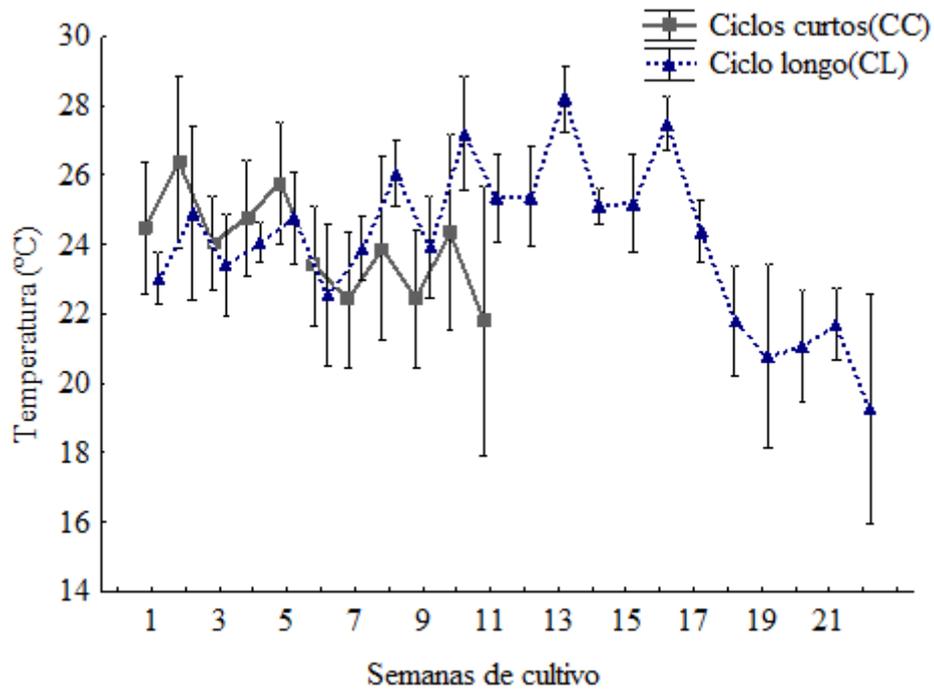


Figura 02. Variação semanal da temperatura média da água ao longo do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Os valores médios, mínimos e máximos da amônia (N-AT), nitrito (N-NO₂), nitrato (N-NO₃), fosfato (P-PO₄), razão N:P e salinidade durante o período de cultivo estão relatados na tabela 06. Não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos para estes parâmetros durante o período experimental. No entanto, no tratamento CC, o fosfato foi três vezes maior no primeiro ciclo do que no segundo. Da mesma forma, a salinidade apresentou maior valor médio no CC1 do que no CC2.

Tabela 06. Valores médios (\pm desvio padrão, DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos compostos nitrogenados, fosfato, razão N:P e salinidade durante a fase de engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

	CC1		CC2		CC	CL	
	Média \pm DP	Min-Máx	Média \pm DP	Min-Máx	Média \pm DP	Média \pm DP	Min-Máx
Amônia (mg/L)	0,10 \pm 0,18	0 - 0,62	0,11 \pm 0,18	0 - 0,72	0,10 \pm 0,18	0,07 \pm 0,14	0 - 0,65
Nitrito (mg/L)	0,01 \pm 0,02	0 - 0,08	0,01 \pm 0,01	0 - 0,07	0,01 \pm 0,02	0,01 \pm 0,01	0 - 0,05
Nitrato (mg/L)	0,04 \pm 0,24	0 - 1,38	0,04 \pm 0,25	0 - 1,44	0,04 \pm 0,04	0,17 \pm 0,57	0 - 3,04
Fosfato (mg/L)	0,12 \pm 0,09	0 - 0,32	0,04 \pm 0,05	0 - 0,18	0,08 \pm 0,09	0,08 \pm 0,11	0 - 0,37
Razão N:P	3,26 \pm 0,87	2,26 - 3,90	4,60 \pm 2,51	3,0 - 7,5	3,93 \pm 0,82	4,92 \pm 1,43	3,03 - 6,80
Salinidade	19,46 \pm 3,06	13,33 - 26	12,03 \pm 1,4	9,33 - 14,67	15,74 \pm 2,23	16,33 \pm 3,89	10,00 - 23,50

A concentração média do fosfato apresentou um pico de 0,32 mg/L na quarta semana no tratamento CL, havendo um declínio a partir da 15ª semana de cultivo. No tratamento CC, houve um incremento dos valores deste parâmetro do início até o final do estudo, com a maior concentração média também ocorrendo na quarta semana de cultivo, 0,14 mg/L (Fig. 03).

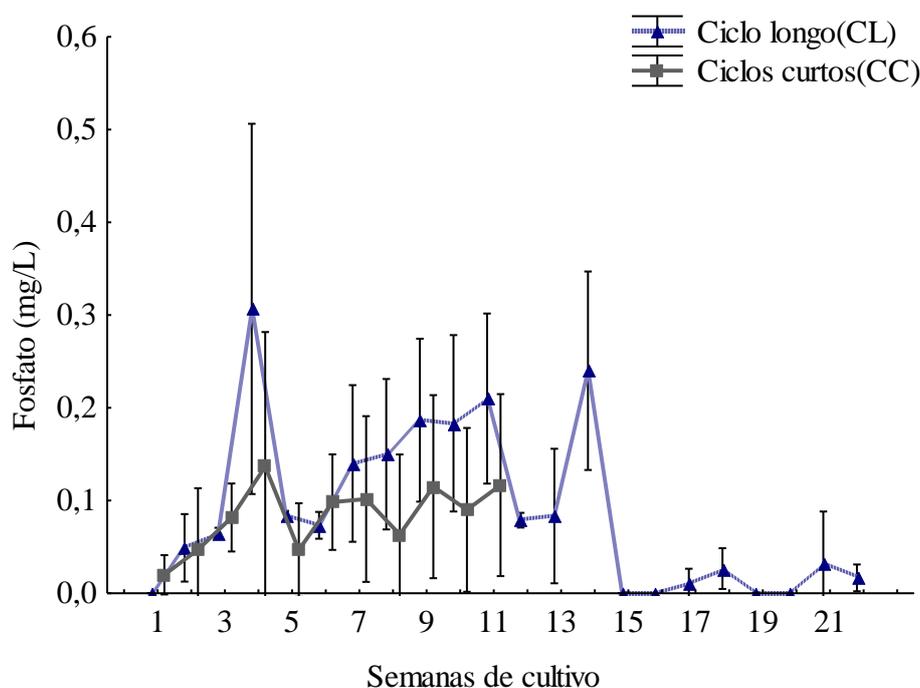


Figura 03. Variação semanal da concentração média de fosfato ao longo do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Os valores médios de salinidade diminuíram ao longo das semanas de cultivo no tratamento CL. Esta redução foi observada até a semana 17, sendo que desta semana em diante a salinidade aumentou, permanecendo estável até o fim do estudo. Em contrapartida, no CC, foi observada uma diminuição até 7ª semana. Após este período, houve um acréscimo até as últimas semanas de cultivo (Fig. 04).

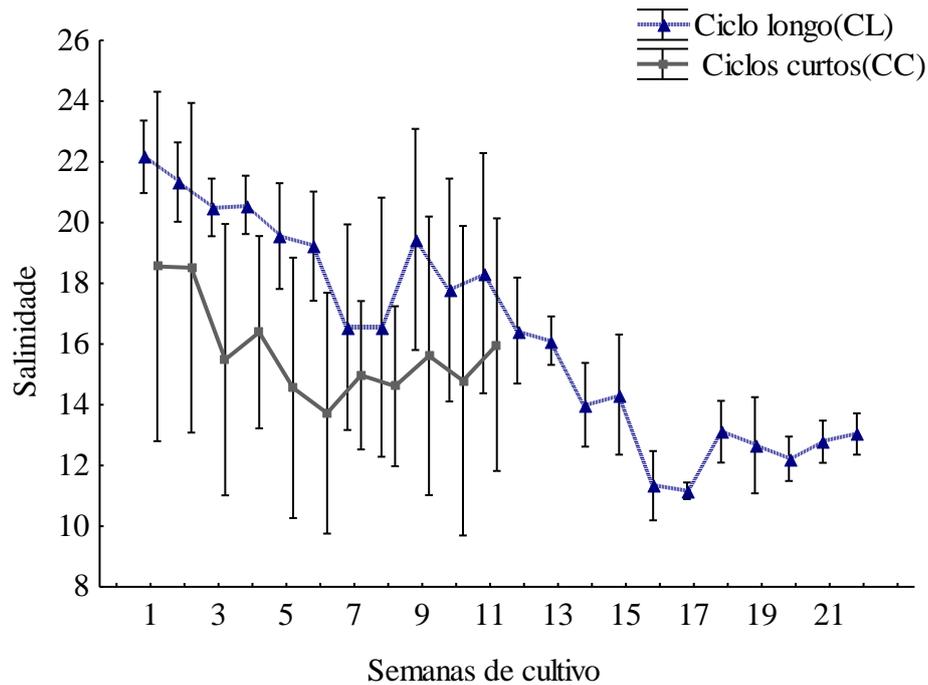


Figura 04. Variação semanal da salinidade média ao longo do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Os valores médios, mínimos e máximos dos sólidos suspensos totais, sólidos sedimentáveis, turbidez, transparência e alcalinidade durante o período de cultivo estão demonstrados na tabela 07. Dentre estes, sólidos sedimentáveis, turbidez e transparência apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. SS e turbidez foram significativamente maiores no tratamento CL do que no CC. Por outro lado, a transparência foi significativamente menor no CL em comparação ao CC.

