



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Efeito de diferentes concentrações de íons adicionados ( $K^+$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ )  
na água de baixa salinidade no desempenho zootécnico de *Litopenaeus*  
*vannamei* cultivado em sistema superintensivo com bioflocos

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Aquicultura do Centro  
de Ciências Agrárias da Universidade  
Federal de Santa Catarina, como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre  
em Aquicultura.

Orientador: Luis Alejandro Vinatea Arana

SIMÃO ZACARIAS

Florianópolis  
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Zacarias, Simão

Efeito de diferentes concentrações de íons adicionados (K+, Mg++, Ca++) na água de baixa salinidade no desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema superintensivo com bioflocos / Simão Zacarias ; orientador, Luis Alejandro Vinatea Arana - Florianópolis, SC, 2014.

39 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Camarão branco do Pacífico. 3. Concentração iônica. 4. Júvenis. 5. Bioflocos. I. Vinatea Arana, Luis Alejandro. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. III. Título.

**Efeito de diferentes concentrações de íons adicionados  
(K<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>) na água de baixa salinidade no  
desempenho zootécnico de *Litopennaeus vannamei*  
cultivado em sistema superintensivo com bioflocos**

Por

SIMÃO ZACARIAS

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

**MESTRE EM AQUICULTURA**

e aprovada em sua forma final pelo Programa de  
Pós-Graduação em Aqüicultura.

---

Prof. Alex Pires de Oliveira Nuñez, Dr.  
Coordenador do Programa

Banca Examinadora:

---

Dr. Luiz Alejandro Vinatea Arana – *Orientador*

---

Dr. Edegar Roberto Andreatta

---

Dr. Rodrigo Schweitzer

---

Dr. Walter Quadros Seiffert



Dedicatória:

Dedico especialmente para a minha Mãe **Maria Francisco** e meu Pai **Zacarias Simão**.



## **Agradecimentos**

A Deus, Pai de Jesus Cristo por tudo que têm realizado na minha vida.

A minha Mãe Maria Francisco e meu Pai Zacarias Simão pelo amor e ensinamentos.

A SOED (Souther Ocean Education and Development) e CAPES pelas bolsas concedidas.

Ao Prof. Luis Alejandro Arana Vinatea por ter depositado sua confiança em mim desde Moçambique, pela orientação e por ter sido um orientador Pai.

Ao Programa de Pós – Graduação em Aquicultura, professores e funcionários.

Ao Laboratório de Camarões Marinhos (professores, estagiários e funcionários) pelo aprendizado, por conceder quase todo material para realização desse estudo, pelo alojamento, pela boa convivência, força e tudo de bom.

Ao meu amigo (irmão) Luis Augusto Joaquinho, mesmo estando em Moçambique, contribuiu nos momentos bons e difíceis.

A todos irmãos (as) da Igreja Assembleia de Deus – Barra da Lagoa, pela convivência, ajuda e por se tornarem mais uma família.

A Maria de Jesus Hernandez Rodrigo e Lauriana Medeiro pelo carinho e amor.

Ao Rodrigo Schweitzer, Rafael Arantes, Helena Galasso. Isabela Pinheiro E Carlos E. Santo por terem contribuído de diferentes formas para a realização desse trabalho.

A todos amigos (as) pelo todo carinho, amizade, amor e tudo de bom que tive com vocês.

**TABHONGA = OBRIGADO**



“ Somente DEUS sabe todas as coisas. Homem não consegue saber todas as coisas, mas pode aprender a saber muitas coisas.” Joachim W. Hertrampf and Felicitas Piedad-Pascual, 2000.



## Resumo

A influência de íons no cultivo de camarão com bioflocos é essencial para aplicação dessa tecnologia em águas interiores. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  em água de baixa salinidade sobre o desempenho zootécnico de juvenis de *Litopenaeus vannamei*. Foram usadas 12 unidades experimentais com quatro tratamentos e três repetições. O tratamento controle esteve composto por água marinha reconstituída e os outros tratamentos por água salobra artificial com diferentes concentrações de íons. Tratamento A apresentava menores concentrações desses íons e relação K:Mg:Ca de 1:4:1; tratamento B tinha concentrações com 20 mg/L a mais que A e relação K:Mg:Ca de 1:3:1; tratamento C tinha 20 mg/L a mais que o B e relação K:Mg:Ca de 1:2:1. Pós-larvas de camarão foram aclimatadas à salinidade de 4 g/L. Entre os tratamentos testados, não foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, NA-T,  $NH_3-N$ ,  $NO_2-N$ ,  $NO_3-N$ ,  $PO_4^{3-}P$ , SST, alcalinidade e pH ( $P>0,05$ ). O potássio e o cálcio aumentaram; já os íons de magnésio, sódio e cloreto diminuíram durante o período experimental. A sobrevivência, peso final, ganho de peso total, taxa de crescimento específico e biomassa final dos tratamentos A, B e C não foram significativamente diferentes ( $P>0,05$ ). Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que é viável cultivar *L. vannamei* em águas interiores de baixa salinidade com diferentes concentrações iônicas.

Palavras chave: camarão branco do Pacífico, concentração iônica, juvenis, bioflocos.



## Abstract

Ions influence on shrimp culture with biofloc is essential for applications of this technology in inland waters. The aim of this study was to evaluate the effect of different  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$  concentrations in low salinity water on performance of *Litopenaeus vannamei* juvenile. There were 12 experimental units with four treatments and three repetitions. Control treatment was filled with reconstituted seawater and others were artificial low salinity water with different ionic concentrations. Treatment A had low ions concentration and relation K:Mg:Ca of 1:4:1; treatment B had 20 mg/L higher ions concentrations than A and relation K:Mg:Ca of 1:3:1; treatment C had 20 mg/L higher ions concentrations than B and relation K:Mg:Ca of 1:2:1. Shrimp post larvae were acclimated to low salinity of 4 g/L. Among all treatments, there were no significant difference of temperature, dissolved oxygen, NA-T,  $NH_3-N$ ,  $NO_2-N$ ,  $NO_3-N$ ,  $PO_4^{3-}P$ , SST, alkalinity and pH ( $P>0,05$ ). Potassium and calcium ion increased; magnesium, sodium and chloride ions decreased during experimental period. Survival, Final weight, total weight gain, specific growth rate and final biomass ( $P>0,05$ ), of treatments A, B and C were not significantly different among them ( $P>0,05$ ). According to these results, it may be concluded that it is viable to culture *L. vannamei* in inland low salinity waters with different ionic concentrations.

Keywords: Pacific white shrimp, ionic concentration, juvenile, bioflocs.



