



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

Weverson Ailton da Silva

Produção do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos com diferentes estratégias  
de manejo alimentar.

FLORIANÓPOLIS - SC

2021

Weverson Ailton da Silva

Produção do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos com diferentes estratégias  
de manejo alimentar

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação  
em Aquicultura da Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do título de Mestre em  
Aquicultura.

Orientador: Dr. Felipe Nascimento Vieira

FLORIANÓPOLIS - SC

2021

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

Silva, Weverson Ailton da  
Produção do camarão-branco-do-pacífico em sistema de  
bioflocos com diferentes estratégias de manejo alimentar /  
Weverson Ailton da Silva ; orientador, Felipe Nascimento  
Vieira, 2021.  
26 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós  
Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Litopenaeus vannamei. 3. Ração. 4.  
Tabelas de alimentação. I. Vieira, Felipe Nascimento . II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós  
Graduação em Aquicultura. III. Título.

Weverson Ailton da Silva

**Produção do camarão-branco-do-pacífico em sistema de bioflocos com diferentes estratégias de manejo alimentar**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Felipe do Nascimento Vieira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Frank Beletinni, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup> Juliana Ferreira dos Santos, Dr.<sup>a</sup>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Aquicultura.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Dr. Felipe Nascimento Vieira  
Orientador

Florianópolis, 2021

*Um brinde a todas as noites mal dormidas e todas as madrugadas que testemunharam nossos esforços e sacrifícios para realizar os sonhos que talvez só o nosso coração conheça. Um brinde a tudo que aprendemos, conquistamos, e aos momentos felizes que vivemos até aqui. Um brinde a todos que estiverem presentes e aos ausentes também, de um jeito ou de outro, todos nos ensinaram lições que jamais iremos esquecer. Um brinde aos tombos que nos ensinaram a ser mais fortes. Um brinde a todos os momentos que escolhemos a liberdade ao invés da perfeição. Um brinde a nossa capacidade de deixar ir o que nunca foi verdadeiramente nosso. Um brinde ao capítulo que se encerra a as infinitas possibilidades que nos esperam.*

*- Wandy Luz*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, por ter sido minha força, meu incentivo, por ter sido luz nas noites mais escuras, pois na minha mania de não enxergar minha capacidade e desacreditar de onde podia chegar, ele me surpreendia da forma mais bonita.

Aos meus pais Ana Paula e Ailton João, pelo apoio e pelo amor demonstrado em diversas formas. Por serem exemplo de honestidade e por nunca terem deixado que eu desacreditasse do meu sonho.

Aos meus tios e tias em especial Adriano João e Socorro Caetano por sempre se mostrarem presentes e auxiliarem em todo o percurso

Ao meu orientador Felipe Vieira, por ser exemplo de honestidade e dedicação.

A minhas amigas de manejo, Ana Paula, Julianna Paula e Ramires Eloise, agradeço por todo o suporte dado na execução do experimento, abraçaram a causa e me ajudaram bastante.

A família LCM, por ser essa equipe maravilhosa, por sempre trabalharem de forma harmoniosa, sempre auxiliando um ao outro, e por compartilhar diversos momentos maravilhosos que ajudaram a tornar os dias mais alegres, agradeço principalmente ao Iلسinho, Davi, Déia, Dimas, Diego, Motorzinho, Carlos e Claudinha, eles possuem uma energia maravilhosa, além de sempre se mostrarem presentes em todo o período que passei no LCM.

Aos meus amigos de turma, Ana Carolina, Tatiane Baran, Jhonatan Pinto, Kelvin Edilson e Thaís Brito, Vitor Fernandes pela amizade, companheirismo e por todo o incentivo durante o mestrado.

Aos meus amigos de Vida, Carlos Yure, Pedro Henrique, Emerson Oliveira, Alisson Arlindo, Natalia Maria, Daniel Victor, Marisa Pereira, Thaysa Estevas e Emanuela Araújo e Urcijane Jamille, agradeço por me apoiarem sempre.

A turma do complexo 71, Julianna Paula, Ana Paula, Thayna Lye, Vanessa Rocha, Thiago Pasa, Jhonatan Pinto, João Lucas, Carlos Yure e Raphaella Holovater por ter sido a família aqui em Florianópolis, compartilhando vários momentos de alegria, aventuras, e por terem sido apoio no terrível momento de pandemia que vivenciamos.

A PPGQI e em especial ao Carlito por todo apoio.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma maneira para que este trabalho fosse realizado, muito obrigado!

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil - (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

Os efeitos da alimentação na qualidade da água e no crescimento do camarão são fatores importantes a serem considerados, mais ainda quando se lida com sistemas superintensivos e dominados por bioflocos. Com isso, se torna necessário uma maior atenção nos ajustes das taxas de alimentação para a produção de camarão nesse sistema. O objetivo deste estudo foi definir o melhor modelo para o ajuste nas quantidades de ração a serem fornecidas na criação do camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos. O experimento, com duração de 60 dias, foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos. Os camarões foram povoados com peso inicial de  $4,21 \pm 0,09$  g na densidade de 250 camarões  $m^{-3}$ , e alimentados seguindo duas metodologias. A primeira seguiu a tabela de Van-Wyk, considerando as taxas mínimas e máximas de ração para as médias de peso dos camarões. A segunda foi de acordo com dois valores estimados do cálculo de conversão alimentar, baseado na metodologia determinada por Yta. Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), composto por 4 tratamentos com 4 repetições: MAX – Taxa máxima de arraçoamento de acordo com a tabela de Van-Wyk, MIN- Taxa mínima de arraçoamento de acordo com a tabela de Van-Wyk, C.A 1.1 – Taxa de arraçoamento com cálculo de conversão alimentar estimada em 1,1, e C.A 1.5 - Taxa de arraçoamento com cálculo de conversão alimentar estimada em 1,5. Foram avaliados o desempenho zootécnico, os parâmetros físico-químicos da água e a produção de sólidos do sistema. Ao final do experimento, ficou determinado que o tratamento MIN, que utilizava a taxa mínima de arraçoamento de acordo com a tabela de Van-Wyk se apresentou como o modelo mais adequado para o arraçoamento do camarão-branco-do-pacífico, onde apresentou menor valor de conversão alimentar, uma maior sobrevivência, e uma menor oferta de ração e geração de efluentes comparados ao tratamento com a utilização de valores máximos.