Tabela 07. Valores médios (\pm desvio padrão, DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos sólidos suspensos totais (SST), sólidos sedimentáveis (SS), turbidez, transparência e alcalinidade durante a fase de engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

	CC1		CC2		CC	CL	
	Média \pm DP	Min – Máx	Média \pm DP	Min – Máx	Média \pm DP	Média \pm DP	Min - Máx
SST (mg/L)	315 \pm 117,76	97 – 640	336 \pm 126,85	88 – 608	325,81 \pm 121,89 ^a	374,74 \pm 170,70 ^a	88 - 912
SS (ml/L)	0,40 \pm 21	0 - 0,09	0,70 \pm 1,04	0 - 4,5	0,55 \pm 0,76 ^a	2,71 \pm 7,69 ^b	0 - 48
Turbidez (NTU)	50,26 \pm 37,05	13,90 – 132	64,43 \pm 30,91	16,10 – 129	56,35 \pm 34,40 ^a	87,72 \pm 71,73 ^b	9,53 - 333
Transparência (cm)	46,44 \pm 21,07	21,60 – 100	37,45 \pm 24	17,67 – 100	41,94 \pm 22,85 ^a	32,86 \pm 19,66 ^b	13 - 100
Alcalinidade (mg/L)	201,18 \pm 38,66	100 – 290	181,36 \pm 38,99	110 – 290	191,27 \pm 39,79 ^a	183,46 \pm 48,12 ^a	90 - 275

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

4.2 Clorofila *a* e comunidade microbiana

As concentrações de clorofila *a* não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos, com valores médios de 313,14 $\mu\text{g/L}$ no CL e 178,40 $\mu\text{g/L}$ no CC. O maior valor médio registrado no CL foi de 1033,90 $\mu\text{g/L}$ na 12^a semana, enquanto no CC foi de 380,05 $\mu\text{g/L}$ na 6^a semana de experimento (Fig. 05).

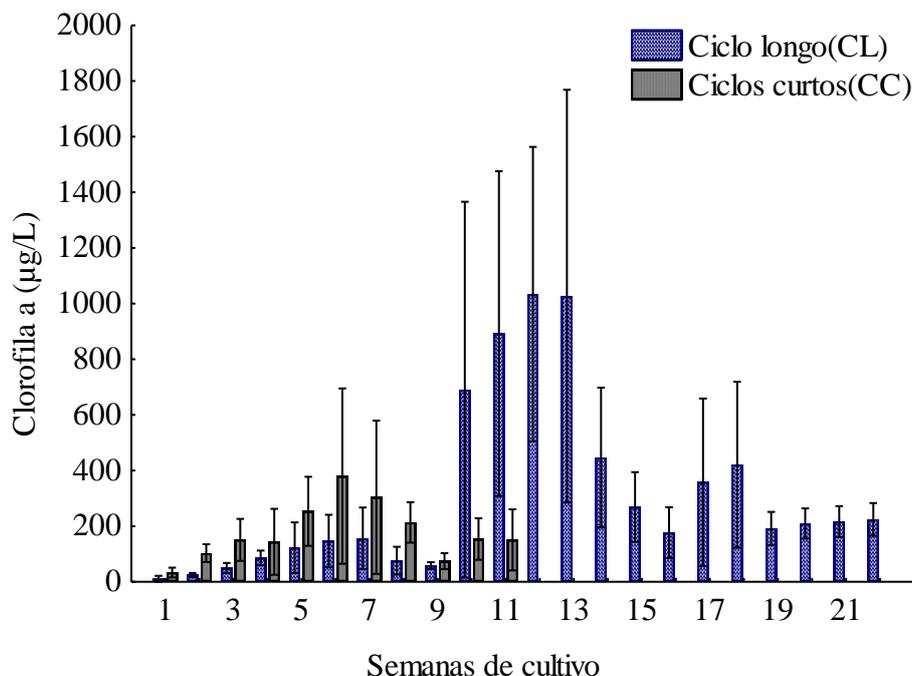


Figura 05. Variação semanal da concentração média de clorofila *a* ao longo do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Os microorganismos presentes na água do cultivo de *Litopenaeus vannamei* em ambos os tratamentos foram representados por grupos de autotróficos e heterotróficos (Tabela 08). Cianobactérias, clorofíceas e diatomáceas foram os organismos autotróficos (Fig. 06), enquanto os heterotróficos foram representados por ciliados, rotíferos e flagelados (Fig. 07).

Dentre os microorganismos, somente a densidade de cianobactéria apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo superior no CL do que no CC. Entretanto, entre os ciclos de cultivo, o CC1 foi o que apresentou maior densidade de cianobactérias, seguido pelos CL e CC2. Por outro lado, entre heterotróficos não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo os flagelados dominantes (Tabela 08).

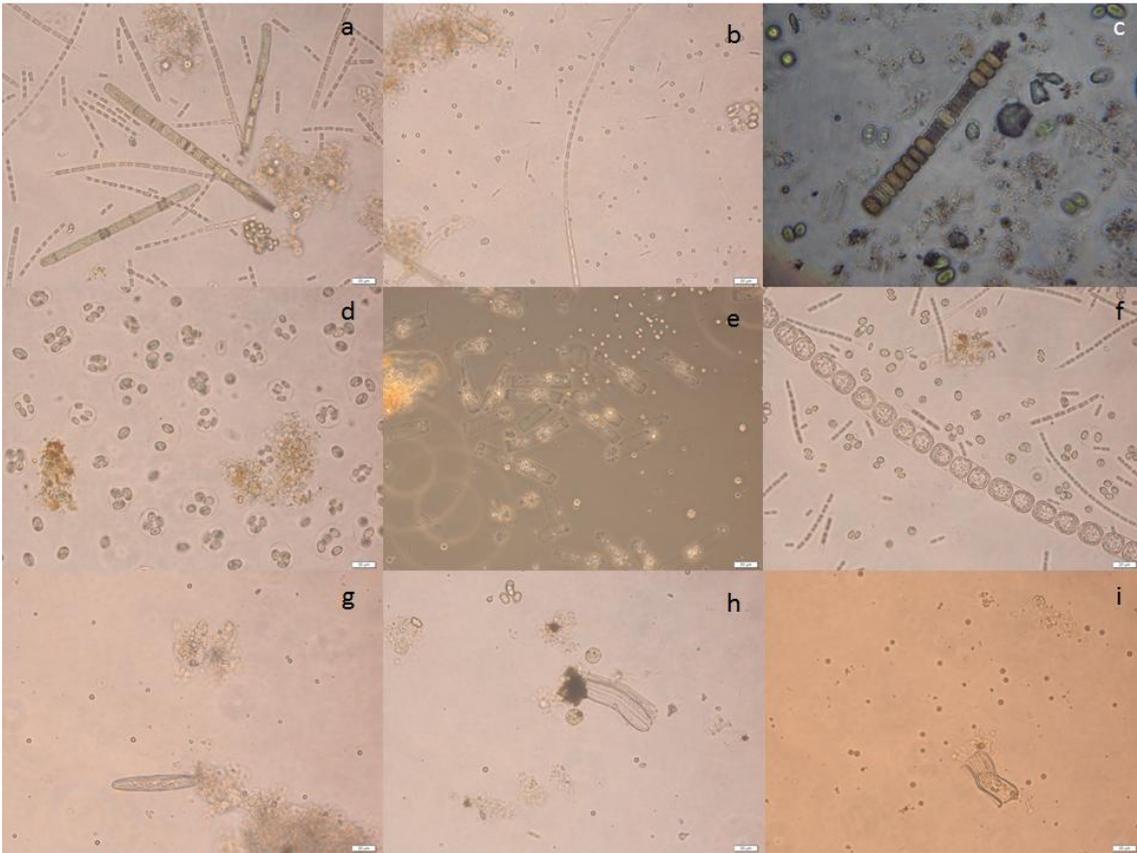


Figura 06. Cianobatérias (a-c), clorofíceas (d) e diatomáceas (e-i) presentes na água do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil (40 x).

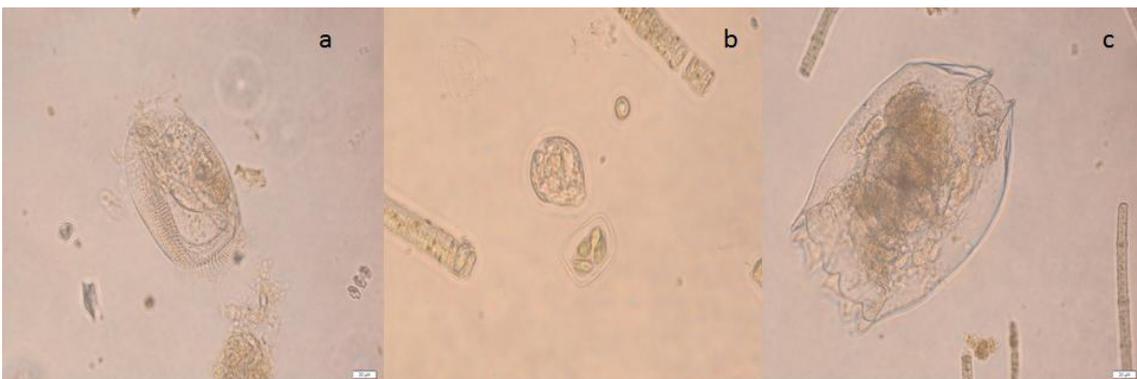


Figura 07. Ciliados (a), flagelados (b) e rotíferos (c) presentes na água do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil (40 x).

Tabela 08. Densidade média (\pm desvio padrão) dos microorganismos presentes na água do cultivo durante a fase de engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

	CC1	CC2	CC	CL
Microorganismos autotróficos (10^7 organismos/L)				
Cianobactérias	52,1 \pm 13,3	0,09 \pm 0,1	2,61 \pm 9,51 ^a	6,37 \pm 11,2 ^b
Clorofíceas	0,07 \pm 0,1	0,08 \pm 1,23	0,4 \pm 0,9 ^a	5,96 \pm 11,3 ^a
Diatomáceas	0,11 \pm 0,265	3,35 \pm 8,19	1,73 \pm 5,87 ^a	0,04 \pm 0,05 ^a
Microorganismos heterotróficos (10^6 organismos/L)				
Flagelados	2,51 \pm 5,7	1,43 \pm 2,23	1,97 \pm 4,24 ^a	0,86 \pm 1,3 ^a
Ciliados	0,4 \pm 0,9	0,21 \pm 0,43	0,3 \pm 0,7 ^a	0,14 \pm 0,26 ^a
Rotíferos	0,08 \pm 0,12	0,09 \pm 0,06	0,09 \pm 0,09 ^a	0,15 \pm 0,2 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

No tratamento CC, as diatomáceas foram dominantes na 1ª semana, sendo sua densidade reduzida ao longo das semanas de cultivo. Padrão inverso foi observado para as clorofíceas, isto é, foi observado um aumento da densidade deste grupo ao longo das semanas. A densidade das cianobactérias, por sua vez, aumentou da 1ª para a 6ª semana, diminuindo na 11ª (Fig. 08a). Por outro lado, no CL, as densidades tanto de cianobactérias quanto de diatomáceas diminuiram ao longo das semanas até o final do estudo, sendo o primeiro grupo dominante até a 12ª semana. Em contrapartida, as clorofíceas foram identificadas na água do cultivo apenas a partir da 12ª semana e aumentaram até o final do estudo (Fig. 08b).