## Sumário

1. Introdução Geral.....	17
2. Objetivos .....	21
2.1. Geral.....	21
2.2. Específico .....	21
3. Artigo Científico - Desempenho do camarão branco do Pacífico <i>Litopenaeus vannamei</i> cultivado em sistema de bioflocos na ausência de luz.....	22
1. Introdução.....	23
2. Material e Métodos .....	24
3. Resultados .....	27
4. Discussão.....	29
5. Conclusão .....	31
6. Considerações Finais.....	31
7. Referências Bibliográficas.....	32
8. Referências Bibliográficas da Introdução Geral.....	36



## 1. Introdução Geral

De maneira geral, o cultivo de camarões marinhos é realizado em regiões costeiras, usando para isto águas marinhas ou estuarinas de diferentes salinidades (DAVIS et al., 2002; DAVIS et al., 2004). A intensificação dos cultivos nessas zonas tem gerado alguns problemas como a disputa pelo espaço com outros usuários, destruição de manguezais, poluição da água e surgimento de doenças, tais como o vírus da mancha branca (DAVIS et al., 2002; EMERENCIANO et al., 2013). Em países como Brasil e Estados Unidos da América, a legislação ambiental é rígida, e dificulta a aquisição de licenças para a prática desta atividade (MC GRAW, 2002; DAVIS et al., 2002). Devido a esta dificuldade, esforços têm sido feitos para melhorar os métodos de controle de doenças, prevenir danos aos ecossistemas costeiros e diminuir a poluição da água com os efluentes dos cultivos (BOYD, C.A., 2006). O cultivo de camarões marinhos em águas interiores (salinidade baixa) e em sistemas de troca zero de água é um dos exemplos que resultam dessas iniciativas (BOYD, C.A., 2006; EMERENCIANO et al., 2013).

O cultivo de camarões marinhos em baixa salinidade é realizado em regiões afastadas da costa onde a pressão por parte das doenças infecciosas de origem marinha é menor. Por outro lado, cultivar camarões nestas regiões permite que os produtores não estejam concentrados em uma única área ou partilharem a mesma fonte de água, a qual geralmente apresenta-se livre de outras fontes contaminantes (McGRAW et al., 2002; BOYD, C.A., 2006). As zonas interiores são ecologicamente menos sensíveis, mais fáceis de garantir a biossegurança; a demanda por terra é muito menor em relação às regiões costeiras, porém, devem ser garantidas as boas práticas de manejo para reduzir a salinização dos solos, aquíferos, rios e prevenir eutrofização dos corpos de água vizinhos (McGRAW et al., 2002; GONG et al., 2004; BOYD, C.A., 2006).

No ambiente natural, o camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) está adaptado a viver em meios que apresentam amplas variações de salinidade, desde 0 até 60 g/L, característica que a converte numa espécie com elevado potencial de cultivo, seja em água marinha, estuarina, salobra e até doce (DAVIS et al., 2004; ESPARZA-LEAL et al., 2009; ROY; DAVIS, 2010). O cultivo de camarões marinhos em águas interiores começou provavelmente no Texas em 1990, usando para isto água salobra de poços artesianos. A Tailândia foi o primeiro país a confirmar o sucesso deste tipo de cultivo, o que levou produtores

de outros países como China, Estados Unidos da América, Equador, Vietnã, México e Brasil a adotarem esta tecnologia. Hoje, o cultivo de camarões em águas interiores encontra-se em franca expansão (McGRAW et al., 2002; BOYD; THUNJAI, 2003; DAVIS et al., 2004; ROY et al., 2007; ROY; DAVIS, 2010).

As águas usadas para o cultivo do *L. vannamei* em regiões afastadas da costa provem de diferentes fontes, tais como poços, lagos, rios, açudes, aquíferos e águas subterrâneas (BOYD; THUNJAI, 2003). São geralmente doces ou de baixa salinidade, porém, sem condições para o consumo humano (BOYD; THUNJAI, 2003; ESPARZA-LEAL et al., 2009). Apresentam diversidade na sua composição e quantidade iônica, mesmo quando proveniente da mesma fonte (BOYD; THUNJAI, 2003; DAVIS et al., 2004; GONG et al., 2004; ESPARZA-LEAL et al., 2009). Essa variedade, sobretudo dos íons necessários para o desenvolvimento do camarão branco do Pacífico, faz com que alguns tipos de águas interiores sejam adequados para o cultivo de *L. vannamei* (SAOUD et al., 2003; ZHU et al., 2006; ROY et al., 2009).

Os íons bicarbonato, carbonato, sulfato, magnésio, cálcio e potássio são considerados fundamentais no cultivo de camarões em baixa salinidade, porém, os íons sulfato, magnésio, cálcio, potássio, sódio e cloreto são os mais importantes (BOYD; THUNJAI, 2003; BOYD, C.A., 2006). Segundo Boyd e Thunjai (2003) e Davis et al. (2004), as concentrações mínimas necessárias desses íons para o cultivo de *L. vannamei* em águas de baixa salinidade não são conhecidas; entretanto, considera-se que o camarão sobrevive e cresce bem quando as proporções iônicas são similares à água marinha diluída.

De acordo com Mc Graw (2002) e Boyd, C.A., (2006), os íons cloreto, sódio, sulfato, cálcio, magnésio e potássio são considerados importantes no processo de osmorregulação dos camarões marinhos. Mc Graw e Scarpa (2003), Roy et al. (2007ab) e Roy e Davis (2010) referem que os íons potássio e magnésio são essenciais para o sucesso do cultivo de *L. vannamei* em águas de baixa salinidade, visto que participam no crescimento e sobrevivência. No Equador e nos E.U.A, quando começou o cultivo do camarão branco do Pacífico em águas interiores, não se conseguia obter bons resultados de desempenho zootécnico, porém, logo após a adição do potássio na água o desempenho zootécnico melhorou de forma considerável (ROY et al., 2010).

O potássio é um cátion intracelular importante para a ativação da enzima  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ , componente essencial na regulação do volume extracelular. Consequentemente, a falta de níveis adequados de  $\text{K}^+$  na

água prejudica drasticamente a atividade desta enzima (ROY et al., 2007). Esses autores e Cheng et al. 2005 relatam que o íon magnésio possui uma função associada a enzima  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ , visto que atua como cofator. Isto significa que os dois íons, o potássio e o magnésio, são essenciais para a atividade da enzima. Além disso, deve-se assinalar que o magnésio também participa como cofator durante o metabolismo de proteínas, lipídeos e carboidratos (CHENG et al., 2005; ROY et al., 2007). Sabe-se que durante o processo de muda os camarões absorvem grandes quantidades de magnésio e cálcio para mineralizar o seu exoesqueleto (BOYD; TUCKER, 1998). Entretanto as concentrações destes íons são baixas em águas interiores quando comparadas a águas marinhas reconstituídas na mesma salinidade (BOYD; THUNJAI, 2003; MCGRAW; SCARPA, 2003).