**Palavras-chave:** Aquicultura, *Litopenaeus vannamei*. Ração. Tabelas de alimentação.

## ABSTRACT

The effects of feeding on water quality and shrimp growth are important factors to consider, even more so when dealing with super-intensive and biofloc-dominated systems. Thus, it is necessary to pay greater attention to adjustments in feeding rates for shrimp production in this system. The aim of the study was to define the best model for this adjustment in the amounts of feed to be provided in the rearing of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in a biofloc system. The experiment, lasting 60 days, was carried out at the Laboratory of Cameroon Marinhas. Shrimps were stocked with an initial weight of  $4.21 \pm 0.09$  g at a density of 250 shrimp  $m^{-3}$ , and fed following two methodologies. The first is to follow the Van-Wyk table, considering the minimum and maximum feed rates for the average weight of shrimp. The second was according to two estimated values from the feed conversion calculation, based on the methodology provided by Yta. A completely randomized experimental design (DIC) was adopted, consisting of 4 treatments with 4 replications: MAX - Maximum feeding rate according to the Van-Wyk table, MIN - Minimum feeding rate according to the Van-Wyk table, C.A 1.1 - Feed rate with feed conversion calculation estimated at 1.1, and C.A 1.5 - Feed rate with feed conversion calculation estimated at 1.5. The zootechnical performance, the physical-chemical parameters of the water and the production of solids in the system were obtained. At the end of the experiment, it was determined that the MIN treatment, which used a minimum feeding rate according to the Van-Wyk table, presented itself as the most suitable model for the feeding of Pacific white shrimp, where we presented the lowest feed conversion value, a larger supply, and a smaller supply of feed and effluent generation compared to treatment using maximum values.

**Keywords:** Aquaculture, *Litopenaeus vannamei*. Ration. Feeding tables

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1	OBJETIVOS .....	11
1.1.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>11</b>
1.1.2	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>11</b>
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	11
<b>2</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO.....</b>	<b>12</b>
2.1	INTRODUÇÃO .....	13
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.2.1	<b>Material biológico .....</b>	<b>15</b>
2.2.2	<b>Unidade experimental e Delineamento .....</b>	<b>15</b>
2.2.3	<b>Parâmetros de qualidade de água .....</b>	<b>17</b>
2.3	RESULTADOS .....	18
2.4	DISCUSSÃO .....	19
2.5	CONCLUSÃO .....	20
2.6	REFERÊNCIAS .....	21
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO .....</b>	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura surgiu com o objetivo de fornecer alimento para população humana que vem em crescente aumento, logo, a agricultura e os recursos naturais não serão suficientes para a produção de mantimento para toda a população, devido a projeção de atingirmos aproximadamente 9,6 bilhões de pessoas até o ano de 2050. Para acompanhar esse crescimento, a aquicultura precisa realizar uma intensificação sustentável da produção, passar de uma aquicultura extensiva para intensiva e tornar a produção cada vez mais eficiente (FAO, 2020).

Como alternativa para essa produção intensificada surge em meados dos anos de 1970 o sistema de tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology System* – BFT), onde no decorrer dos anos vem se aprimorando e se consolidando (DAUDA, 2020). Esse sistema visa o aumento produtivo com elevadas densidades de estocagem, pouca ou nenhuma renovação de água, diminuindo assim a quantidade de efluentes descartados em ecossistemas adjacentes (READ; FERNANDES, 2003). Na tecnologia de bioflocos, a amônia é controlada dentro do sistema por duas vias. A via heterotrófica é estimulada pela adição de uma fonte externa de carbono (AVNIMELECH, 2015). Bactérias heterotróficas assimilam o nitrogênio inorgânico e o ortofosfato, transformando-os em biomassa celular. A via quimioautototrófica oxida a amônia e, como resultado, produz nitrato por bactérias nitrificantes (EBELING et al., 2006). Essas duas vias de controle de amônia permitem que o sistema de bioflocos opere sem troca de água, consequentemente melhorando a biossegurança (MCINTOSH et al., 2000). Além disso, os agregados microbianos podem ser usados como fonte de alimento pelos animais cultivados (XU et al., 2012).

Os flocos microbianos apresentam bons perfis de nutrientes, o que os torna uma fonte extra de alimento de boa qualidade para os camarões, podendo ser composto de 20% - 45% Proteína bruta, 1% - 8% de lipídios, 15% - 60% de cinzas, 1% -15% de fibra e 18% - 35% de carboidratos totais (MOSS; FOSTER; TACON, 2006). Diferenças na composição dos flocos foram atribuídas ao alimento fornecido, fonte de carbono utilizada para formação do floco, luminosidade, comunidade microbiana e idade do floco (AVNIMELECH, 2015).

O manejo alimentar é essencial para um bom desempenho zootécnico, manutenção da qualidade de água e para o sucesso da produção. Dentro da produção de camarão, a ração é o item mais oneroso (AUDELO-NARANJO; VOLTOLINA; BELTAN, 2012; EMERENCIANO et al., 2012), e o excesso de alimento pode resultar em perdas econômicas e não necessariamente em um maior crescimento dos animais. Por outro lado, a subalimentação pode reduzir o

crescimento dos camarões pela falta de nutrientes necessários para manutenção e formação de novos tecidos (NUNES et al., 2005).