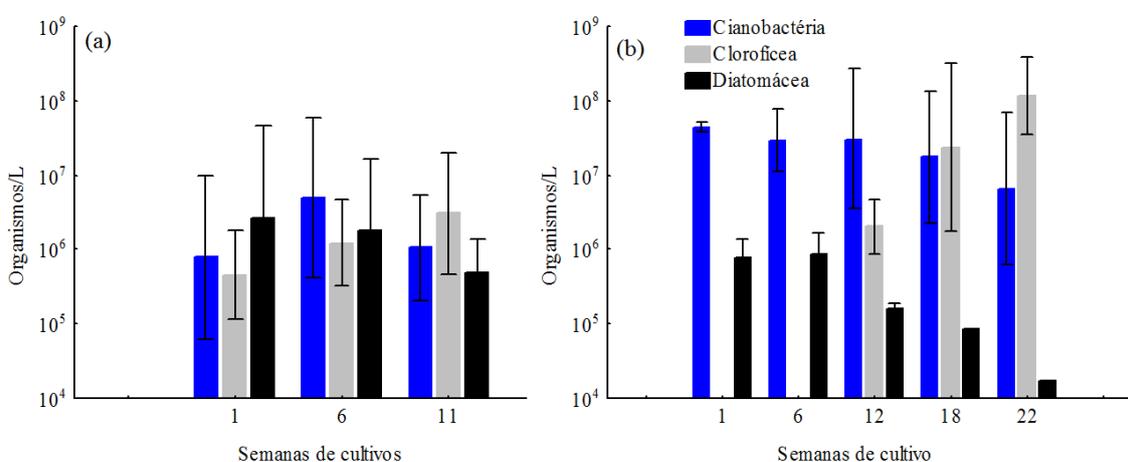


Figura 08. Variação da densidade média dos microorganismos autotróficos presentes na água de cultivo de juvenis de *Litopenaeus vannamei* durante o período de engorda em dois ciclos curtos (a) e um longo (b) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Em relação à variação da densidade dos microorganismos heterotróficos ao longo das semanas de cultivo, no tratamento CC, os flagelados aumentaram até a 6ª semana de cultivo. Após este período, houve um declínio na densidade dos flagelados. Ciliados foram co-dominantes na 1ª semana, porém, sua densidade diminuiu na 6ª semana. As densidades de rotíferos, por sua vez, permaneceram em torno de 10^5 organismos/L ao longo de todas as semanas analisadas (Fig. 09a). Por outro lado, no tratamento CL, foi observada uma tendência de redução da densidade dos flagelados ao longo das semanas. As densidades de ciliados e rotíferos apresentaram um aumento após a 1ª semana, sendo observada uma tendência de redução nas semanas subsequentes (Fig. 09b).

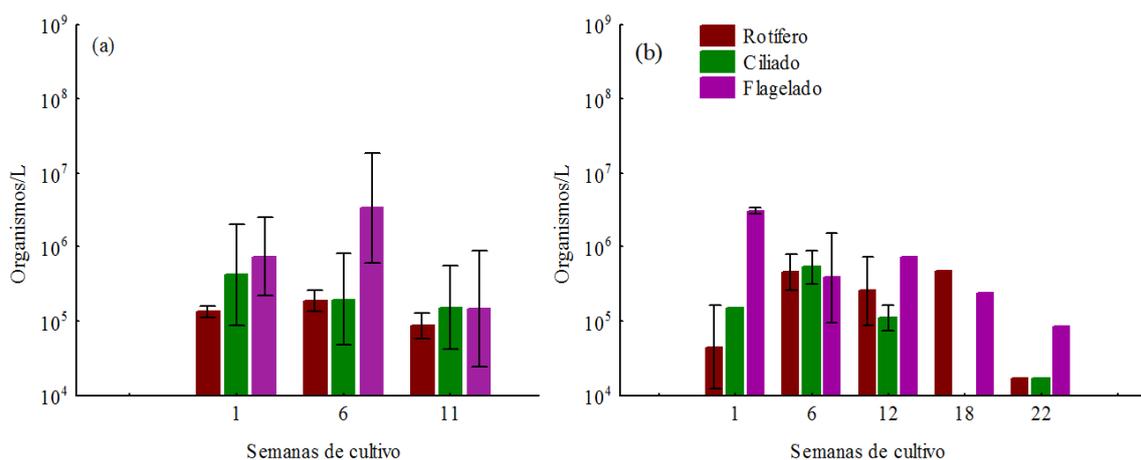


Figura 09. Variação da densidade média dos microorganismos heterotróficos presentes na água de cultivo de juvenis de *Litopenaeus vannamei* durante o período de engorda em dois ciclos curtos (a) e um longo (b) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

4.3 Desempenho zootécnico

Ao final do experimento, o peso médio e o crescimento semanal (Fig. 10) foram significativamente maiores ($p < 0,05$) nos camarões do tratamento CL ($26,41 \pm 0,90$ g e $1,17 \pm 0,04$ g/semana, respectivamente) do que no CC ($11,70 \pm 1,06$ g e $0,98 \pm 0,11$ g/semana, respectivamente). A conversão alimentar aparente foi significativamente maior no CL ($1,57 \pm 0,26$) em comparação ao CC ($1,20 \pm 0,12$). Por outro lado, sobrevivência, biomassa total e produtividade total não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Todavia, em comparação entre os dois ciclos curtos, o primeiro ciclo apresentou no final da safra, uma menor sobrevivência, maior taxa de CAA, menor biomassa e produtividade em comparação ao segundo ciclo (Tabela 09).



Figura 10. Juvenis de *Litopenaeus vannamei* cultivados durante o período de engorda em dois ciclos curtos (a) e um longo (b) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

Tabela 09. Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros de desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei* durante dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

	CC1	CC2	CC	CL
Dias de cultivo	75	75	150	150
Peso inicial (g)	1,20 \pm 0,82	1,40 \pm 0,78	1,30 \pm 0,82	1,20 \pm 0,82
Peso médio final (g)	11,14 \pm 2,19	12,26 \pm 0,19	11,70 \pm 1,06 ^a	26,41 \pm 0,90 ^b
Crescimento por semana (g/semana)	0,92 \pm 0,21	1,03 \pm 0,02	0,98 \pm 0,11 ^a	1,17 \pm 0,04 ^b
Sobrevivência (%)	63,67 \pm 5,13	96 \pm 3,46	80 \pm 2,75 ^a	68 \pm 10,50 ^a
Conversão alimentar aparente (CAA)	1,42 \pm 0,26	0,98 \pm 0,03	1,20 \pm 0,12 ^a	1,57 \pm 0,26 ^b
Biomassa total (kg)	179,67 \pm 48,06	294,67 \pm 7,09	474 \pm 45,65 ^a	433 \pm 79,92 ^a
Produtividade (kg/ha)	3000,0 \pm 961,73	4900,0 \pm 141,89	7900,0 \pm 913 ^a	7200,0 \pm 1598 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos

O crescimento semanal apresentou uma relação positiva significativa ($p < 0,05$) com a temperatura da água durante o período experimental para ambos os tratamentos (Fig. 11).

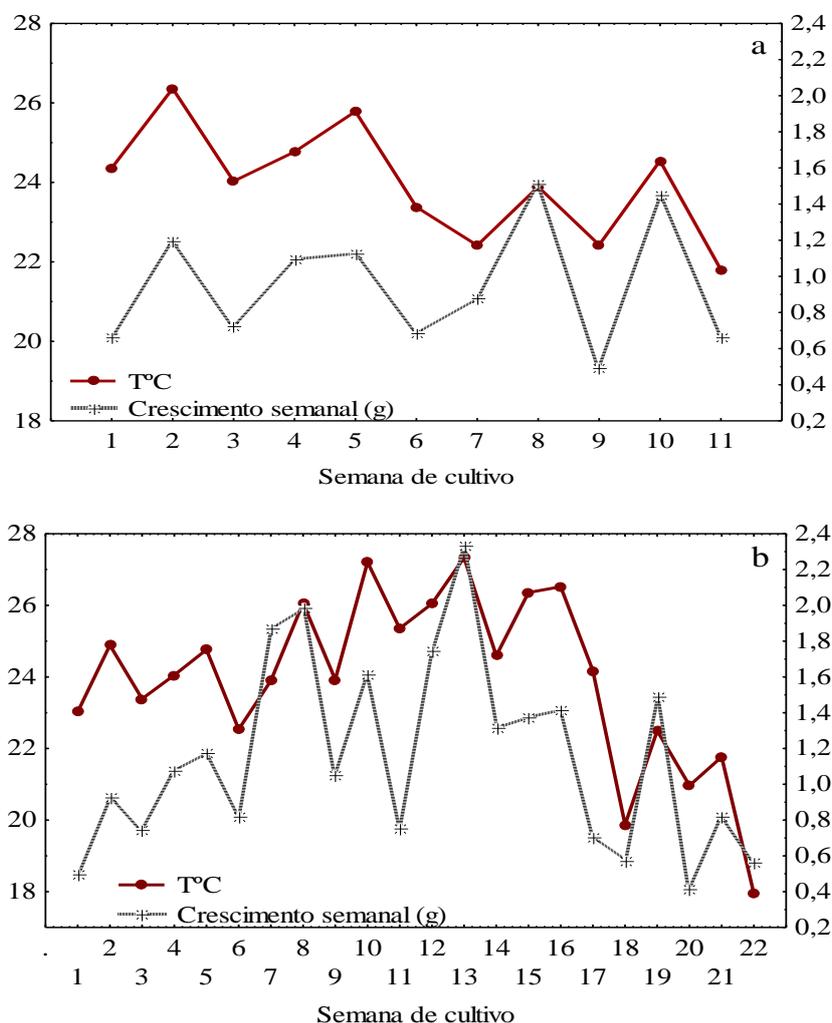


Figura 11. Relação entre o crescimento semanal do camarão *Litopenaeus vannamei* e a temperatura da água em viveiros no sul do Brasil durante dois ciclos curtos (a) e um longo (b). CC: $r^2 = 0,2596$; $r = 0,5095$; $p = 0,00001$; $y = 22,2199 + 1,8107 * x$; CL: $r^2 = 0,3244$; $r = 0,5695$; $p = 0,0000006$; $y = 21,5913 + 2,0771 * x$.