Durante o cultivo, o camarão obtém os íons potássio, cálcio, magnésio, sódio e cloreto a partir da água e do alimento que é fornecido (ROY et al., 2007a; ROY et al., 2009; ROY et al., 2010). Existem duas formas de corrigir o déficit de íons, a primeira é adicionando estes íons na água sob a forma de fertilizantes químicos; e a segunda através da sua inclusão nas dietas (ROY et al., 2010). Antes de começar o cultivo em águas interiores recomenda-se que sejam feitas análises de composição iônica e, depois, se necessário, que seja feita a aplicação do fertilizante diretamente na água (BOYD; THUNJAI, 2003). Posteriormente, durante todo o cultivo, deve-se fazer monitoramento desses íons de modo que sejam sempre mantidos em concentrações adequadas (BOYD; THUNJAI, 2003). Alguns fertilizantes comumente usados são o carbonato de cálcio (fonte de íon cálcio), o carbonato e o cloreto de magnésio (fontes de íon magnésio), o sulfato de magnésio (fonte de íon sulfato), o muriato de potássio (fonte de íon potássio) e o calcário dolomítico (fonte de magnésio e cálcio) (BOYD; THUNJAI, 2003; ROY et al., 2010).

Na tentativa de reduzir os custos com fertilizantes tem se realizado pesquisas em relação à incorporação dos minerais (íons) nas dietas, tendo como hipótese que, na falta de íons na interface branquias-água, poderia-se suprir essa necessidade através da suplementação dos íons no alimento a ser fornecido (ROY et al., 2010). Apesar disso há muita incerteza com este procedimento haja vista que os resultados obtidos até o momento não são conclusivos (CHENG et al., 2005; ROY et al., 2007b; SAOUD et al., 2003; ROY et al., 2010).

O biofoco é uma mistura heterogênea de aglomerados, composto por bactérias, fitoplâncton, protozoários, organismos filamentosos, algas, partículas orgânicas, coloides, polímeros orgânicos, células

mortas e outros componentes (SCHRYVER et al., 2008; AVNIMELECH, 2009; EMERENCIANO et al., 2013). A formação do biofloco acontece quando é adicionada uma fonte de carbono que tem como principal função aumentar a razão entre o nitrogênio e carbono na água, essencial para estimular o crescimento das bactérias heterotróficas responsáveis pelo processo de formação do biofloco (AZIM; LITTLE, 2008; SCHRYVER et al., 2008; AVNIMELECH, 2009; EMERENCIANO et al., 2013). É importante garantir que haja suficiente oxigênio dissolvido no sistema, visto que essas bactérias são aeróbicas, o que significa que o sistema deve estar constantemente com aeração, de modo que os organismos cultivados não tenham problemas de oxigênio e que os bioflocos formados estejam sempre em suspensão (AVNIMELECH, 2009; HARGREAVES, 2013). Uma das grandes vantagens dos bioflocos é que a adição de carbono orgânico no sistema converte os compostos nitrogenados inorgânicos tóxicos (amônia, nitrito e nitrato) em biomassa microbiana, a qual acaba enriquecendo as possibilidades alimentares dos animais em cultivo (AVNIMELECH, 2009; EMERENCIANO et al., 2013; HARGREAVES, 2013).

Poucos estudos têm sido feitos visando aplicar a tecnologia do biofloco no cultivo de *L. vannamei* em águas interiores. Maicá et al. (2012) concluíram que é possível fazer o cultivo desta espécie no sistema de biofloco com água marinha reconstituída com salinidade de 4 g/L. Decamp et al. (2003) verificou o efeito de diferentes níveis de salinidade sobre a comunidade natural e produtividade de *L. vannamei* usando um sistema experimental com troca zero de água, no qual foi observada menor sobrevivência e alta taxa de conversão alimentar em salinidade baixa. Esparza-Leal et al. (2009) estudaram o efeito da baixa salinidade com diferentes composições iônicas sobre a sobrevivência e o crescimento do camarão branco do Pacífico em sistema intensivo sem biofloco, não obtendo diferenças significativas no desempenho zootécnico do camarão. Ferreira (2009) concluiu que é possível produzir o camarão branco do Pacífico em sistema intensivo e meio heterotrófico (sem troca de água) em baixa salinidade (0,5 g/L), quando avaliou o efeito de diferentes densidades de animais neste sistema de cultivo.

O biofloco é essencial no sistema de cultivo intensivo e superintensivo de camarão, visto que melhora a qualidade de água através da diminuição da concentração dos compostos inorgânicos nitrogenados tóxicos, aumentando assim a disponibilidade de alimento natural para o animal cultivado, além de servir de biocontrolador, isto é, o biofloco, pela sua peculiar flora heterotrófica, pode ajudar no controle de patógenos bacterianos (AVNIMELECH, 2009).

Segundo Schryver et al. (2008) o bioflocos também possui alguns íons na sua constituição. Avnimelech (2009) determina que quando ausentes, a adição de alguns destes íons contribui para a estabilização do bioflocos. Lodão (2009) relata que os microrganismos associados aos substratos orgânicos, como é o caso das bactérias heterotróficas, são influenciados pela disponibilidade de íons. Luo et al. (2013) e Eldyasti et al. (2013) referem que os cátions divalentes, como o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , facilitam a formação do bioflocos. Isso significa que o processo de correção iônica das águas interiores para o cultivo de *L. vannamei* com bioflocos seria mais complexo, visto que o bioflocos também precisaria de íons para manter a sua estabilidade. O uso deste sistema em águas interiores seria de interesse para certo tipo de produtores. Contudo, a escassez do conhecimento sobre a dinâmica e implicações dos íons na produção de camarão em sistemas de bioflocos em baixa salinidade pode comprometer a sua aplicação.

Os resultados obtidos nesse estudo estão apresentados no artigo intitulado “ **Desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei* em sistema superintensivo com bioflocos em águas de baixa salinidade com diferentes concentrações de íons**”, submetido à Revista Aquacultural International.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Geral**

Contribuir para o desenvolvimento da tecnologia de cultivo superintensivo em bioflocos do camarão branco do Pacífico em baixa salinidade

### **2.2. Específico**

Avaliar o efeito de diferentes concentrações de potássio, cálcio e magnésio na água sobre o desempenho zootécnico de juvenis de *L. vannamei* cultivados em baixa salinidade

### 3. Artigo Científico

#### **Desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei* em sistema superintensivo com bioflocos em águas de baixa salinidade com diferentes concentrações de íons**

Simão Zacarias<sup>a</sup>. Rodrigo Sscheiver<sup>b</sup>. Rafael Arantes<sup>a</sup>. Helena Galasso<sup>a</sup>.  
Isabela Pinheiro<sup>a</sup>. Carlos E. Santo<sup>a</sup>. Luis Vinatea<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Aquicultura, Laboratório de Camarões Marinhos, Florianópolis, SC, CEP 88062-601, Brasil

<sup>b</sup>Universidade Estadual de São Paulo

\*autor correspondente: Tel.: +55 48 37216419

E-mail: [luis.vinatea@ufsc.br](mailto:luis.vinatea@ufsc.br) (L. Vinatea)