As tabelas de alimentação convencionais consideram o tamanho e a biomassa dos organismos para realizar os ajustes na taxa de alimentação, funcionando como um guia alimentar, fornecendo quantidades mínimas e máximas de alimentação, evitando a oferta inadequada de ração (VAN WYK, 1999). As quantidades diárias de ração sugeridas nas tabelas geralmente representam o consumo máximo de alimento pelos camarões, considerando uma ingestão e absorção alimentar eficientes sob condições ótimas de criação. Uma das tabelas mais utilizadas pelos produtores é a determinada por Van Wyk (1999). Todavia, as tabelas de alimentação convencional não levam em consideração alterações no apetite dos camarões, resposta a fatores ambientais, fatores fisiológicos, como muda e o sistema de cultivo empregado (NUNES et al., 2005).

A customização de tabelas de alimentação serve com uma fonte adicional de informação para as fazendas de camarão identificarem possíveis desvios no arraçoamento ou problemas na população cultivada. Além disso, possui o potencial de um acompanhamento mais preciso e rigoroso das alimentações, permitindo alinhar constantemente os resultados observados a metas produtivas pré-estabelecidas. Outra prática é o uso de bandejas de alimentação, nas quais a taxa é ajustada de acordo com o consumo aparente de ração (CASILLAS-HERNÁNDEZ et al., 2007; MARTINEZ-CORDOVA et al., 1998).

Dentro dos parâmetros empregados para avaliar o desempenho dos camarões utilizando as rações balanceadas, temos como principais o fator de conversão alimentar (FCA) e as taxas semanais de crescimento. Contudo, deve-se ressaltar que estes parâmetros também sofrem a influência da qualidade genética e da sanidade dos camarões, do manejo adotado e das condições ambientais da água e do solo, que prevalecem nos viveiros, durante o ciclo de produção (NUNES et al., 2005).

Segundo Boyd et al. (2007) o fator de conversão alimentar (FCA) indica a eficiência da conversão de ração em biomassa. Indiretamente, o FCA indica o potencial do viveiro para emissão de cargas de nutrientes e matéria orgânica sobre os ecossistemas adjacentes. Em geral, quanto menor o FCA, menor a quantidade de ração utilizada para produzir 1kg de pescado e, portanto, menor a quantidade de resíduos descartados no ecossistema adjacente

Contudo, é necessário o ajuste de tabelas de alimentação sobretudo para os sistemas superintensivos, principalmente aqueles dominados por bioflocos, que fornece um aporte nutricional aos camarões. Essas tabelas devem considerar a complementação alimentar dos flocos para o camarão, contribuindo para a redução da oferta de alimento e auxiliando na

manutenção da qualidade da água com a diminuição da geração de sólidos do ambiente de produção.

## **1.1OBJETIVOS**

### **1.1.1Objetivo Geral**

Definir o melhor modelo para o ajuste na taxa de arraçoamento na criação do camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Avaliar o desempenho zootécnico do camarão-branco-do-pacífico (*L. vannamei*) cultivado em sistema de bioflocos, com diferentes manejos alimentares.

Caracterizar os parâmetros físicos e químicos de qualidade da água do cultivo em sistema de bioflocos do camarão-branco-do-pacífico (*L. vannamei*) com diferentes manejos alimentares.

## **1.2 Estrutura do trabalho**

O artigo científico está formatado segundo as normas da revista Boletim do Instituto de Pesca (Qualis B1 na área Zootecnia e Recursos Pesqueiros, ISSN 0046-9939).

## 2 ARTIGO CIENTÍFICO

### PRODUÇÃO DO CAMARÃO-BRANCO-DO-PACÍFICO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO ALIMENTAR

#### RESUMO

Os efeitos da alimentação na qualidade da água e no crescimento do camarão são fatores importantes a serem considerados, mais ainda quando se lida com sistemas superintensivos e dominados por bioflocos. Com isso, se torna necessário uma maior atenção nos ajustes das taxas de alimentação para a produção de camarão nesse sistema. O objetivo deste estudo foi definir o melhor modelo para o ajuste nas quantidades de ração a serem fornecidas na criação do camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos. O experimento, com duração de 60 dias, foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos. Os camarões foram povoados com peso inicial de  $4,21 \pm 0,09$  g na densidade de 250 camarões  $m^{-3}$ , e alimentados seguindo duas metodologias. A primeira seguiu a tabela de Van-Wyk, considerando as taxas mínimas e máximas de ração para as médias de peso dos camarões. A segunda foi de acordo com dois valores estimados do cálculo de conversão alimentar, baseado na metodologia determinada por Yta. Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), composto por 4 tratamentos com 4 repetições: MAX – Taxa máxima de arraçamento de acordo com a tabela de Van-Wyk, MIN- Taxa mínima de arraçamento de acordo com a tabela de Van-Wyk, C.A 1.1 – Taxa de arraçamento com cálculo de conversão alimentar estimada em 1,1, e C.A 1.5 - Taxa de arraçamento com cálculo de conversão alimentar estimada em 1,5. Foram avaliados o desempenho zootécnico, os parâmetros físico-químicos da água e a produção de sólidos do sistema. Ao final do experimento, ficou determinado que o tratamento MIN, que utilizava a taxa mínima de arraçamento de acordo com a tabela de Van-Wyk se apresentou como o modelo mais adequado para o arraçamento do camarão-branco-do-pacífico, onde apresentou menor valor de conversão alimentar, uma maior sobrevivência, e uma menor oferta de ração e geração de efluentes comparados ao tratamento com a utilização de valores máximos.