4.4 Análise econômica

Os custos fixos (salário de funcionário e encargos) foram maiores no tratamento CC do que no CL. Por outro lado, os custos variáveis foram similares entre os tratamentos, sendo que o item alimentação (ração comercial) representou o maior custo em comparação aos demais itens. Os custos totais da produção (fixos e variáveis) foram menores no tratamento CL em comparação com o CC (Tabela 10).

Tabela 10. Custos totais de produção do camarão *Litopenaeus vannamei* durante dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

	Custos fixos			Custos variáveis							Custo total (R\$)
	Salários	Encargos (37%)	Total R\$	Pós-larvas	Ração	Material análises	Energia elétrica-aeradores(h)	Energia elétrica-bomba(h)	Diversos *	Total R\$	
CC 1	2.695,00	997,15	3.692,15	892,50	2.226,90	150,00	396,00	314,00	2.358,95	6.311,35	10.030,50
CC 2	2.695,00	997,15	3.692,15	892,50	2.604,00	150,00	396,00	122,00	358,95	4.523,45	8.215,60
CC	5.390,00	1.994,30	7.384,30	1.785,00	4.830,90	300,00	792,00	436,00	2.717,90	10.861,80	18.246,10
CL	4.620,00	1.709,40	6.329,40	892,50	6.250,50	300,00	792,00	322,00	2.438,95	10.995,95	17.324,40

* Diversos: Melão, cal hidratada, probiótico, ureia, NPK, cloro, bandeja de alimentação, redes de despescas, baldes, vassouras, cordas, etc.

Dentre os itens dos custos totais (fixos e variáveis) da produção de juvenis, o salário representou o maior custo no tratamento CC (29% do total), seguido pelo alimento (26%), diversos (15%), encargos (11%) e pós-larvas (10%) (Fig. 12a). No tratamento CL, a ração representou o maior custo com 36%, seguido pelo salário (27%), diversos (14%) e encargos (10%) (Fig. 12b).

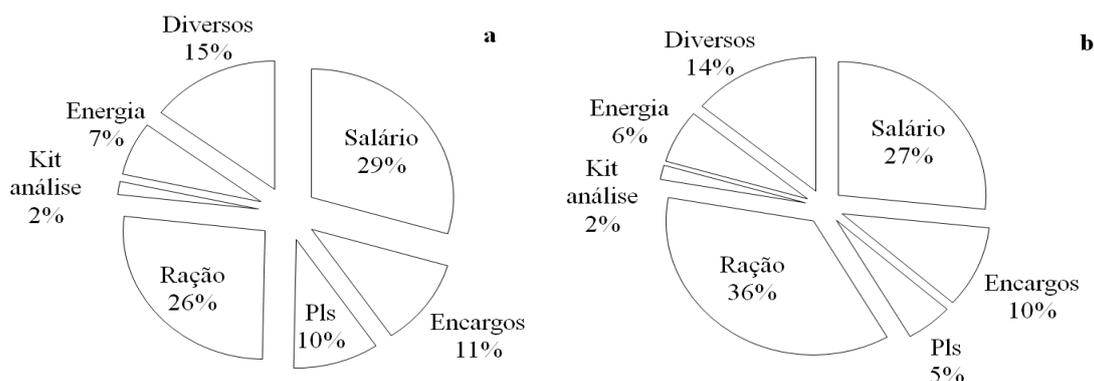


Figura 12. Participação relativa dos itens dos custos totais na produção do camarão *Litopenaeus vannamei* em dois ciclos curtos (a) e um longo (b) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil

O fluxo de caixa e os custos da produção e faturamento por quilo de camarão produzido estão discriminados na tabela 11. O tratamento CL obteve no final do cultivo uma receita de 13,57/kg de camarão, enquanto o CC resultou em um prejuízo de 1,12/kg de camarão. Além disso, em termos econômicos, o saldo de caixa foi positivo no tratamento CL, enquanto o tratamento CC apresentou um saldo negativo.

Tabela 11. Resumo do fluxo de caixa, custos da produção e faturamento por quilo do camarão *Litopenaeus vannamei* durante dois ciclos curtos (CC) e um longo (CL) em viveiros BFT no extremo sul do Brasil.

	Peso médio (g)	Preço de venda (R\$)	Produção (Kg)	Faturamento (R\$)	Custo total de produção	Saldo	Custo de produção /Kg	Receita/Kg
CC 1	11,14	11,14	539	6.004,46	10.030,50	-4.026,04	18,61	-6,35
CC 2	12,26	12,26	884	10.835,60	8.215,60	2.620,00	9,29	-2,97
CC	11,70	11,70	1.423	16.840,06	18.246,10	-1.406,04	12,82	-1,12
CL	26,41	26,41	1.349	35.627,09	17.324,40	18.302,69	12,84	13,57

5. DISCUSSÃO

Em aquicultura, os parâmetros de qualidade da água podem interferir diretamente no desempenho dos organismos cultivados (Vinatea 1997, Barbieri & Ostrenski 2002). Por exemplo, dentre os parâmetros mensurados diariamente no presente estudo, a temperatura pode influenciar no metabolismo através de modificações na atividade enzimática e, conseqüentemente, podem interferir no consumo alimentar, na taxa de crescimento e na sobrevivência do camarão (Prosser 1973, Ponce- Palafox *et al.* 1997, Quing-Lu *et al.* 2007, Velazquez 2012).

O camarão *L. vannamei* é capaz de sobreviver em temperaturas abaixo de 24°C e acima de 32°C. No entanto, quando mantidos fora desta faixa, estes organismos geralmente não apresentam um bom crescimento (Van Wyk & Scarpa 1999). Ponce-Palafox *et al.* (1997), analisando o efeito de diferentes temperaturas no crescimento de *L. vannamei*, observaram que os camarões apresentaram relativa imobilidade e diminuíram o consumo alimentar com temperaturas a 20°C. Wyban *et al.* (1995) relataram que juvenis de *L. vannamei* tiveram o crescimento reduzido em 23°C comparados com os juvenis cultivados em 27 e 30°C. Zúñiga *et al.* (1988) observaram que a taxa do crescimento do camarão *L. vannamei* foi afetada negativamente quando a temperatura da água era inferior a 23 ° C no norte do Chile.

Alguns estudos realizados em viveiros no Sul do Brasil também demonstraram efeitos negativos das baixas temperaturas no desempenho zootécnico do camarão. Por exemplo, Krummenauer *et al.* (2010), ao analisar a viabilidade de duas safras de cultivo do *L. vannamei* em viveiros, relataram a redução da taxa de crescimento do camarão em temperaturas próximas a 18°C. Peixoto *et al.* (2003) também relataram uma redução no crescimento de *L. vannamei* em temperaturas inferiores a 19°C, quando compararam o cultivo de espécies de camarão *L. vannamei* e *Farfantepenaeus paulensis* em viveiros com troca de água.

Entre os ciclos curtos realizados no presente estudo, no CC1, as temperaturas médias foram de 24,25°C, permanecendo abaixo de 25°C até a 7ª semana. A partir desta semana houve um aumento (acima de 26°C) relacionado com a proximidade do verão. Em contrapartida, a temperatura média no CC2 foi de 23,71°C, sendo observada uma queda da temperatura a partir da 6ª semana devido a chegada do outono, quando as temperaturas foram menores que 21°C. Por outro lado, no tratamento CL, a temperatura média foi 23,96°C, permanecendo abaixo de 25°C até a 8ª semana, a partir de quando

houve um incremento até 17ª semana (entre 25 e 28°C). Após este período, as temperaturas diminuíram novamente, permanecendo menores que 21°C até o final do experimento. Desta forma, ambos os tratamentos foram marcados por flutuações deste parâmetro e temperaturas abaixo da faixa recomendada para o crescimento de *L. vannamei* (Wyban *et al.* 1995, Ponce- Palafox *et al.* 1997, Van Wyk & Scarpa 1999).

As baixas temperaturas registradas ao longo do cultivo afetaram o crescimento dos camarões em ambos os tratamentos do presente estudo. Esta relação pode ser confirmada pelos resultados da análise de regressão linear, por meio da qual foi possível identificar uma relação positiva significativa entre o crescimento semanal do camarão e a temperatura da água. Outros autores descrevem a relação proporcional entre esses parâmetros, tais como Vinatea *et al.* (2010) e Sookying & Davis (2011).

Dentre os demais parâmetros diários mensurados no presente estudo, as concentrações de oxigênio dissolvido foram de 8,09 (\pm 1,04) mg/L no tratamento CL e de 7,94 (\pm 1,06) mg/L no CC. De acordo com Van Wyk & Scarpa (1999) e Zhang *et al.* (2006), a faixa recomendada para o cultivo de *L. vannamei* varia de 5,0 a 9,0 mg/L. Desta forma, os valores médios de O₂D no presente estudo estiveram dentro da faixa recomendada e, portanto, não afetaram o desempenho zootécnico do camarão.

Os níveis recomendados de pH para o cultivo de *L. vannamei* estão na faixa entre 7 e 9 (Van Wyk & Scarpa 1999). Neste estudo, o pH apresentou diferença significativa entre os tratamentos e foram registrados valores máximos em torno de 10 em ambos tratamentos (Tabela 5). Picos de pH em viveiros estão principalmente relacionados à atividade do fitoplâncton (McIntosh 2001) e, portanto, os camarões não permanecem exposto a elevados níveis de pH durante um longo período de tempo. Desta forma, apesar de alguns valores estarem acima da faixa recomendada no presente estudo, provavelmente o pH também não afetou diretamente o desempenho zootécnico.

Dentre os parâmetros semanais de qualidade da água, as concentrações de SS, turbidez e transparência diferiram significativamente entre os tratamentos. Entretanto, todos os parâmetros semanais mensurados no presente estudo estiveram dentro da faixa recomendada para o cultivo de camarão em ambos os tratamentos. Por exemplo, os valores de SST estiveram abaixo de 500 mg/L (Ray *et al.* 2010, Gaona *et al.* 2011, Schweitzer *et al.* 2013). Os valores de SS foram inferiores a 10 mL/L (Samocha *et al.* 2007). A alcalinidade, em geral, permaneceu acima de 100 mg CaCO₃/L durante o cultivo (Van Wyk & Scarpa 1999, Furtado *et al.* 2011). Portanto, apesar de diferenças

significativas entre os tratamentos terem sido encontradas, provavelmente estes parâmetros semanais não afetaram o desempenho zootécnico do camarão.