#### **Resumo**

A influência de íons no cultivo de camarão com bioflocos é essencial para aplicação dessa tecnologia em águas interiores. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  em água de baixa salinidade sobre o desempenho zootécnico de juvenis de *Litopenaeus vannamei*. Foram usadas 12 unidades experimentais com quatro tratamentos e três repetições. O tratamento controle esteve composto por água marinha reconstituída e os outros tratamentos por água salobra artificial com diferentes concentrações de íons. Tratamento A apresentava menores concentrações desses íons e relação K:Mg:Ca de 1:4:1; tratamento B tinha concentrações com 20 mg/L a mais que A e relação K:Mg:Ca de 1:3:1; tratamento C tinha 20 mg/L a mais que o B e relação K:Mg:Ca de 1:2:1. Pós-larvas de camarão foram aclimatadas à salinidade de 4 g/L. Entre os tratamentos testados, não foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, NA-T,  $NH_3-N$ ,  $NO_2-N$ ,  $NO_3-N$ ,  $PO_4^{3-}P$ , SST, alcalinidade e pH ( $P>0,05$ ). O potássio e o cálcio aumentaram; já os íons de magnésio, sódio e cloreto diminuíram durante o período experimental. A sobrevivência, peso final, ganho de peso total, taxa de crescimento específico e biomassa final dos tratamentos A, B e C não foram significativamente diferentes ( $P>0,05$ ). Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que é viável cultivar *L. vannamei*

em águas interiores de baixa salinidade com diferentes concentrações iônicas.

Palavras chave: camarão branco do Pacífico, concentração iônica, juvenis, bioflocos.

## 1. Introdução

No ambiente natural, o camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) está adaptado a viver em meios que apresentam amplas variações de salinidade, de 0 a 60 g/L, característica que o converte numa espécie com elevado potencial de cultivo, seja em água marinha, estuarina, salobra e até doce (Mc Graw 2002; Davis et al. 2004; Roy e Davis 2010). Na China, Tailândia, Vietnã, Equador, México, Estados Unidos da América e Brasil, entre outros, o cultivo desta espécie em águas interiores com baixa salinidade já é uma prática relativamente comum (Boyd 2002; Boyd e Thunjai 2003; Roy e Davis 2010). As águas usadas para o cultivo em baixa salinidade provêm de diferentes fontes e geralmente apresentam deficiências iônica, principalmente daqueles íons considerados necessários para o cultivo da espécie (Saoud et al. 2003; Boyd 2006; Zhu et al. 2006; Roy et al. 2009), podendo ser necessário a correção iônica antes do cultivo (Roy et al. 2007b; Roy et al. 2009).

Os íons sulfato, magnésio, cálcio, potássio, sódio e cloreto são fundamentais para o camarão (Boyd e Thunjai 2002; Boyd 2006). De acordo com Mc Graw (2002) e Boyd (2006); cloreto, sódio, sulfato, cálcio, magnésio e potássio atuam na osmorregulação de *L. vannamei*. Os íons potássio e magnésio são essenciais para o sucesso do cultivo em baixas salinidades já que participam nos processos de crescimento, sobrevivência e osmorregulação (Mc Graw e Scarpa 2003; Roy et al. 2007ab). O potássio é essencial para ativação da enzima  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ , componente importante na regulação do volume extracelular (Roy et al. 2007a). Já o magnésio atua como cofator na enzima  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$  e no metabolismo de proteínas, lipídeos e carboidratos (Roy et al. 2007a). Além disso, sabe-se que durante o processo de muda os camarões absorvem grandes quantidades de magnésio e cálcio para mineralizar o seu exoesqueleto (Boyd e Tucker 1998).

O biofoco é uma mistura heterogênea de aglomerados, composta por bactérias, fitoplâncton, protozoários, organismos filamentosos,

algas, partículas orgânicas, colóides, polímeros orgânicos, células mortas e outros componentes (Schryver et al. 2008; Avnimelech 2009; Emerenciano et al. 2013). A formação do biofloco acontece quando é adicionada uma fonte de carbono que tem como principal função aumentar a razão entre o carbono e o nitroênio existente na água, essencial para estimular o crescimento das bactérias heterotróficas responsáveis pelo processo de formação do biofloco (Avnimelech 2009; Emerenciano et al. 2013; Hargreaves 2013). Poucos estudos têm sido realizados visando à aplicação da tecnologia de biofloco no cultivo de camarões em águas interiores. As vantagens desta tecnologia em águas de baixa salinidade seriam as mesmas que as obtidas em água marinha: melhoria na qualidade da água, aumento da disponibilidade de alimento natural, melhoria na conversão alimentar e biocontrole de patógenos (Avnimelech 2009). Além disso a aplicação desta tecnologia em cultivos com águas interiores poderia resultar, também, na diminuição do uso excessivo de água, salinização de solos, aquíferos e rios, além de prevenir a eutrofização dos corpos de água vizinhos (Boyd 2006).

A escassez de informações sobre as implicações dos íons na produção de camarão em sistemas de bioflocos pode comprometer a aplicação desta tecnologia em águas interiores. Segundo Schryver et al. (2008) o biofloco também possui alguns íons, porém de composição muito variável. Avnimelech (2009) refere que, na falta destes, a adição de alguns íons no sistema de cultivo com bioflocos contribui para a estabilização do mesmo. Lodão (2009) relata que os microrganismos associados aos substratos orgânicos, como é o caso das bactérias heterotróficas, são influenciados pela disponibilidade de nutrientes inorgânicos. Luo et al. (2012) e Eldyasti et al. (2013) referem que os cátions divalentes, como o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , facilitam a formação do biofloco. O objetivo do presente estudo foi avaliar efeito de diferentes concentrações de potássio, cálcio e magnésio na água sobre o desempenho zootécnico de juvenis de *L. vannamei* cultivados no sistema BFT em baixa salinidade.

## 2. Material e Métodos

O estudo foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), Universidade Federal de Santa Catarina- Florianópolis, Santa Catarina – Brasil, e teve duração de 32 dias.

No experimento foram utilizadas juvenis de *L. vannamei* com  $80 \pm 7$  mg de peso húmido, numa densidade de 220 camarões/m<sup>2</sup>, produzidas no Laboratório de Camarões Marinhos da UFSC, passando

antes por uma aclimação para a salinidade final de cultivo (4 g/L). Para esse processo, pós-larvas (PLs<sub>24-28</sub>) foram estocadas em dois tanques de fibra de vidro com volume útil de 800 L cada, mantendo-se a salinidade de origem nas primeiras 24 horas (32 g/L), para depois substituir 50% do volume com água doce de clorada por três dias seguidos até a salinidade de 4 g/L. Durante aclimação, as pós-larvas foram alimentadas com ração específica (EPAK PL<sup>®</sup> e EPAK XL<sup>®</sup>) nove vezes por dia. Os tanques foram mantidos numa temperatura de  $25,90 \pm 0,35^\circ\text{C}$ , oxigênio de  $7,53 \pm 0,39$  mg/L e pH de  $8,02 \pm 0,76$ . Depois de atingir a salinidade desejada, os camarões permaneceram nesses tanques por seis dias antes de serem estocados nas unidades experimentais.