**Palavras-chave:** *Litopenaeus vannamei*. Ração. Tabelas de alimentação.

#### ABSTRACT

The effects of feeding on water quality and shrimp growth are important factors to consider, even more so when dealing with super-intensive and biofloc-dominated systems. Thus, it is necessary to pay greater attention to adjustments in feeding rates for shrimp production in this system. The aim of the study was to define the best model for this adjustment in the amounts of feed to be provided in the rearing of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in a biofloc system. The experiment, lasting 60 days, was carried out at the Laboratory of Cameroon Marinhos. Shrimps were stocked with an initial weight of  $4.21 \pm 0.09$  g at a density of 250 shrimp  $m^{-3}$ , and fed following two methodologies. The first is to follow the Van-Wyk table, considering the minimum and maximum feed rates for the average weight of shrimp. The second was according to two estimated values from the feed conversion calculation, based on the methodology provided by Yta. A completely randomized experimental design (DIC) was adopted, consisting of 4 treatments with 4 replications: MAX - Maximum feeding rate

according to the Van-Wyk table, MIN - Minimum feeding rate according to the Van-Wyk table, C.A 1.1 - Feed rate with feed conversion calculation estimated at 1.1, and C.A 1.5 - Feed rate with feed conversion calculation estimated at 1.5. The zootechnical performance, the physical-chemical parameters of the water and the production of solids in the system were obtained. At the end of the experiment, it was determined that the MIN treatment, which used a minimum feeding rate according to the Van-Wyk table, presented itself as the most suitable model for the feeding of Pacific white shrimp, where we presented the lowest feed conversion value, a larger supply, and a smaller supply of feed and effluent generation compared to treatment using maximum values.

**Keywords:** *Litopenaeus vannamei*. Ration. Feeding tables

## 2.1 INTRODUÇÃO

O desafio da aquicultura intensificada é maximizar a eficiência alimentar e, ao mesmo tempo, cuidar da saúde do sistema de produção e do meio ambiente ao redor (Nunes & Parsons, 2006). A tecnologia de biofoco (BFT) tem sido considerada uma alternativa importante para auxiliar no desenvolvimento da produção de camarão (Crab et al., 2010). Os biofocos contribuem para a manutenção da qualidade da água da criação de camarão, possibilitando um sistema biosseguro e diminuindo a demanda por água (Ray et al., 2011). Além disso, a composição e o valor nutricional dos biofocos podem contribuir para a nutrição do camarão, reduzindo a necessidade de alimentos artificiais (Wasielesky et al., 2006, Emerenciano et al., 2013).

A disponibilidade do biofoco na água pode reduzir os custos gastos com ração artificial (Avnimelech, 2007; Samocha et al., 2007), que podem atingir de 40% a 60% do custo total de produção em sistemas intensivos (Quintero & Roy, 2010; Rego et al., 2017). Além disso, a ração de camarão também contribui para a descarga de uma grande quantidade de nutrientes na água, como matéria orgânica, nitrogênio e fósforo (Boyd & Mcnevin, 2015). Assim, a gestão alimentar adequada contribui para o sucesso e sustentabilidade dessas atividades de aquicultura (Quintero & Roy, 2010) e impulsiona a busca constante por novas estratégias para aumentar a rentabilidade (De araujo & Valenti, 2005; Sedgwick, 1979; Velasco, Lawrence, & Castille, 1999).

O manejo alimentar é parte integrante de todas as práticas de aquicultura e torna-se particularmente difícil na produção de camarão devido à dificuldade de monitorar o consumo. Apesar do problema do manejo da ração, pouca pesquisa tem focado no aprimoramento das técnicas de alimentação na produção de camarão (Carvalho & Nunes, 2006).

Embora o conhecimento nutricional tenha melhorado consideravelmente, permitindo que produtores forneçam alimentação de alta qualidade, o potencial de melhora significativa no desempenho só pode ser totalmente expresso se forem praticadas estratégias de alimentação apropriadas (Davis & Venero). Programas de alimentação bem gerenciados fornecerão rações adequadas para atender às demandas nutricionais e aos hábitos alimentares dos animais em cultivo em diferentes estágios de desenvolvimento, garantindo que nutrientes provenientes da ração artificial e alimentos naturais sejam utilizados de forma eficiente. Apesar de sua importância, ainda não há uma literatura abundante sobre estratégias de alimentação para camarão em sistemas de bioflocos.

Tratando das estratégias, a customização de tabelas de alimentação serve com uma fonte adicional de informação para gerentes de produção e gestores de fazendas de camarão identificarem possíveis desvios no arraçoamento ou problemas na população cultivada. Além disso, possui o potencial de um acompanhamento mais preciso e rigoroso das alimentações, permitindo alinhar constantemente os resultados observados a metas produtivas pré-estabelecidas (CASILLAS-HERNÁNDEZ et al., 2007; MARTINEZ-CORDOVA et al., 1998).

Atualmente, a maioria dos produtores alimentam o camarão à base de tabelas convencionais, que consideram o tamanho e a biomassa dos organismos para ajustar a taxa de alimentação. Outra prática é o uso de bandejas de alimentação em que a taxa é ajustada em conformidade com o consumo aparente de ração (CASILLAS-HERNÁNDEZ et al., 2007; MARTINEZ-CORDOVA et al., 1998; SMITH et al., 2002). Mais recentemente, as investigações sugerem que uma melhor estratégia deve considerar o consumo real e a assimilação da ração, dependendo das condições ambientais.

Outra forma de ofertar ração é através da conversão alimentar programada. Nela, pela estimativa de crescimento e a conversão programada se tem a quantidade de ração a ser ofertada.

Os fabricantes de ração seguem a tendência de formular ração para cada tipo de sistema e disponibilizaram uma ração especialmente formulada para ser usada em sistemas superintensivos dominados por bioflocos. Esse alimento é mais oneroso do que o disponível no mercado para sistemas intensivos de produção de camarão, por exemplo, aquele formulado para sistemas semi-intensivos. No entanto, essa tendência de usar alimentos especialmente formulados para cada tipo de sistema foi pouco investigada, necessitando de novos estudos que possibilite a utilização de alimento adequado para cada sistema com um custo viável (BRAGA et al., 2016).