Os valores médios dos compostos nitrogenados também estiveram dentro dos níveis recomendados para espécie, de acordo com Li & Chen (2001) (3,95 mg/l para amônia), Li & Chen (2003) (25,7 mg/L para nitrito) e Van Wyk & Scarpa (1999) (45 mg/L para nitrato). Adicionalmente, estes parâmetros não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, e, portanto, provavelmente não afetaram o desempenho zootécnico do camarão.

Assim como para as concentrações de compostos nitrogenados, o fosfato também não diferiu significativamente entre os tratamentos e não afetou diretamente o desempenho zootécnico do camarão. No entanto, este nutriente esteve provavelmente relacionado à dinâmica da comunidade microbiana presente em ambos os tratamentos deste estudo.

O fósforo é um nutriente essencial que regula o crescimento do fitoplâncton em viveiros de aquicultura (Boyd 2007). Nos cultivos em viveiros convencionais, o fósforo pode ser removido pela troca de água do sistema e, principalmente, pela adsorção e acúmulo deste no sedimento (Casilas-Hernades *et al.* 2006). Em sistema de bioflocos em tanques ou viveiros revestidos, estas duas rotas não estão disponíveis, fazendo com que este nutriente se acumule na coluna de água (Silva *et al.* 2013). Este acúmulo geralmente está relacionado à constante entrada deste nutriente por meio da decomposição do alimento não ingerido e das excretas dos animais. Assim, o acúmulo de fósforo pode favorecer a eutrofização do ambiente de cultivo e, conseqüentemente, o crescimento de organismos como cianobactérias (Peñaflorida 1999, Barak *et al.* 2003, Alonso-Rodriguez & Paez-Osuna 2003).

Em sistemas, como o BFT, em que há a tendência de acúmulo de fósforo ao longo do tempo de cultivo, a razão N:P pode ser alterada, afetando a composição da comunidade microbiana. Esta razão está diretamente relacionada com a produtividade fitoplanctônica, favorecida quando a razão é próxima de 16:1 (Redfield 1987). No entanto, quando esta razão é baixa indica que o nitrogênio é menos abundante do que o fósforo em termos de demanda pelo fitoplâncton (Boynton *et al.* 1982). Nessas condições, segundo Jacob & Culver (2010), o crescimento de cianobactérias é estimulado.

No presente estudo, houve um acúmulo mais acentuado de fosfato no CC1 e no CL ao longo das semanas de cultivo em comparação com o CC2, no qual as

concentrações se mantiveram estáveis durante o experimento. A razão N:P, por sua vez, esteve abaixo de 16:1 em todos os ciclos (3,26:1 no CC1, 4,60:1 no CC2 e 4,90:1 no CL).

Em relação à comunidade microbiana, as cianobactérias foram dominantes no CC1 e no CL, enquanto diatomáceas foram dominantes no CC2. Desta forma, a dominância das cianobactérias no CC1 e no CL pode estar relacionada à baixa razão N:P, alto pH, pequena pressão de herbivoria e regulação da sua flutuação em ambientes com baixa intensidade luminosa (Reynolds 1987, Paerl & Tucker 1995, Moisander & Paerl 2000, Dokulil & Teubner 2000), visto que estes ciclos foram iniciados no final de primavera, enquanto o CC2 foi iniciado em meados do verão.

A ocorrência de cianobactérias como consequência de atividades ligadas à aquicultura já foi observada por alguns autores, como McIntosh & Phillips (1992), Paez-Osuna *et al.* (1998) e Hussar *et al.* (2004). Outros estudos demonstram a dominância de cianobactérias em viveiros localizados em vários países, incluindo o Brasil (Burford 1997, Yusoff *et al.* 2002, Rodríguez & Paez-Osuna 2003, Zimba *et al.* 2006, Santos 2008). A dominância de cianobactérias em relação aos demais grupos de microorganismos pode ser justificada pelas suas estratégias adaptativas, sua habilidade de armazenar fósforo, fixar nitrogênio atmosférico e migrar na coluna de água (Reynolds 2000, Mercante *et al.* 2006).

Apesar de comum, a formação das florações de cianobactérias em sistemas de cultivo são indesejáveis porque: 1) esses organismos são uma base relativamente pobre da cadeia alimentar; 2) são pobres oxigenadores da água; 3) podem causar obstrução das brânquias dos organismos cultivados; 4) algumas espécies produzem metabólitos odoríferos que podem atribuir sabores indesejáveis aos animais cultivados; e 5) algumas espécies produzem toxinas que podem ocasionar mortalidades e risco à saúde (Ploeg & Boyd 1991, Jewel *et al.* 2003, Smith *et al.* 2008).

Tendo em vista os fatores supracitados, alguns autores relatam efeitos negativos da floração de cianobactérias no desempenho zootécnico de camarões. Por exemplo, Corte's-Altamirano (1994) relata crescimento reduzido de *L.vannamei* cultivado em viveiros no norte e no sul de Sinaloa (NW México) devido à alta densidade de cianobactéria. Zimba *et al.* (2006) demonstraram a presença da toxina microcistina no músculo e hepatopâncreas de *L. vannamei* e na água de viveiros nos E.U.A, associando a alta mortalidade à presença de cianobactérias tóxicas.

No presente estudo, três tipos de cianobactérias estavam presentes em ambos os tratamentos, dentre elas *Nodularia spumigena*. Esta espécie produz a toxina nodularina que pode ser transferida para o animal cultivado por meio de três possíveis vias: predação sobre os filamentos da cianobactéria; ingestão da forma dissolvida na água, o que ocorre quando a célula morre, liberando a toxina na água; ou alça microbiana, quando bactérias decompõem excretas de organismos contaminados, bioacumulam a toxina e a transferem via cadeia trófica (Sopanen *et al* 2009).

Costa *et al.* (2011), ao avaliar o efeito da cianobactéria *Nodularia sp.* no desempenho zootécnico em cultivo de camarões em sistema intensivo nos mesmos viveiros do presente trabalho, encontraram menor valor de sobrevivência (63%), de crescimento (0,52g), de produtividade (710 kg/ha/ciclo) e de CAA (1,60) no tratamento com *Nodularia* em comparação ao sem *Nodularia* (97%, 0,67 g, 1180 kg/ha/ciclo e 1,11, respectivamente). Desta forma, a floração de cianobactérias, incluindo esta espécie tóxica, registrada no presente estudo pode ter afetado negativamente a sobrevivência nos ciclos CC1 e CL (em torno de 60% para ambos).

A partir das 6^a e 12^a semanas de cultivo nos tratamentos CC e CL, respectivamente, foi observado a substituição das cianobactérias por clorofíceas. Isto se deve provavelmente ao rápido crescimento e capacidade de adaptação desta microalga as baixas salinidades (Paerl *et al.* 2003, Maicá *et al.* 2012). No presente estudo, a salinidade no CC1 foi em média de 19,46 (máximo de 26), enquanto CC2 foi em média 12,03 (máximo de 14). Por sua vez, no tratamento CL, os valores médios de salinidade foram reduzindo ao longo do cultivo, variando de 22,17 na 1^a semana até 13,04 na 22^a semana, chegando a alguns momentos a atingir valores abaixo de 12.

O camarão *L. vannamei* possui uma tolerância a uma ampla faixa de salinidades. Alguns autores têm demonstrado a possibilidade de cultivar a espécie em salinidades que variam desde 0 até 35 (Maicá *et al.* 2012, Ponce-Palafox *et al.* 1997). No entanto, é sabido que a faixa entre 15 e 25 é considerada ideal para o cultivo de *L. vannamei* (Vinatea 2004). Desta forma, estas salinidades provavelmente não interferiram diretamente no desempenho zootécnico do camarão. No entanto, as baixas salinidades registradas nos tratamentos CC2 e CL podem ter favorecido a redução da densidade de cianobactérias e o crescimento de clorofíceas.

Apesar das variações de densidade dos grupos de autotróficos durante o período do experimento, as concentrações de clorofila *a* no presente estudo não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e, foram de 178,40 (\pm 172,23) μ g/L para o

tratamento CC e $313,14 (\pm 404,22) \mu\text{g/L}$ para CL. Burford *et al.* (2003) observaram concentrações médias de Chl *a* que variaram de 134,29 a 435,10 $\mu\text{g/L}$ em viveiros de camarão operados no sistema sem renovação de água. Froés *et al.* (2012), estudando fertilização orgânica de cultivo de camarão em viveiros BFT, com densidade de 85 cam/m², registraram a concentração média de Chl *a* em torno de 180 $\mu\text{g/L}$. Desta maneira, as concentrações de Chl *a* no presente trabalho estão próximos aos resultados dos estudos mencionados anteriormente.

Quanto ao desempenho zootécnico, o peso médio final do camarão apresentou diferença significativa entre os tratamentos ao longo do cultivo, sendo que o peso foi significativamente superior no tratamento CL ($26,41 \pm 0,90 \text{ g}$) do que o CC ($11,70 \pm 1,06 \text{ g}$). Sookying & Davis (2011) registraram peso médio entre 18,5 e 19,7 g ao final da produção de camarões (35 animais/m²) alimentados com altos níveis farelo de soja durante 12 semanas de cultivo. Estes valores foram superiores ao encontrado no tratamento CC do presente estudo, o qual teve o mesmo tempo de duração. Fonseca (2006), estudando a dinâmica da comunidade fitoplanctônica em viveiro de engorda de camarão *L. vannamei* no estado do Ceará, após 85 dias de cultivo com 42,2 camarões/m², obteve peso final de 11, 18 g, sendo semelhante ao encontrado neste tratamento.

Por outro lado, Taw *et al.* (2008), em estudo sobre despescas parciais em viveiros BFT com densidade de estocagem de 100 camarões/m², registraram peso médio de 21 g em 160 dias. Desta forma, o peso médio no tratamento CL do presente trabalho está acima do que foi encontrado por estes autores.

O crescimento semanal foi significativamente maior no CL com 1,17 g/semana ($\pm 0,04$) em comparação ao CC com 0,98 g/semana ($\pm 0,11$). Sandifer *et al.* (1993), em sistemas semi-intensivos em viveiros de *L. vannamei*, encontraram crescimento de 0,94 g/semana. Peixoto *et al.* (2003) comparando o desempenho entre espécies *L. vannamei* e *F. paulensis* em sistema semi-intensivo (15 camarões/m²) em viveiros convencionais encontraram valores de crescimento de 0,84 g/semana para *L. vannamei*. Fonseca (2006) estudando camarão *L. vannamei* registrou um crescimento no final do estudo de 0,97 g/semana. Desta forma, os resultados supracitados estão próximos ao encontrados no presente estudo.