Foram usadas 12 unidades experimentais com quatro tratamentos e três repetições, distribuídos aleatoriamente numa estufa experimental. O delineamento experimental foi unifatorial e inteiramente casualizado.

As unidades experimentais foram compostas por tanques circulares de fibra de vidro com capacidade para 1000 L, equipados individualmente na parte central e no fundo do tanque por um anel de Aerotube, que funcionava como sistema de aeração para fornecer oxigênio, promover a circulação da água no sistema e manter em suspensão os bioflocos, além de um aquecedor submersível controlado por termostato para manter a temperatura constante ( $\approx 29^\circ\text{C}$ ). Os tanques foram abastecidos com um total de 800 L de água. Os tanques controle tinham água marinha reconstituída e os outros tratamentos água salobra artificial, ambas com salinidade de 4 g/L. A água marinha reconstituída foi preparada misturando água doce de clorada e água de mar, enquanto que a água salobra artificial foi preparada misturando água doce de clorada e diferentes níveis de sais para alcançar as concentrações desejadas. Os tanques com água salobra artificial tiveram três tratamentos divididos em três concentrações de potássio, magnésio, e cálcio (Tabela 1). Tratamento A apresentava menores concentrações desses íons (que são similares ao controle) e relação K:Mg:Ca de 1:4:1 que é também similar à água do controle e água marinha; tratamento B tinha concentrações com 20 mg/L a mais que tratamento A e relação K:Mg:Ca de 1:3:1; Por último o tratamento C tinha 20 mg/L a mais que o tratamento B e relação K:Mg:Ca de 1:2:1. Água salobra artificial foi preparada adicionando cloreto de potássio - KCl P.A (fonte de potássio), carbonato de cálcio -  $\text{CaCO}_3$  (fonte de cálcio) e cloreto de magnésio heptahidratado  $\text{MgCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  P.A (fonte de magnésio) na água doce de clorada e misturada por cerca de 12 h, para depois se adicionar o cloreto de sódio para subir a salinidade até 4 g/L nos diferentes

tratamentos. Esta salinidade foi adoptada para o estudo porque Maicá et al. (2012) obteram produtividade satisfatória do camarão branco do Pacífico em sistema de biofloco com água marinha reconstituída de salinidade de 4 g/L.

Tabela 1 Concentrações desejadas de íons a serem testados em cada tratamento de cultivo BFT de *L. vannamei* em baixa salinidade.

Íons	Tratamentos			
	A	B	C	Controle
Potássio (mg/L)	40	60	80	42,8
Magnésio (mg/L)	150	170	190	156,4
Cálcio (mg/L)	45	65	85	46,4

Antes da estocagem das unidades experimentais, foram feitas análises de cloreto, sódio, potássio, magnésio e cálcio (Tabela 2) para confirmar as concentrações pré-estabelecidas. A temperatura e o oxigénio foram medidos diariamente as 8 e 17 h utilizando oxímeter digital (YSI Pro20); o pH foi medido as 17 h com pH-metro portátil (YSI 100) e a salinidade determinada duas vezes por semana com um salinómetro digital (YSI 3200). Foram colectadas amostras de água (100 ml) de cada unidade experimental duas vezes por semana para determinar a alcalinidade (APHA, 2005), os sólidos suspensos totais (APHA, 2005), a amónia total (Koroleff 1969, *apud* Grasshoff et al. 1983), o nitrito (Bendschneider e Robinson 1952, *apud* Baumgarten et al. 1996), o nitrato (HACH método 8039, redução de cádmio) e o fosfato (Aminot e Chaussepied 1983, *apud* Baumgarten et al. 1996).

Tabela 2 Concentrações dos íons presentes em cada tratamento de cultivo BFT de *L. vannamei* em baixa salinidade antes do início do experimento (média±desvio padrão).

Íons	Tratamentos			
	A	B	C	Controle
K <sup>+</sup> (mg/L)	30,9 ± 8,5	44,7 ± 11,0	56,7 ± 9,1	45 ± 15,0
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	167 ± 3,9	208,1 ± 11,7	213,9 ± 14,1	205,7 ± 29,6
Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	35,2 ± 4,5	39,2 ± 9,2	37,9 ± 8,8	43,2 ± 2,9
Na <sup>+</sup> (mg/L)	1660,9 ± 22,7	1647,9 ± 68,0	1674 ± 22,7	1634,8 ± 59,9
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	3005,7 ± 41,0	2989 ± 123,0	3029,3 ± 41,0	2958,3 ± 108,5

Já os íons potássio (Fries e Getrost, 1977), magnésio (APHA, 2005), cálcio (APHA, 2005), sódio e cloreto (APHA, 2005) foram determinados através do Polikit de Balanço Iônico duas vezes por semana (Alfakit<sup>®</sup>). As análises dos íons foram feitas para controlar as suas concentrações e corrigi-las caso fosse necessário. Semanalmente foi realizada uma biometria e, no final do experimento, determinados a sobrevivência [ $100 \times (\text{número final de camarões}/\text{número inicial de camarões})$ ], peso final, ganho total de peso (peso final – peso inicial), biomassa final (número final de camarões x peso final) taxa de crescimento específico [ $100 \times (\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial})/\text{tempo em dias}$ ], e taxa de conversão alimentar [Alimento consumido (peso seco)/ganho total de peso].

Os parâmetros de qualidade da água e desempenho zootécnico de *L. vanamei* foram analisados com o auxílio do programa Statistic (Versão 5.1). Uma ANOVA unifatorial foi aplicada para verificar a existência de diferenças entre os tratamentos e, caso necessário, usado o teste de Tukey para comparar as médias ( $P < 0,05$ ). Antes de se aplicar a ANOVA, foi testada a normalidade e homogeneidade dos dados. Na ausência destas características foi aplicado o teste de Kruska-Walls. Uma análise de regressão linear foi aplicada para constatar a dependência existente entre os íons testados e a adição de melão.

### 3. Resultados

Os resultados do controle para qualidade de água e desempenho zootécnico do camarão branco do Pacífico não foram apresentados e discutidos porque a sobrevivência foi menor em relação a outros tratamentos e não foi encontrado alguma explicação para isso, tendo em consideração o objetivo do estudo.

Os dados de qualidade da água para cada tratamento são apresentados na Tabela 3. Não foi encontrada diferença significativa para oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade, pH, alcalinidade, sólidos suspensos totais, amônia total, amônia não ionizada, nitrito, nitrato e fosfato entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ).