Com isso, é necessário o ajuste de tabelas de alimentação para sistemas superintensivos, principalmente aqueles dominados por bioflocos, que se popularizou nos últimos anos, com resultados positivos na criação de camarão. Essas tabelas devem considerar a complementação alimentar dos flocos para o camarão, contribuindo para a redução da oferta de alimento e auxiliando na manutenção da qualidade da água, com a diminuição da geração de sólidos do ambiente de criação. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi investigar o desempenho zootécnico do *L. vannamei* e a qualidade de água do cultivo com diferentes estratégias de arraçamento em sistemas de bioflocos.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Camarões Marinhos – LCM, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, localizado na Barra da lagoa, Florianópolis, Santa Catarina (27,57° S, 48,43° O) durante 60 dias.

### 2.2.1 Material biológico

Foram utilizados camarões *Litopenaeus vannamei*, adquiridos do laboratório comercial Aquatec Ltda. - RN. Os animais foram estocados em berçário em sistema BFT até atingirem aproximadamente 4,21±0,09 g, quando então foram transferidos para as unidades experimentais.

### 2.2.2 Unidade experimental e Delineamento

Os camarões foram distribuídos em 16 tanques de 800 L de volume útil, em uma densidade de 250 camarões m<sup>-3</sup>. Cada unidade possuía um anel central com mangueiras microperfuradas Aerotubes® de modo a proporcionar agitação e oxigenação ( $\geq 5$  mg L<sup>-1</sup>) da coluna d'água e evitar a sedimentação dos sólidos. A temperatura (29,58 ± 0,04 °C) foi mantida com aquecedores elétricos submersos (800 W). Os tanques foram cobertos por rede, instalados em uma estufa com fotoperíodo natural. Foi utilizado substrato artificial do tipo Needlona®, composto por quatro placas retangulares (0,40 × 0,55 m), representando 80% da área de superfície do tanque.

A água das unidades experimentais foi preparada com 30% de um inóculo proveniente dos tanques de criação de camarões em sistema de bioflocos maduro e o volume restante foi completado com água do mar, iniciando o cultivo com 300 mg L<sup>-1</sup> de sólidos suspensos totais.

Para determinação da quantidade de ração ofertada foi utilizada duas estratégias de cálculo, adotando delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) composto por 4 tratamentos e 4 repetições: Para os tratamentos MAX e MIN foi utilizado a tabela de alimentação de Van-Wyk (Tabela 1), onde foram consideradas as taxas mínimas de ração para as médias de peso dos camarões para o tratamento MIN e máximas de para o tratamento MAX.

**Tabela 1.** Tabela de alimentação para cultivo intensivo de camarões segundo Van-Wyk (1999).

Peso médio do camarão (g)	Taxa de Alimentação (% Biomassa dia <sup>-1</sup> )
3,0 – 3,9	8 – 7
4,0 – 4,9	7 – 6
5,0 – 5,9	6 – 5,5
6,0 – 6,9	5,5 – 5,0
7,0 – 7,9	5,0 – 4,5
8,0 – 8,9	4,5 – 4,25
9,0 – 9,9	4,25 – 4,0
10,0 – 10,9	4,0 – 3,75
11,0 – 11,9	3,75 – 3,5
12,0 – 12,9	3,5 – 3,0
13,0 – 13,9	3,0 – 2,75
14,0 – 14,9	2,75 – 2,5
15,0 – 15,9	2,5 – 2,3

A segunda estratégia seguiu o cálculo descrito por Yta et al. (2004), com dois diferentes valores de conversão alimentar programada, utilizando como base a equação 01 descrita abaixo:

$$AF = (N * G * FCR * S) / 7 \quad (01)$$

Onde, AF = quantidade de ração diária; N = número de camarões estocados; G = crescimento semanal esperado (g semana<sup>-1</sup>); FCR = Conversão alimentar esperado para a semana; e S = sobrevivida esperada (%) para a semana.

Os camarões foram alimentados com ração comercial de 1,6 mm com 35% de proteína bruta (Guabi Poti Guaçu 1,66 mm) fornecida quatro vezes ao dia (8:30, 11:30, 14:30 e 17:30 h) ajustadas semanalmente após as biometrias de acordo com a metodologia proposta em cada tratamento.

### 2.2.3 Parâmetros de qualidade de água

Durante o experimento, foram monitorados duas vezes ao dia o oxigênio dissolvido e temperatura utilizando o oxímetro YSI pro20. Duas vezes por semana, foram verificados a salinidade com refratômetro, pH (pHmetro Thermo Scientific Orion Star A211), alcalinidade (método titulométrico) (APHA, 2005 - 2320B), sólidos suspensos totais (SST) (APHA, 2005 - 2540D) e sólidos sedimentáveis (SS) através do cone Imhoff. Quando o pH e alcalinidade abaixo de 7,3 e 150mg L<sup>-1</sup> respectivamente foram corrigidos com a adição de cal hidratada (Furtado et al., 2011). Os SST foram mantidos entre 400 e 600 mg L<sup>-1</sup>, níveis adequados para *L. vannamei*, e o excesso removido com uso de um decantador, como sugerido por Schweitzer et al. (2013).

Os compostos nitrogenados amônia total (N-AT) foi mensurado seguindo a metodologia de (GRASSHOFF et al., 1983) e nitrito (N-NO<sub>2</sub>) segundo STRICKLAND e PARSONS (1972) duas vezes por semana. O nitrato (N-NO<sub>3</sub>) e Fosfato (PO<sub>4</sub>) foram mensurados no início, meio e fim do experimento pelo Kit Hach NitraVer 5 (nitrate reagent powder pillows) e método de ácido ascórbico (APHA, 2017), respectivamente.