De acordo com Arnold *et al.* (2009), sistemas de cultivo em bioflocos frequentemente apresentam elevados índices de sobrevivência. Porém, as sobrevivências nos ciclos CL (68%) e CC1 (63,97%) foram menores em comparação

com outros estudos realizados em sistema BFT. Por exemplo, Fróes (2012) registraram sobrevivências acima de 86,3% em viveiros no sul do Brasil. Fóes (2008) observaram sobrevivência em torno de 76% em estudo sobre crescimento compensatório na face de engorda de *L. vannamei* (20 camarões/m²). Por outro lado, Sookying *et al.* (2011) relataram uma sobrevivência de 65% nos viveiros de camarão *L. vannamei* com densidade de estocagem de 45 indivíduos/m², devido a uma floração de algas verde. Desta forma, as sobrevivências registradas nestes ciclos provavelmente estão associadas a fatores anteriormente discutidos, tais como baixas temperaturas e floração de cianobactérias.

Em relação à CAA, o tratamento CL ($1,57 \pm 0,26$) foi significativamente maior do que no CC ($1,20 \pm 0,12$). Entre os ciclos curtos, a CAA foi de $1,42 (\pm 0,26)$ no CC1 e de $0,98 (\pm 0,03)$ no CC2. Os maiores valores de CAA observados nos CC1 e CL, provavelmente estão associados às baixas sobrevivências registradas nesses ciclos. No entanto, é importante salientar que a menor CAA encontrada no CC2 pode estar associada à dominância de diatomáceas, uma vez que estas são comumente consideradas microalgas com alto valor nutricional para camarões (Moss 2000, Patil *et al.* 2006).

Os valores de CAA encontrados no presente estudo estão próximos aos encontrados em outros estudos desenvolvidos em viveiros. Por exemplo, Sookying *et al.* (2011) registraram CAA de 1,35 em um cultivo de camarão *L. vannamei* 45 camarões/m². Enquanto, Fróes (2012) estudando despescas parciais do camarão *L. vannamei* cultivado em sistema de bioflocos encontrou a maior CAA de 1,21.

Apesar da sobrevivência e do crescimento semanal terem apresentado diferença significativa entre os tratamentos, os valores médios de biomassa e produtividade total não diferiram significativamente entre os tratamentos, sendo que a biomassa total foi de 433 kg e a produtividade total de 7200 kg/ha/ciclo no tratamento CL, enquanto no CC foi 474 kg e de 7900 kg/ha/ciclo, respectivamente. Entretanto, o CC1 apresentou valores menores de biomassa ($179,67 \pm 48,06$ kg) e produtividade ($3000,00 \pm 961,73$ kg/ha/ciclo) do que o CC2 ($294,67 \pm 7,09$ kg e $4900,00 \pm 141,89$ kg/ha/ciclo, respectivamente).

Sookying *et al.* (2011) obtiveram produtividade de 6149,6 kg/ha e biomassa de 461,3 kg em viveiros de *L. vannamei* com densidade de 45 camarões/m². Samocha *et al.* (2004) em estudos realizados no Estado do Texas (EUA) em viveiros convencionais com 50 camarões/m² observaram valores de produtividade que variaram entre 4.630 a

6.870 kg/ha/ciclo para cultivos de *L. vannamei*. Desta maneira, estes valores foram próximos do encontrado no presente trabalho.

Com base nos resultados do desempenho zootécnico, os custos de produção por kg de camarão foram estimados. Estes variam de acordo com as técnicas adotadas para a produção, como, por exemplo, níveis de aeração, utilização ou não de berçário, densidades de estocagem, assim como o número de safras por ano (Lambregts 1993). Segundo Ahmed *et al.* (2008), os dados de produção podem auxiliar os produtores a tomar decisões e ajustar os sistemas de produção determinando o melhor preço para o produto final. Entretanto, de acordo com Yu *et al.* (2006), para uma maior rentabilidade da produção devem ser levados em consideração alguns fatores como, custo de produção e preço de mercado.

Dentre os custos de produção (fixos e variáveis), o custo fixo no presente trabalho representou 40% no CC (R\$7.384,30 do total de R\$18.246,10) e 37% no CL (R\$6.329,40 do total de 17.324,40). Resultados semelhantes foram relatados por Shang *et al.* (1998) que, ao estudarem o comparativo econômico do cultivo em um sistema intensivo de camarão na Ásia, observaram que o custo fixo representou mais de 30% dos custos totais da produção na China, Índia, Filipinas e Taiwan. Entretanto, os valores registrados no presente estudo são considerados valores altos, fazendo-se necessário reduzir estes custos, o que poderia ser feito por meio do aumento na densidade de camarões e, conseqüentemente aumento da produtividade.

Os custos variáveis, por sua vez, foram similares em ambos os tratamentos, com R\$10.995,95 no CL e de R\$10.861,80 no CC. Dentre os itens dos custos variáveis, o custo com alimento (ração comercial) foi o maior em ambos os tratamentos no final da produção. Resultados semelhantes foram reportados por Teixeira & Guerrelha (2011) quando adaptaram viveiros de camarão comerciais (7.800 m²) de um sistema semi-intensivo para um sistema intensivo utilizando o sistema BFT. Além de Krummenauer (2008), estudando estratégias para o cultivo de *L. vannamei* (Boone, 1931) no extremo sul do Brasil, e Wyban *et al.* (1998) que estudaram a produtividade e o potencial econômico dos camarões em viveiros de sistema intensivo.

No que diz respeito aos custos totais (fixos+variáveis) da produção do camarão, o valor foi menor no CL (R\$17.324,40) do que no CC (R\$18.246,10). Dentre os itens dos custos totais, o salário dos funcionários representou o maior custo com 29% no CC, enquanto no CL, o custo relacionado com a ração foi de 36% adquirindo maior impacto sobre o custo total de produção. Teixeira & Guerrelha (2011) reportaram que os custos

com os salários dos funcionários e encargos compreenderam 20,81% do custo total da produção, assemelhando-se ao que foi registrado no tratamento CC.

Por outro lado, Poersch *et al.* (2012), avaliando a viabilidade econômica do cultivo de *L. vannamei* em viveiros no sul do Brasil em sistema BFT com densidades de 120 e 180 cam/m², encontraram que no cultivo com densidade total de 120 cam/m² e peso médio final de 10g, a ração foi o maior custo com 45% do custo total de produção. Son *et al.* (2011), estudando a eficiência e a produção econômica no cultivo do camarão tigre (*Penaeus monodon*) durante diferentes épocas de safras no delta Mekong (Vietnã), também encontraram a ração como o maior custo de produção, representando 58%. Wyban *et al.* (1998) também registraram a alimentação (ração) como um dos itens mais caros, representando 40% do custo total. Resultados encontrados nestes estudos foram superiores ao estimado no tratamento CL. Todavia, Poersch *et al.* (2012) relataram que os altos valores deste produto na região sul se deve à localização onde foi realizado o experimento, porque as fábricas de ração estão concentradas na região Norte e Nordeste do Brasil, o que torna o produto até 30% mais caro por causa do transporte.

Desta maneira, considerando exclusivamente os custos de produção não é possível afirmar qual foi a melhor estratégia testada no presente estudo. No entanto, outra importante análise a ser levada em consideração é o preço de mercado. Shang & Merola (1987) relataram que o aumento do tamanho do camarão para comercialização é uma estratégia que pode minimizar o custo de produção por unidade de camarão. Desta maneira, no tratamento CC, o preço de venda dos camarões foi menor em função do menor peso médio final (11,70 g) em comparação com o CL (26,40 g).

Adicionalmente, com base nos dados de custo e receita por quilo de camarão (Tabela 11), é possível inferir que o cultivo de camarão em um ciclo longo sob as condições experimentais do presente estudo seria mais atrativo economicamente do que em dois ciclos curtos. Isto porque, o CC teve um custo de produção por quilo de R\$ 12,82, com saldo negativo de R\$ 1,12/kg de camarão no final do cultivo. Enquanto no CL, o quilo do camarão produzido custou R\$ 12,84, mas foi obtida uma receita de R\$ 13,57/kg de camarão.

Todavia, é importante ressaltar que o saldo negativo obtido no CC no presente estudo provavelmente não seria obtido em uma produção comercial. Em condições reais de um empreendimento, o custo total da produção seria levado em consideração para determinar o período mais adequado para realizar a despesca, tendo como objetivo

aumentar a receita da produção, considerando fatores como a disponibilidade e o preço do produto no mercado.

Os resultados obtidos no presente estudo estão em desacordo com o sugerido por Poersch *et al.* (2012), que relataram ser mais atrativo economicamente dois ou mais ciclos de produção por ano, independente da densidade de estocagem ou peso final de cultivo. Por outro lado, estes resultados corroboram a conclusão de Krummenauer *et al.* (2010) de que um ciclo longo com densidades de 25 a 40 camarões/m² seria uma estratégia mais atrativa em comparação com aquela com dois ciclos curtos.

No entanto, a realização de um ciclo longo limitaria a produção a uma época do ano e a despesca coincidiria com a safra de camarão do estuário da Lagoa dos Patos, quando os preços de mercados podem ser menores. No entanto, esta estratégia poderia ser bem sucedida nos anos com baixos números da safra de camarão do estuário. Desta forma, é possível inferir que a escolha da estratégia mais adequada para a região sul do RS deve levar em consideração, não apenas os dados de desempenho zootécnico e custos da produção, mas também as características da pesca local. Estes fatores podem influenciar o preço de venda e, conseqüentemente, a rentabilidade do investimento.