Tabela 3 Variáveis de qualidade da água (média  $\pm$  desvio padrão) presentes em cada tratamento de cultivo BFT de *L. vannamei* em baixa salinidade

Parâmetros	Tratamentos		
	A	B	C
Oxigênio manhã (mg/L)	7,32 $\pm$ 0,18	7,34 $\pm$ 0,14	7,39 $\pm$ 0,18
Oxigênio tarde (mg/L)	7,05 $\pm$ 0,40	7,05 $\pm$ 0,42	7,14 $\pm$ 0,37
Temperatura manhã (°C)	28,77 $\pm$ 0,47	28,85 $\pm$ 0,30	29 $\pm$ 0,31
Temperatura Tarde (°C)	30,23 $\pm$ 0,63	30,09 $\pm$ 0,79	29,92 $\pm$ 0,79
TA-N (mg/L)	1,27 $\pm$ 2,91	1,29 $\pm$ 2,32	1,36 $\pm$ 3,04
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	0,25 $\pm$ 0,67	0,22 $\pm$ 0,65	0,32 $\pm$ 0,82
NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	0,01 $\pm$ 0,00	0,01 $\pm$ 0,005	0,01 $\pm$ 0,005
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	5,17 $\pm$ 2,57	5,05 $\pm$ 2,56	4,98 $\pm$ 2,03
PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	0,53 $\pm$ 0,61	0,54 $\pm$ 0,58	0,49 $\pm$ 0,53
SST (mg/L)	246,11 $\pm$ 147,83	312,16 $\pm$ 177,56	330,01 $\pm$ 159,51
pH	8,44 $\pm$ 0,23	8,45 $\pm$ 0,14	8,41 $\pm$ 0,24
Salinidade (g/L)	4,25 $\pm$ 0,15	4,26 $\pm$ 0,16	4,18 $\pm$ 0,13
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	153,98 $\pm$ 98	161,19 $\pm$ 55,48	162,56 $\pm$ 47,14

Médias na mesma linha seguidas sem letras indicam a não diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

As concentrações de potássio e cálcio foram aumentando ao longo do cultivo em todos os tratamentos, enquanto que os íons de magnésio, cloreto e sódio diminuíram ao longo do cultivo (Tabela 4). Íons de potássio e cálcio estiveram influenciados pela adição do melaço na água, em que os coeficiente de regressão para potássio e cálcio foram de 76% e 56%.

Tabela 4 Variação das concentrações dos íons ao longo do cultivo em cada tratamento de cultivo BFT de *L. vannamei* em baixa salinidade.

Íons	Tratamentos		
	A	B	C
Potássio (mg/L)	30,02 - 90,35 (Mínimo - Máximo)	38,51 - 111,91 (Mínimo - Máximo)	52,76 - 109,72 (Mínimo - Máximo)
Cálcio (mg/L)	35,20 - 98,67 (Mínimo - Máximo)	39,20 - 112,27 (Mínimo - Máximo)	37,87 - 101,87 (Mínimo - Máximo)
Magnésio (mg/L)	174,53 - 126,52 (Máximo - Mínimo)	208,10 - 142,25 (Máximo - Mínimo)	213,78 - 160,25 (Máximo - Mínimo)
Cloreto (mg/L)	3005,67 - 2082,67 (Máximo - Mínimo)	3029,33 - 1893,33 (Máximo - Mínimo)	3029,33 - 2224,67 (Máximo - Mínimo)
Sódio (mg/L)	1660,93 - 1150,88 (Máximo - Mínimo)	1674,01 - 1046,26 (Máximo - Mínimo)	1674,01 - 1229,35 (Máximo - Mínimo)

Os resultados do desempenho zootécnico dos camarões podem ser verificados na Tabela 5. Não foi verificado diferença significativa entre os tratamentos A, B e C na sobrevivência, ganho total de peso, peso final, taxa de crescimento específico e biomassa final ( $P > 0,05$ ).

Tabela 5 Desempenho zootécnico de *L. vannamei* (média  $\pm$  desvio padrão) em cada tratamento de cultivo BFT de *L. vannamei* em baixa salinidade.

Parâmetros	Tratamentos		
	A	B	C
Peso inicial (mg)	80 $\pm$ 7	80 $\pm$ 7	80 $\pm$ 7
Sobrevivência (%)	87,5 $\pm$ 10,69	81,21 $\pm$ 0,68	89,77 $\pm$ 6,20
Ganho total de peso (mg)	730 $\pm$ 350	590 $\pm$ 30	620 $\pm$ 170
Peso final (mg)	780 $\pm$ 100	670 $\pm$ 170	720 $\pm$ 40
TCE (%)	7,01 $\pm$ 0,67	6,38 $\pm$ 0,12	6,57 $\pm$ 0,85
Biomassa final (mg)	150640 $\pm$ 14500	121680 $\pm$ 7400	141510 $\pm$ 38640

Médias na mesma linha seguidas sem letras indicam a não diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

#### 4. Discussão

Não foi conseguido manter a condição experimental como planejado no início e durante o experimento, mas ainda assim, há aparentemente diferenças entre tratamentos.

Os valores de temperatura (manhã e tarde), oxigênio dissolvido (manhã e tarde) e pH encontram-se nas faixas recomendadas para a

espécie (Van Wyk e Scarpa 1999; Whetstone et al. 2002). A amônia não ionizada de todos tratamentos estiveram abaixo do LC<sub>50</sub> reportado por Lin e Chen (2001) em baixa salinidade. As concentrações de nitrito, nitrato e alcalinidade estiveram dentro da faixa ideal para o cultivo de *L. vannamei* (Van Wyk e Scarpa 1999).

Os íons de cálcio e potássio foram aumentando ao longo do cultivo, o que não era esperado. Esse aumento parece ter sido devido ao melaço, visto que apresenta esses íons na sua composição, em que o cálcio aparece com 7% e potássio 4%. O consumo desses íons pelo camarão e o bioflocos não foi suficiente para impedir o seu aumento. As concentrações de cloreto, sódio e magnésio diminuíram durante o experimento porque foram consumidos. Não houve algum tipo de reposição como planejado no experimento, pela dificuldade de controlar o aumento de outros íons. E as quantidades de sódio e magnésio são insignificantes na composição do melaço.

De acordo com Boyd e Thunjai (2002), os produtores de camarão branco do Pacífico devem monitorar as concentrações dos íons ao longo do cultivo de modo a ajusta-las, visto que geralmente as concentrações tendem a diminuir. Mc Nevin et al (2004) observaram que depois de adicionair sais no sistema de cultivo, os íons de potássio e magnésio permaneceram quase constantes durante o cultivo. Nesse estudo demonstra-se que o cultivo de camarão branco de Pacífico usando o sistema intensivo com bioflocos e usando melaço de cana como fonte de carbono poderá não ser necessário adicionar mais íons cálcio e potássio ao longo do cultivo, mas sim os íons de magnésio, sódio e cloreto.