### 3.2.4 Desempenho zootécnico

Para avaliar o desempenho zootécnico dos animais, foram realizadas biometrias semanais com 30 animais, utilizando de balança digital com precisão de 0,01 g. Foram mensurados: peso médio dos camarões (g), sobrevivência (%), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar aparente (CAA), biomassa (kg), produtividade (kg m<sup>-3</sup>) e Fator de Condição (K) utilizando as equações 04, 05, 06, 07, 08 e 09, respectivamente.

$$\text{Peso médio} = \frac{\text{Biomassa final}}{NfC} \quad (04)$$

Onde: NfC= número final de camarões

$$\text{Sobrevivência} = \frac{NfC}{NiC} \times 100 \quad (05)$$

Onde: NfC= número final de camarões e NiC= número inicial de camarões.

$$\text{TCE (\%)} = \frac{\ln Wf - \ln Wi}{t} \times 100 \quad (06)$$

Onde: Wf= Peso final médio, Wi= Peso inicial médio e t= tempo em dias.

$$FCA = \frac{\text{Ganho de peso}}{\text{Semanas de cultivo}} \quad (07)$$

$$\text{Produtividade (kg m}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Biomassa final}}{\text{Volume do tanque}} \quad (08)$$

### 3.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene), com a comprovação dessas premissas, foi utilizada uma Análise de Variância unidirecional (one-way ANOVA), seguida do teste de Tukey, quando necessário, para verificar as diferenças entre os tratamentos. O nível de significância adotado foi de 5% em todas as análises. Todas as análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA® versão 7.0.

## 2.3 RESULTADOS

Os resultados obtidos para os parâmetros de amônia, nitrito, nitrato e fosfato não apresentaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre os diferentes tratamentos. A alcalinidade demonstrou diferença significativa de forma que os dois tratamentos utilizando a tabela e os dois utilizando a conversão alimentar programada foram iguais entre si, e sendo diferente entre os dois tratamentos de cada as estratégias de determinação da taxa de arraçamento. Os parâmetros pH e sólidos suspensos totais apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes tratamentos durante os 56 dias de experimento, os valores médios dos resultados obtidos para estes parâmetros estão representados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Parâmetros físico-químicos de água durante o cultivo de *L. vannamei* em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MAX – Taxa mínima de arraçamento de acordo com a tabela de Van-Wyk, MIN - Taxa máxima de arraçamento de acordo com a tabela de Van-Wyk, C.A 1.1 – Taxa de arraçamento com cálculo de conversão alimentar estimada em 1,1, e C.A 1.5 - Taxa de arraçamento com cálculo de conversão alimentar estimada em 1,5.

Variável	TRATAMENTOS					Valor de p
	MAX	MIN	C.A 1.1	C.A 1.5	CV (%)	
Amônia (mg L <sup>-1</sup> )	0,21	0,16	0,18	0,19	5,17	0,122
Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	0,40	0,36	0,31	0,42	113,6	0,5132
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	1,95	13,48	10,34	11,96	61,76	0,7571
Fosfato (mg L <sup>-1</sup> )	2,17	2,05	1,88	2,17	12,24	0,1044
Alcalinidade (mg L <sup>-1</sup> )	167,85 <sup>a</sup>	170,55 <sup>a</sup>	151,78 <sup>b</sup>	153,41 <sup>b</sup>	18,32	<0,001
pH	7,93 <sup>b</sup>	7,97 <sup>ab</sup>	8,00 <sup>a</sup>	7,97 <sup>ab</sup>	1,29	0,0079
Sólidos Suspensos Totais (mg L <sup>-1</sup> )	496,48 <sup>a</sup>	484,98 <sup>a</sup>	438,89 <sup>b</sup>	462,15 <sup>ab</sup>	16,33	<0,001

Médias na mesma linha com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey. CV (%) - coeficiente de variação.

Os índices de desempenho zootécnico dos camarões cultivados demonstraram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em todos os parâmetros entre os diferentes tratamentos, os tratamentos MAX e MIN apresentaram um peso médio, crescimento semanal e produção maior que os tratamentos utilizando os cálculos com a conversão programada. Os valores da sobrevivência nos tratamentos MAX e C.A 1.1 foram diferentes entre si e apresentaram semelhança com o tratamento C.A 1.5. Os melhores fatores de conversão alimentar (FCA) foram observados nos tratamentos C.A 1.5 e MIN. (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetros de produção do *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistemas de bioflocos com diferentes estratégias de alimentação, MAX – Taxa mínima de arraçamento de acordo com a tabela de Van-Wyk, MIN - Taxa máxima de arraçamento de acordo com a tabela de Van-Wyk, C.A 1.1 – Taxa de arraçamento com cálculo de conversão alimentar estimada em 1,1, e C.A 1.5 - Taxa de arraçamento com cálculo de conversão alimentar estimada em 1,5.

Variável	TRATAMENTOS					Valor de p
	MAX	MIN	C.A 1.1	C.A 1.5	CV (%)	
Peso médio final (g)	15,32 <sup>a</sup>	13,61 <sup>a</sup>	8,75 <sup>b</sup>	10,50 <sup>b</sup>	7,22	<0,001
Sobrevivência (%)	79,66 <sup>b</sup>	95,87 <sup>a</sup>	80,87 <sup>b</sup>	87,12 <sup>ab</sup>	8,60	0,0448
FCA	2,53 <sup>ab</sup>	2,05 <sup>b</sup>	3,05 <sup>a</sup>	2,30 <sup>b</sup>	13,47	0,0086
Produção (Kg m <sup>3</sup> )	3,04 <sup>a</sup>	3,24 <sup>a</sup>	1,75 <sup>c</sup>	2,28 <sup>b</sup>	5,88	<0,001
Crescimento semanal (cm)	1,38 <sup>a</sup>	1,16 <sup>a</sup>	0,55 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	11,26	<0,001
Ração (Kg)	5,16 <sup>c</sup>	4,38 <sup>b</sup>	3,65 <sup>a</sup>	3,85 <sup>a</sup>	7,22	<0,001
Cal (Kg)	1,01 <sup>b</sup>	1,2 <sup>b</sup>	0,97 <sup>a</sup>	1,6 <sup>ab</sup>	4,76	<0,001

Médias na mesma linha com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey .CV (%) - coeficiente de variação.