6. CONCLUSÃO

O crescimento do camarão *L. vannamei* foi afetado pela temperatura da água. Assim como a sobrevivência foi comprometida pela floração de cianobactérias em ambos os tratamentos. Com base exclusivamente no custo total da produção do camarão, não foi possível determinar qual a melhor estratégia de cultivo. Todavia, a diferença do peso final do camarão afetou a receita, gerando um saldo positivo apenas no ciclo longo. Desta forma, sob as condições experimentais utilizadas no presente estudo, é possível inferir que a realização de um ciclo longo foi a melhor estratégia avaliada para a produção do camarão *L. vannamei* cultivado em viveiros BFT.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- AHMED, N, F, AHMMED, MV, BRAKEL. 2008. An economic analysis of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, farming in Mymensingh, Bangladesh. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39: 37-50
- ALONSO-RODRIGUEZ & PAEZ- OSUNA. 2003. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*, 219: 317-336
- ANDRADE, KM & IFA CAVALCANTI. 2004. Climatologia dos sistemas frontais e padrões de comportamento para o verão na América do Sul. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza. CD - Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia.
- APHA (American Public Health Association), 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition. . Washington, DC. 1193p.
- ARNOLD, SJ, FE COMAN, CJ, JACKSON & SA GROVES. 2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*, 293: 42-48.
- AVNIMELECH, Y. 2009. Biofloc Technology – A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA.
- AVNIMELECH, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264:140-147
- AVNIMELECH, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 227-235.
- AVNIMELECH, Y, M KOCHVA, S DIAB. 1994. Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Isr. J. Aquaculture/Bamidge*, 46:119-131.
- AVNIMELECH, Y. 1993. Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. *The World Aquaculture Society*, 34:19-21.
- AZIM, ME & DC LITTLE. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283:29-35.
- BALLESTER, ELC, PC ABREU, RO CAVALLI, M EMERENCIANO, L DE ABREU, JRW WASIELESKY. 2010. Effect of practical diets with different

- protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system,. *Aquaculture Nutrition*, 16: 163-172
- BARAK, Y, E CYTRYN, I GELFAND, M KROM, J VAN RIJN. 2003. Phosphorus removal in a prototype, recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, 220:313–326.
- BARBIERI, RCJ & A OSTRENSKY. 2002. Camarões Marinhos - Engorda. Viçosa. 370p.
- BOYD, CE. 2007. Phosphorus: Key to phytoplankton management. *Global Aquaculture advocate*. July/August, pp 62-64
- BOYD, CE & JW CLAY. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: A Superintensive Shrimp Aquaculture System. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the
- BOYNTON, WR, WM KEMP, CW KEEFE. 1982. A comparative analysis of nutrients and other factors influencing estuarine phytoplankton production. *In: Kennedy, V. S. Estuarine Comparisons*. 1. ed. New York : Cambridge University Press, 69-89 p.
- BURFORD, MA, PJ THOMPSON, RP MCINTOSH, RH BAUMAN, DC PEARSON. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, 219:393-411.
- BURFORD, M. 1997. Phytoplankton dynamics in shrimp ponds. *Aquaculture Research*, 28:351-360.
- BROWN, MR, SW JEFFREY, JK VOLKMAN, GA DUNSTAN. 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151:315-331
- CASILLAS-HERNÁNDEZ, R, F MAGALLÓN-BARAJAS, G PORTILLO-CLARCK, F PÁEZ-OSUNA. 2006. Nutrient mass balances in semi-intensive shrimp ponds from Sonora, Mexico using two feeding strategies: Trays and mechanical dispersal. *Aquaculture*, 258: 289-298
- CORTE´S-ALTAMIRANO, R. 1994. Microalgas dan~inas en estanques de cultivo de camarón. *In: Páez-Osuna, F., Hendrickx-Reners, M., Corte´s-Altamirano, R. (Eds.), Efecto de la calidad del agua y composició n bioló gica sobre la producció n en granjas camaroní colas. Informe final Proyecto. Tech. Report, CONACYT 0625- N9110, Mazatla n, pp. 219–230 (in Spanish).*

- COSTA, CM, GK FOES, GS TESSMAN, L POERSCH, W WASIELESKY JR. 2011. Efeito da cianobactéria no desempenho zootécnico do camarão branco *Litopenaeus vannamei* em sistema intensivo. XIV Congresso Latino-Americano de ciências do mar. Balneário Camboriu.
- CUZON, G, A LAWRENCE, G GAXIOLA, C ROSAS, J GUILLAUME. 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*, 235: 513–551.
- DOKULIL, MT & K TEUBNER. 2000. Cyanobacterial dominance in lakes. *Hydrobiologia*, 438:1-12.
- EBELING, JM, MB TIMMONS, JJ BISOGNI. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture production systems. *Aquaculture*, 257:346–358.
- EMERENCIANO, MGC, W WASIELESKY JR, RB SOARES, EC BALLESTER, EM IZEPI, RO CAVALLI. 2007. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. *Acta Sci.* 29 (1): 1–7.
- FAO, 2012. FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION ON THE UNITED NATIONS. 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture. Roma.
- FAO, 2010. SOFIA – The State of World Fisheries and Aquaculture. Roma.
- FAO. 2009. FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION ON THE UNITED NATIONS (FAO). Does gender make a difference in dealing with climate shifts? Research results from Andhra Pradesh, India. Gender, Equity and Rural Employment Division Economic and Social Development Department Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome
- FOES, GH. 2008. Crescimento compensatório do camarão-branco *litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) no extremo Sul do Brasil. Dissertação de mestrado (Programa de Pós graduação em Aquicultura). Universidade Federal de Rio Grande. 37p.
- FONSECA, RS. 2006. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica em um viveiro de engorda de camarão marinho (*L. vannamei*) no estado do Ceará. Dissertação Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará. 106 p
- FROES, C, GK FOES, D KRUMMENAUER, E BALLESTER, HL POERSCH, W WASIELESKY JR. 2012. Fertilização orgânica com carbono no cultivo intensivo

- em viveiros com sistema de bioflocos do camarão branco *Litopenaeus vannamei*. *Atlântica*, 34(1) 31-39.
- FURTADO, PS, LH POERSCH, W WASIELESKY JR. 2011. Effect of calcium hydroxide, carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs technology (BFT) systems. *Aquaculture*, 321:130-135.
- GAONA, CAP, LH POERSCH, D KRUMMENAUER, GK FOES, W WASIELESKY. 2011. The effect of solids removal on water quality, growth and survival of *Litopenaeus vannamei* in a biofloc technology culture system. *International Journal of Recirculating Aquaculture*, 12:54-73.
- HARAKAWA, MT. 2009. Aqüicultura em Santa Catarina: A influência do clima nos diferentes tipos de cultivos. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina.
- HARI, B, K MADHUSOODANA, JT VARGH ESE, JW SCHAMA, MCJ VERDEGEM. 2004. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, 241:179-194.
- HATCH, U & CT FENG. 1997. A Survey of Aquaculture Production Economics and Management. *Aquaculture Economics and Management*. 1(1):13-27.
- HOPKINS, JS, RD HAMILTON, PA SANDIFER, CL BROWDY, AD STOKES. 1993. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *J. World Aquacult. Soc.* 24: 304-320.
- HUSSAR, GJ, CHZ CONCEIÇÃO, AL PARADELA, DJ BARIN, TC JONAS, W SERRA, JPR GOMES. 2004. Uso de leitos cultivados de vazão subsuperficial na remoção de macronutrientes de efluentes de tanques de piscicultura. *Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal*. 1(1): 025-034.
- JACOB, AP & DA CULVER. 2010. Experimental evaluation of the impacts of reduced inorganic phosphorus fertilization rates on juvenile saugeye production. *Aquaculture*, 304: 22-33.
- JEWEL, MAS, MA AFFAN, S KHAN, 2003. Fish mortality due to cyanobacterial bloom in aquaculture pond in Bangladesh. Pakistan. *Journal of Biological Sciences*, 6(12):1046-1050.
- JORY, DE, TR CABRERA, DM DUGGER, D FEGAN, P G LEE, AL LAWRENCE, CJ JACKSON, RP MCINTOSH, J CASTAÑEDA. 2001. A global review of

- shrimp feed management: Status and perspectives. P.104-152 in: Browdy, C. L., Jory, D. E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture. The World Aquaculture Society*, Baton Rouge, USA.
- KRUMMENAUER, D, S PEIXOTO, RO CAVALLI, LH POERSCH, W WASIELESKY. 2011. Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. *Journal World Aquaculture. Society*, 42:726–733.
- KRUMMENAUER, D, RO CAVALLI, LCE BALLESTER, S PEIXOTO, W WASIELESKY. 2010. Feasibility of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture in southern Brazil: effects of stocking density and a single or a double CROP management strategy in earthen ponds. *Aquaculture Research*, 41:240-248.
- KRUMMENAUER, D. 2008. Estratégias para o cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) no extremo sul do Brasil. Dissertação apresentada no curso de Pós graduação de aquicultura. 60 pag
- LAMBREGTS, JAD, SG THACKER, L WADE. 1993 Economic evaluation of different stoking densities for various sized in Texas. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24: 12-22
- LIN, YC & JC CHEN. 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture*, 224:193-201.
- LIN, YC & JC CHEN. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 259(1):109–119.
- MAICÁ, PF, MR BORBA, W WASIELESKY. 2012. Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. *Aquaculture Research*. 43:361–370
- MARTINEZ, JA & JC SEIJO. 2001. Alternative Cycling Strategies for Shrimp Farming in Arid Zones of Mexico: Dealing with Risk and Uncertainty. *Marine Resource Economics*, 16:51–63
- MERCANTE, CTJ, D SILVA, SV COSTA. 2006. Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metropolitana da São Paulo por meio de uso de variáveis abióticas e clorofila. *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde*

- pública e manejo. (Organizado: Katharina Eichbaum Esteves e Célia Leite Sant'Anna). São Carlos: RiMa. 240p.
- MCINTOSH, RP. 2001. Establishment of heterotrophic bacterial communities. *The Advocate*, February:53-58.
- MCINTOSH, BJ, TM SAMOCHA, ER JONES, AL LAWRENCE, DA MCKEE. 2000. The effect of a bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with low-protein diet on outdoor tank system and no water Exchange. *Aquacultural Engineering*, 21:215-227.
- MCINTOSH, D & M PHILLIPS. 1992. Environmental issues in shrimp farming. H. Saram, T. Singh (Eds.), Shrimp 92, Proceedings of the 3th Global Conference on the Shrimp Industry, Kuala Lumpur, INFOFISH. 118–145 pp.
- MOINSANDER, PH & HW PAERL. 2000. Growth, primary productivity and nitrogen fixation potential of *Nodularia* spp. (Cyanophyceae) in water from a subtropical estuary in the United States. *Journal of Phycology*, 36:645-658.
- MOSS, SM. 2000. Benefits of a microbially dominated intensive shrimp production system: a review of pond water studies at the Oceanic Institute. *The Advocate*, 53-55.
- MORIATY, DJW. 1997. The role of microorganisms in aquaculture ponds. *Aquaculture*. 151. 333-349.
- QUING-LU, P, J XU-LI, L JING. 2007. The effect of temperature on selected immune parameters of the White shrimp, *L. vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38:326-332.
- PAERL, HW, LM VALDES, JL PINCKNEY, MF PIEHLER, J DYBLE, PH MOISANDER. 2003. Phytoplankton photopigments as indicators of estuarine and coastal eutrophication. *BioScience*, 53: 953-964.
- PAERL, HW & CS TUCKER. 1995. Ecology of blue-green algae in aquaculture ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 26(2):109-131.
- PAEZ-OSUNA, F, SR GUERRERO-GALVÁN, AC RUIZ-FERNÁNDEZ. 1998. The environmental impact of shrimp aquaculture and the coastal pollution in México. *Marine Pollution Bulletin*, 36: 65-75.
- PATIL, V & HR GISLEROD. 2006. The importance of omega-3 fatty acids in diet. *Current Science*, 90:908-909.
- PEIXOTO, S, W WASIELESKY J, LJ LOUZADA. 2003. Comparative Analysis of Pink Shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific White Shrimp, *Litopenaeus*