Os resultados de desempenho zootécnico da presente pesquisa parecem confirmar que é possível cultivar juvenis de *L. vannamei* em sistema intensivo com bioflocos e com água de baixa salinidade com diferentes concentrações de íons. As sobrevivências registrada nos tratamentos A, B e C demonstram que o aumento das concentrações iônicas no sistema de cultivo intensivo com bioflocos podem não ser determinante nesse parâmetro zootécnico. E por outro lado esses resultados não corroboram com Davis et al. (2002) que obtiveram sobrevivências diferentes usando fontes de água com diversas concentrações de íons. Roy et al. (2007a) também notaram um efeito significativo de diferentes concentrações de potássio na água sobre a sobrevivência do camarão branco do Pacífico. Essa diferença pode ter sido por causa dos sistemas de cultivo usados, visto que no nosso estudo foi verificado uma influência do melaço nos fatores testados, o que não foi verificado nos outros estudos.

O peso final, ganho total de peso, taxa de crescimento específico e biomassa final foram similares nos tratamentos A, B e C, embora as concentrações e as relações dos íons de potássio, cálcio e magnésio fossem diferentes desde o início até o final do cultivo. Esse efeito similar entre os tratamentos corrobora com os resultados obtidos por Esparza-Leal et al. (2009), em que durante um cultivo de *L. vannamei* em sistema intensivo sem bioflocos não encontraram diferenças significativas nestes parâmetros ao testarem 4 fontes de água com diferente composição iônica e com salinidades entre 0,5 – 0,8 g/L. Contrariamente ao nosso estudo Roy et al. (2007a) notaram um efeito significativo de diferentes concentrações de potássio na água sobre o ganho de peso e peso final de *L. vannamei*, mas não em outro experimento com concentrações diferentes de magnésio.

De acordo com Boyd e Thunjai (2003), e Zhu et al. (2004) as relações dos íons na água devem estar próximos as encontradas na água marinha para garantir a boa sobrevivência e o crescimento dos camarões. Nesse estudo pode se observar que as relações K:Mg:Ca, adotadas nos tratamentos A, B e C estão próximas as encontradas das águas marinhas, conseqüentemente isso pode ter contribuído ao mesmo efeito dos tratamentos no desempenho zootécnico de *L. vannamei*.

## 5. Conclusão

É possível cultivar juvenis de *L. vannamei* em sistema BFT usando água de baixa salinidade (4 g/L) com diferentes concentrações de íons de cálcio, magnésio e potássio. O desempenho zootécnico dos animais foi o mesmo em concentrações maiores de íons. As concentrações mais baixas foram suficientes para atender a demanda dos microorganismos associados aos bioflocos e a dos camarões.

## 6. Considerações Finais

- Seja realizado um experimento em condições similares mas usando outra fonte de carbono que não apresente os íons testado.

- O controle desse estudo teve a menor sobrevivência em relação aos tratamentos testados e não foi encontrado alguma explicação para isso. É necessário procurar entender o que teria influenciado a baixa sobrevivência, visto que isso não era esperado.

- Pesquisar mais sobre efeito dos íons e suas relações no desempenho zootécnico do camarão branco do Pacífico em sistema de cultivo com bioflocos

## 7. Referências Bibliográficas

APHA (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington, DC

Avnimelech Y (2009) Biofloc Technology: A Practical Guide Book. World Aquaculture Society, USA

Azim ME, Little DC (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

Baumgarten MGZ, Rocha JMB, Niencheski LFH (1996) Manual de análises de oceanografia química. Editora da FURG, Rio Grande.

Boyd CE, Tucker CS (1998) Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic, London

Boyd CA (2006) Investigation of water supply and water quality issues related to inland shrimp farming in Western Alabama. Dissertation Auburn University

Boyd CE (2002) Dissolved Salts in Water for Inland , Low-Salinity Shrimp Culture. Special Research Article 40–45

Boyd CE, Thunjai T (2003) Concentrations of Major Ions in Waters of Inland Shrimp Farms in China , Ecuador , Thailand , and the United States. J of the W Aquac Soc 34

Cheng K, Hu C, Liu Y, et al. (2005) Dietary magnesium requirement and physiological responses of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. Aquac Nut 11:383-395

Davis AD; Samocha TM, Boyd C E (2004) Acclimating Pacific White Shrimp , *Litopenaeus vannamei* , to Inland , Low-Salinity Waters. South Reg Aquac Ce, 2601

Davis, D. A., Saoud, I. P., McGraw, W. J., Rouse, D. B., 2002. Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). Avances en Nutrición

Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México

Eldyasti A, Nakhla G, Zhu J (2013) Impact of calcium on biofilm morphology, structure, detachment and performance in denitrifying fluidized bed bioreactors (DFBBRs). *Chem Eng J* 232:183–195

Esparza-Leal HM, Ponce-Palafox JT, Aragón-Noriega EA, et al. (2009) Growth and performance of the whiteleg shrimp *Penaeus vannamei* (Boone) cultured in low-salinity water with different stocking densities and acclimation times. *Aquac Res* 41:878–883

Grasshoff KM, Ehrhardt K, Kremling K (1983) *Methods of seawater analysis*. 2<sup>nd</sup>, revised and extended edition. Deerfield Beach, Florida.

Hargreaves JA (2013) *Biofloc Production Systems for Aquaculture*. S. Reg Aquac C, 4503:1–12

Lin Y-C, Chen J-C (2001) Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *J Exp Mar Bio Ecol* 259:109–119

Lodão LM (2009) *Fatores reguladores do bacterioplâncton: Implicações nas estruturas e nas interações tróficas plantônicas*. Dissertação. Universidade Federal de Juiz de Fora

Luo G, Liang W, Tan H, et al. (2013) Effects of calcium and magnesium addition on the start-up of sequencing batch reactor using biofloc technology treating solid aquaculture waste. *Aquac Eng* 57:32–37

Maicá PF, de Borba MR, Wasielesky Jr W (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. *Aquac Res* 43:361–370

Maurício Emerenciano, Gabriela Gaxiola and Gerard Cuzon (2013). *Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry*, Biomass Now - Cultivation and Utilization. Dr. Miodrag Darko Matovic (Ed.), ISBN: 978-953-51-1106-1

Mcgraw WJ (2002) Acclimation of *Litopenaeus vannamei* Postlarvae to Low Salinity: Influence of Age , Salinity Endpoint , and Rate of Salinity Reduction. J of the W Aquac Soc, 33:78–84

Mcgraw WJ, Ph D (2002) Determining Ionic Composition For *Litopenaeus vannamei* Culture In Freshwater. G Aquac Adv

McGraw WJ, Scarpa J (2004) Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. Aquaculture 236:285–296

Mcnevin A et al (2004) Ionic Supplementation of Pond Waters for Inland Culture of Marine Shrimp. J of the W Aquac, 35:460–467

Roy LA et al (2009) Supplementation of Chelated Magnesium to Diets of the Pacific White Shrimp , *Litopenaeus vannamei* , Reared in Low-salinity Waters of West Alabama. J of the W Aquac Soc 40:248–254