## 2.4 DISCUSSÃO

Os parâmetros de amônia, nitrito, nitrato e fosfato permaneceram dentro do estipulado para a espécie *L. vannamei* ao longo de todo experimento como reportado por LIN & CHEN (2001), LIN & CHEN (2003), FURTADO et al. (2014) e BARAK et al. (2003), respectivamente. Isto é provavelmente a utilização de um inóculo de bioflocos maduro no início do experimento composto por bactérias nitrificantes e/ou heterotróficas que mantem os compostos nitrogenados estáveis no sistema (FERREIRA, 2021). Os sólidos suspensos totais também permaneceram dentro do recomendado para espécie (GAONA et al., 2011).

Em ambos os tratamentos, os níveis de alcalinidade foram mantidos acima de 100 mg CaCO<sub>3</sub> litro<sup>-1</sup> via suplementação de cal hidratada, que está de acordo com as recomendações relatadas por outros pesquisadores para o cultivo de camarão (Furtado et al., 2011, Van Wyk e Scarpa, 1999).

Os bioflocos são comumente utilizados como fonte complementar de alimento devido sua composição balanceada proveniente dos microrganismos que compõem os flocos microbianos, os flocos apresentam proteína bruta, ácidos graxos, aminoácidos essenciais e minerais em níveis satisfatórios (BURFORD et al. 2004). A concentração de proteína bruta presente no floco varia conforme o alimento fornecido, fonte de carbono utilizada para formação do floco, luminosidade, comunidade microbiana e idade do floco (AVNIMELECH, 2015), assim, alguns autores descreveram níveis de proteína bruta superior a 30% presente nos flocos (e.g., BALLESTER et al., 2007; WASIELESKY et al., 2006). Assim é possível a diminuição da quantidade de ração ofertada aos animais ao longo do período de produção.

O presente estudo obteve resultados satisfatórios de desempenho zootécnico nos tratamentos que receberam maior quantidade de ração, mesmo assim as quantidades utilizadas não demonstraram uma subalimentação devido a presença dos flocos microbianos.

Os ajustes de tabelas de alimentação para sistemas superintensivos, principalmente aqueles dominados por bioflocos, que vem sendo uma tecnologia muito utilizada nos últimos anos com resultados positivos na criação de camarão, é algo que precisa ser ajustado periodicamente, observando toda a sua interação na produção. Essas tabelas devem considerar a complementação alimentar dos flocos para o camarão, contribuindo para a redução da oferta de alimento e auxiliando na manutenção da qualidade da água, com a diminuição da geração de sólidos do ambiente de criação.

Para o melhor aproveitamento do cálculo de ajuste de ração proposto por Garza de Yta (2004) é importante conhecer bem o funcionamento do sistema de cultivo e os fatores que influenciam o desempenho dos camarões como alimentação, linhagem e os efeitos das variáveis de qualidade de água. Samocha et al. (2007) fizeram o uso desse cálculo em seu estudo em sistema de bioflocos com uma densidade mais baixa (81 camarões m<sup>-3</sup>) e observaram uma boa alimentação dos animais. No entanto, em baixas densidades de estocagem, há eventuais facilidades de manejo alimentar.

## 2.5 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos neste estudo foi possível comprovar que os valores mínimos de quantidade de ração determinada pela porcentagem da biomassa proposto pela tabela de alimentação de Van-Wyk (1999) é eficiente no sistema de bioflocos, onde para o sistema o tratamento é mais adequado pois apresenta um menor valor de conversão alimentar,

uma maior sobrevivência, e uma menor oferta de ração e geração de efluentes comparados ao tratamento com a utilização de valores máximos.

## 2.6 REFERÊNCIAS

Avnimelech, Yoram. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, [S.L.], v. 264, n. 1-4, p. 140-147, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.025>.

Avnimelech, Yoram et al. Biofloc tecnologia: um guia prático. Sociedade Mundial de Aquicultura, 2009.

Ballester, Eduardo Luis Cupertino; Wasielesky, Wilson; Cavalli, Ronaldo Olivera; Abreu, Paulo César. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: biofilm composition and shrimp performance. **Aquaculture**, [S.L.], v. 269, n. 1-4, p. 355-362, set. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.003>.

Barak, Y., Cytryn, E., Gelfand, I., Krom, M., Rijn, J. V. 2003. Phosphorus removal in a marine prototype, recirculating aquaculture system. **Aquaculture**. 220, 313-326. [https://doi:10.1016/S0044-8486\(02\)00342-3](https://doi:10.1016/S0044-8486(02)00342-3)

Boyd, Claude; Mcnevin, Aaron. **Aquicultura, uso de recursos e meio ambiente**. John Wiley & Sons, 2015.

Boyd, Claude E.; Tucker, Craig; Mcnevin, Aaron; Bostick, Katherine; Clay, Jason. Indicators of Resource Use Efficiency and Environmental Performance in Fish and Crustacean Aquaculture. **Reviews In Fisheries Science**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 327-360, nov. 2007. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10641260701624177>.

Braga, André et al. The effects of feeding commercial feed formulated for semi-intensive systems on *Litopenaeus vannamei* production and its profitability in a hyper-intensive biofloc-dominated system. **Aquaculture Reports**, [s.l.], v. 3, p.172-177, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.03.002>

Burford, Michele; Thompson, Peter J; Mcintosh, Robins P; Bauman, Robert H; PEARSON, Doug C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. **Aquaculture**, [S.L.], v. 232, n. 1-4, p. 525-537, abr. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486\(03\)00541-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486(03)00541-6).

Carvalho, Esaú Aguiar; Nunes, Alberto J.P.. Effects of feeding frequency on feed leaching loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. **Aquaculture**, [S.L.], v. 252, n. 2-4, p. 494-502, mar. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.07.013>.