- vannamei*, Culture in Extreme Southern Brazil. *Journal of Applied Aquaculture*, 14:101-112.
- PENAFLORENZA, VD. 1999. Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 172: 281–289.
- POERSCH, LH, M ALMEIDA, CA GAONA, P FURTADO, GK FÓES, W WASIELESKY. 2012. Bioflocos: uma alternativa econômica viável para produtores de camarão em viveiros. *Panorama da aquicultura*, 32(131): 36-43
- POERSCH, LH, JP CASTELLO, W WASIELESKY JR, D KRUMMENAEUR, RO CAVALLI. 2007. Influência da criação de camarões em viveiros sobre a qualidade de água e comunidade fitoplanctônica. Livro: Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologia, aspectos ambientais e sócio-econômicos. 7: 69-74 pp
- PONCE-PALAFOR, I, CA MARTINEZ-PALACIOS, LG ROSS. 1997. The effect of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei* Boone, 1931. *Aquaculture*, 157:107–115.
- PLOEG, M & CE BOYD. 1991. Geosmin production by cyanobacteria (Blue-green Algae) in fish ponds at Auburn, Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*, 22: 207-216.
- PRESTON, NP, CJ JACKSON, P THOMPSON, M AUSTIN, MA BURFORD, PC ROTHLISBERG. 2001. Prawn farm effluent: Composition, origin and treatment. Fisheries Research and Development Corporation, Australia.
- PROSSER, CL. 1973. Oxygen: respiration and metabolism. In Comparative Animal Physiology (ed. C. L. Prosser). Philadelphia, London, Toronto: Saunders Company. 165-206 pp.
- RAY, AJ, G SEABORN, JW LEFFLER, SB WILDE, A LAWSON, CL BROWDY. 2010. Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. *Aquaculture*, 310:130-138.
- REYNOLDS, CS, MD COLIN, J PADISÁK. 2000. Understanding the assembly of phytoplankton in relation to the trophic spectrum: where are we now? *Hydrobiologia*, 424:147–152.
- REYNOLDS, CS. 1987. Cyanobacterial waterblooms. In: P. Callow [Ed.] Advances in Botanical Research, 13, Academic Press, London, 17-143 p

- RODRÍGUEZ, RA & F PÁEZ-OZUNA. 2003. Nutrientes, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*. 219:317-336.
- SAMOCHA, TM, S PATNAIK, M SPEED, AM ALI, JM BURGER, RV ALMEIDA, Z AYUB. 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering*, 36(2): 184–191.
- SAMOCHA, TM, MM LOPES, ER JONES, S JACKSON, AL LAWRENCE. 2004. Characterization of intake and effluent waters from intensive and semi-intensive shrimp farms in Texas. *Aquaculture Research*, 35: 321-339.
- SANDIFER, PA, AD STOKES, JS HOPKINS. 1993. Preliminary comparasions of the native *Penaeus setiferus* and Pacific *Penaeus vannamei* White shrimp for pond culture, in South Carolina, USA. *Journal of the WAS*. 24(3): 295-303
- SANDIFER, PA, AD STOKES, JS HOPKINS. 1991. Further intensification of pond shrimp culture in South Carolina. In: Sandifer, P.A. (Ed.), *Shrimp culture in North America and the Caribbean*. Advances in World Aquaculture 4. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, 84–95.
- SANTOS, MDELMN. 2008. Estrutura e Dinâmica do fitoplâncton e bacterioplâncton em cultivos de camarão no Rio Grande do Norte-Brasil: Impacto sobre o ambiente natural. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Departamento de Oceanografia e Limnologia. Programa de Pós-graduação em Bioecologia Aquática. p 142.
- SERRA, FP. 2013. Utilização de diferentes fontes de carbono no cultivo do camarão *litopenaeus vannamei* em sistema com bioflocos. Dissertação de mestrado Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande (PPGAq-FURG). p 45.
- SCHVEITZER, R, R ARANTES, PFS COSTÓDIO, CMDOE SANTO, LV ARANA, WQ SEIFFERT, ER ANDREATTA. 2013. Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. *Aquacultural enginnering*. MANUSCRITO.
- SILVA, R DA SILVA, W WASIELESKY, PC ABREU. 2013. Nitrogen and phosphorus dynamic in the biofloc production of the Pacific White shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the word aquaculture society*, 44(1):30-40

- SHANG, YC, P LEUNG, B-H LING. 1998. Comparative economics of shrimp farming in Asia. *Aquaculture*, 164:183-200
- SHANG, YC & N MEROLA. 1987. Manual de economia de la acuicultura. FAO/Programa Cooperativo Gubernamental. Proyecto GCP/RLA/ 075/ ITA. Apoyo a las actividades regionales de acuicultura para America Latina y el Caribe. Brasília.
- SMITH, JL, GL BOYER, PV ZIMBA. 2008. A review of cyanobacterial odorous and bioactive metabolites: impacts and management alternatives in aquaculture. *Aquaculture*, 280: 5-20.
- SON, VN, NT PHUONG, TN HAI, A YAKUPITIYAGE. 2011. Production and economic efficiencies of intensive black tiger prawn (*Penaeus monodon*) culture during different cropping seasons in the Mekong delta, Vietnam. *Aquaculture International*, 19:555-566
- SOOKYING, D & DA DAVIS. 2011. Pond production of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed high levels of soybean meal in various combinations. *Aquaculture*. 319:141–149
- SOOKYING, D, FS D. SILVA, AD. DAVIS, TR HANSON. 2011. Effects of stocking density on the performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured under pond and outdoor tank conditions using a high soybean meal diet. *Aquaculture*, 319:232–239.
- SOPANEN, S, P URONEN, P KUUPPO, C SVENSEN, A RÜHL, T TAMMINEN, E GRANÉLI, C LEGRAND. 2009. Transfer of nodularin to the copepod *Eurytemora affinis* through the microbial food web. *Aquatic Microbial Ecology*, 55:115-130.
- STOKES, A, CL BROWDY, CR WEIRICH, J RICHARDSON, CM BRUCE. 2002. Double crop pond management strategy using *L. vannamei* in South Carolina. In: World Aquaculture Society (EDS.) Meeting Abstract of the Aquaculture America 2002, January 27-30, San Diego, California, USA, p 32.
- SUITA, SM. 2009. O uso da Dextrose como fonte de carbono no desenvolvimento de bio-flocos e desempenho do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em sistema sem renovacao de água. Dissertação de mestrado Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande (PPGAq-FURG). p 49.
- STRICKLAND, JDH & TR PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Ottawa: Fishery Research Board Canada, 310.

- TACON, AGJ. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp, a training manual 1. Essencial nutrients. FAO, Brasilia. p 117
- TAW, N, H FUAT, N TARIGAN, K SIDABUTAR. 2008. Partial Harvest/Biofloc System Promising For Pacific White Shrimp. *Global Aquaculture Advocate*. September/October. 84-86
- TEIXEIRA, APG & ACB GUERRELHAS. 2011. Cultivo intensivo: pode ser a solução para o aumento da produção da carcinicultura? *Panorama da Aquicultura*, 21(124): 34-39.
- UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Manual and Guides 12, Intergovernmental Oceanographic Commission. Paris, France.
- VAN WYK, P & J SCARPA. 1999. Water Quality and Management. In: Van Wyk, P., et al. (Eds.), *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, 128–138 p.
- VELAZQUEZ, MP, DA DAVIS, LA ROY, MLG FELIX. 2012. Effects of water temperature and Na⁺:K⁺ ratio on physiological and production parameters of *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. *Aquaculture*, 343:13-17.
- VINATEA, L, AO GALVEZ, CL BROWDY, A STOKES, J VENERO, J HAVEMAN, BL LEWIS, A LAWSON, A SHULER, JW LEFFLER. 2010. Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables. *Aquacultural engineering*, 42:17–24.
- VINATEA, L. 2004. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 231p.
- VINATEA, L. 1997. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 166p.
- XU, W-J & L-Q PAN. 2012. Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. *Aquaculture*, 356-357:147–152
- YU, R, PS LIONEUNG, P BIENFANG. 2006. Optimal product schedule in commercial shrimp culture. *Aquaculture*. 256:426-441.

- YUSOFF, MF, MS ZUBAIDAH, HB MATIAS, TS KWAN. 2002. Phytoplankton succession in intensive marine shrimp culture ponds treated with a commercial bacterial product. *Aquaculture Research*, 33:269-278.
- WASIELESKY, WJ, H ATWOOD, A STOKES, CL BROWDY. 2006. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258: 396–403.
- WELSCHMEYER, NA. 1994. Fluorometric analysis of chlorophyll a in the presence of chlorophyll b and pheopigments. *Limnology Oceanography*, 39:1985-1992.
- WYBAN, JA, JN SWEENEY, RA KANNA. 1998. Shrimp Yields and Economic Potential of Intensive Round Pond Systems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 19 (4):210-217
- WYBAN, J, WA WALSH, DM GODIN, 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 138:267-279.
- ZHANG, P, X ZHANG, J LI, G HUANG. 2006. The effects of body weight, temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture*, 256(1-4): 579–587
- ZIMBA, PV, AL CAMUS, EH ALLEN, JM BURKHOLDER. 2006. Co-occurrence of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, mortalities and microcystin toxin in a southeastern USA shrimp facility. *Aquaculture*, 261:1048-1055.