Roy L a., Davis DA, Saoud IP, et al. (2010) Shrimp culture in inland low salinity waters. Rev Aquac 2:191–208

Roy L a., Davis DA, Saoud IP, Henry RP (2007a) Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. Aquaculture 262:461–469

Roy LA, Davis DA, Saoud IP, Henry RP (2007b) Supplementation of potassium , magnesium and sodium chloride in practical diets for the Pacific white shrimp , *Litopenaeus vannamei* , reared in low salinity waters. Aquac Nut 104–113

Saoud IP, Davis DA, Rouse DB (2003) Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. Aquaculture.217:373–383

De Schryver P, Crab R, Defoirdt T, et al. (2008) The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquaculture 277:125–137

Van Wyk P, Scarpa J 1999 Water Quality Requirements and Management. In: Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K.L., Scarpa, J. (Eds.), Farming Marine Shrimp in Recirculating

Freshwater Systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, Florida

Whetstone JM, Treece GD, Browdy CL, Stokes AD (2002) Opportunities and Constraints in Marine Shrimp Farming. *S Reg Aquac C*, 2600

Zhu C, Dong S, Wang F, Huang G (2004) Effects of Na/K ratio in seawater on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 234:485–496

Zhu C, Dong S, Wang F, Zhang H (2006) Effects of seawater potassium concentration on the dietary potassium requirement of *Litopenaeus vannamei*. *aquaculture*. 258:543–550

## 8. Referências Bibliográficas da Introdução Geral

AVNIMELECH, YORAM. Biofloc Technology: A Practical Guide Book. **World Aquaculture Society**. Baton Rouge, Louisiana, United States, 2009. 182pp.

AZIM, M. E.; LITTLE, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 283, n. 1-4, p. 29–35, out. 2008.

BOYD, CE and TUCKER, C.S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. United State, 1998. 111pp.

BOYD, CHRISTOPHER ANDREW. **Investigation of water supply and water quality issues related to inland shrimp farming in Western Alabama**. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Graduate faculty of Auburn University, Auburn – Alabama, 2006.

BOYD, C. E; THUNJAI, T. Concentrations of Major Ions in Waters of Inland Shrimp Farms in China , Ecuador , Thailand , and the United States. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34, n. 4, 2003.

CHENG, K. M. et al. Dietary magnesium requirement and physiological responses of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. **Aquaculture Nutrition**, n.11, p. 385-393, 2005.

DAVIS, D. A., SAOUD, I. P., MCGRAW, W. J., ROUSE, D. B. Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). **Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola**. 3 al 6 de Septiembre del 2002.

DAVIZ, A.D; SAMOCHA, T. M; BOYD, C. E. Acclimating Pacific White Shrimp , *Litopenaeus vannamei* , to Inland , Low-Salinity Waters. **Southern Regional Aquaculture Center**, n. 2601, 2004.

DE SCHRUYVER, P. et al. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, n. 3-4, p. 125–137, jun. 2008.

DECAMP, O. et al. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* ( Boone ), within experimental zero-water exchange culture systems. **Aquaculture Research**, n. 34, p. 345-355, 2003.

ELDYASTI, A.; NAKHLA, G.; ZHU, J. Impact of calcium on biofilm morphology, structure, detachment and performance in denitrifying fluidized bed bioreactors (DFBBRs). **Chemical Engineering Journal**, v. 232, p. 183–195, out. 2013.

EMERENCIANO, M; GAXIOLA, G; CUZON, G. Biofloc Technology (BFT): **A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry, Biomass Now - Cultivation and Utilization**. In: Dr. Miodrag Darko Matovic (Ed.), ISBN: 978-953-51-1106-1, InTech, DOI: 10.5772/53902. Available from: <http://www.intechopen.com/books/biomass-now-cultivation-and-utilization/biofloc-technology-bft-a-review-for-aquaculture-application-and-animal-food-industry>, 2013 p. 302-328.

ESPARZA-LEAL, H. M. et al. Growth and performance of the whiteleg shrimp *Penaeus vannamei* (Boone) cultured in low-salinity water with different stocking densities and acclimation times. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 6, p. 878–883, 30 jul. 2009.

FERREIRA, DIJACI. ARAÚJO. **Produção de juvenis do camarão *L. vannamei* com diferentes densidades de estocagem em baixa salinidade e meio heterotrófico**. Dissertação – UFRP, 2009.

GONG, H. et al. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultured in the Arizona desert. **Aquaculture Nutrition**, n.10, p 227-336, 2004.

HARGREAVES, J. A. Biofloc Production Systems for Aquaculture. **Southern Regional Aquaculture Center**, n. 4503, p. 1–12, April. 2013.

LODÃO, L. MEIRELLES. **Fatores reguladores do bacterioplâncton: Implicações nas estruturas e nas interações tróficas plantônicas**. Dissertação– UFJF., 2009.

LUO, G. et al. Effects of calcium and magnesium addition on the start-up of sequencing batch reactor using biofloc technology treating solid

aquaculture waste. **Aquacultural Engineering**, v. 57, p. 32–37, nov. 2013.

MAICÁ, P. F.; DE BORBA, M. R.; WASIELESKY JR, W. 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**, v. 43, n. 3, p. 361–370, 29 fev. 2012.

MCGRAW, W. et al Acclimation of *Litopenaeus vannamei* Postlarvae to Low Salinity: Influence of Age, Salinity Endpoint, and Rate of Salinity Reduction. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, n. 1, p. 78–84, 2002.

MCGRAW, W. J. Determining Ion Concentration For *Litopenaeus vannamei* Culture In Freshwater. **Global Aquaculture Advocate**, n. June, 2002.

MCGRAW, W. J.; SCARPA, J. Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. **Aquaculture**, v. 236, n. 1-4, p. 285–296, jun. 2004

ROY, L.A. et al. Supplementation of Chelated Magnesium to Diets of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Reared in Low-salinity Waters of West Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 40, n. 2, p. 248–254, 2009.

ROY, L. A. et al. Supplementation of potassium, magnesium and sodium chloride in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. **Aquaculture Nutrition**, n.13, p. 104–113, 2007.

ROY, L. A. et al. Shrimp culture in inland low salinity waters. **Reviews in Aquaculture**, v. 2, n. 4, p. 191–208, 29 dez. 2010.

ROY, L. A. et al. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. **Aquaculture**, v. 262, n. 2-4, p. 461–469, fev. 2007.

SAOUD, I. P.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. **Aquaculture**, v. 217, p. 373–383, 2003.

SCHVEITZER, R. et al. Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. **Aquacultural Engineering**, v. 56, p. 59–70, set. 2013.

WHETSTONE, J. M. et al. Opportunities and Constraints in Marine Shrimp Farming. **Southern Regional Aquaculture Center**, n. 2600, July 2002.

ZHU, C. et al. Effects of seawater potassium concentration on the dietary potassium requirement of *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 258, p. 543–550, 2006.