Crab, R.; Lambert, A.; Defoirdt, T.; Bossier, P.; Verstraete, W.. The application of bioflocs technology to protect brine shrimp (*Artemia franciscana*) from pathogenic *Vibrio harveyi*. **Journal Of Applied Microbiology**, [S.L.], p. 1643-1649, 9 jul. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04791.x>.

Casillas-Hernández, R.; Nolasco-Soria, H.; García-Galano, T.; Carrillo-Farnes, O.; Páez-Osuna, F.. Water quality, chemical fluxes and production in semi-intensive Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds utilizing two different feeding strategies. **Aquacultural Engineering**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 105-114, mar. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.09.001>.

Davis, D. A.; Venero, J. A. Rethinking feeding for cultured shrimp. **Global Aquaculture Advocate**, v. 8, p. 78-81, 2005.

De Araujo, Mariana Cutolo; Valenti, Wagner Cotroni. Manejo alimentar de pós-larvas do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, em berçário I. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 67-72, 2005.

Emerenciano, Maurício; Cuzon, Gerard; Paredes, Adriana; Gaxiola, Gabriela. Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. **Aquaculture International**, [S.L.], v. 21, n. 6, p. 1381-1394, 9 abr. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-013-9640-y>.

Ferreira, Gabriela S.; Santos, Daniele; SCHMACHTL, Frederike; Machado, Cláudia; Fernandes, Vitor; Bögner, Mirko; Schleder, Delano D.; Seiffert, Walter Q.; Vieira, Felipe N. Heterotrophic, chemoautotrophic and mature approaches in biofloc system for Pacific white shrimp. **Aquaculture**, [S.L.], v. 533, p. 736099, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736099>.

Furtado, Plínio S.; Poersch, Luís H.; Wasielesky, Wilson. 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**, [s.l.], v. 321, n. 1-2, p.130-135, nov. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.034>.

Furtado, P.S., Campos, B.R., Serra, F.P., Klosterhoff, M., Romano, L.A., Wasielesky Jr, W., 2015. Effects of nitrate toxicity in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared with biofloc technology (BFT). **Aquaculture International**. 23, 315-327. <http://doi.org/10.1007/s10499-014-9817-z>.

C.A.P. Gaona, L.H. Poersch, D. Krummenauer, G.K. Foes, W.J. Wasielesky. O efeito da remoção de sólidos na qualidade da água, crescimento e sobrevivência de *Litopenaeus vannamei* em um sistema de cultura tecnológica biofloc. **Int. J. Recirc. Aquac.**, 12 (1) (2011), pp. 54-73, 10.21061/ijra.v12i1.1354

Garza De Yta, Antonio; Rouse, David B.; Davis, D. Allen. Influence of nursery period on the growth and survival of *Litopenaeus vannamei* under pond production conditions. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 35, n. 3, p. 357-365, 2004.

Grasshoff, P. Métodos de análise da água do mar. Verlag Chemie. **FRG**, v. 419, p. 61-72, 1983.

Martínez-Córdova, Luis R. et al. Sistemas à base de microbianos para aquicultura de peixes e camarões: uma revisão atualizada. **Avaliações em Aquicultura**, v. 7, n. 2, p. 131-148, 2015.

Nunes, Alberto J.P.; Parsons, G. Jay. A computer-based statistical model of the food and feeding patterns of the Southern brown shrimp *Farfantepenaeus subtilis* under culture conditions. **Aquaculture**, [S.L.], v. 252, n. 2-4, p. 534-544, mar. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.07.020>

Quintero, H. E. et al. Practical feed management in semi-intensive systems for shrimp culture. **The shrimp book**, p. 443-453, 2010.

Ray, Andrew J.; Lewis, Beth L.; Browdy, Craig L.; Leffler, John W.. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. **Aquaculture**, [S.L.], v. 299, n. 1-4, p. 89-98, fev. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.021>

Rego, Marcelo Augusto Soares; Sabbag, Omar Jorge; Soares, Roberta; Peixoto, Silvio. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: a case study. **Aquaculture**, [S.L.], v. 469, p. 67-71, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006>.

Samocha, Tzachi M.; Patnaik, Susmita; Speed, Mike; ALI, Abdul-Mehdi; Burger, Josh M.; Almeida, Rodrigo V.; Ayub, Zarrein; Harisanto, Margasanto; Horowitz, Ami; Brock, David L.. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 184-191, mar. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.10.004>.

Schweitzer, Rodrigo; Arantes, Rafael; Costódio, Patrícia Fóes S.; Santo, Carlos M. do Espírito; Arana, Luis Vinatea; Seiffert, Walter Quadros; Andreatta, Edeimar Roberto. 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**, [S.L.], v. 56, p. 59-70, set. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.04.006>.

Sedgwick, R.W.. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaeus merguensis* de Man. **Aquaculture**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 279-298, abr. 1979. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(79\)90069-3](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(79)90069-3).

Smith, D.M.; Burford, M.A.; Tabrett, S.J.; Irvin, S.J.; Ward, L.. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). **Aquaculture**, [S.L.], v. 207, n. 1-2, p. 125-136, abr. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486\(01\)00757-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486(01)00757-8).

Strickland, John Douglas Hipwell; Parsons, Timothy Richard. Um manual prático de análise da água do mar. 1972.

Velasco, Mario; Lawrence, Addison L; Castille, Frank L. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, [S.L.], v. 179, n. 1-4, p. 141-148, set. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486\(99\)00158-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486(99)00158-1).

Van wyk, Peter et al. Water quality requirements and management. **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems**, p. 141-162, 1999.

Wasiolesky, Wilson; Atwood, Heidi; Stokes, Al; Browdy, Craig L.. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, [S.L.], v. 258, n. 1-4, p. 396-403, ago. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.030>.

Yta, Antonio Garzade; Rouse, David B.; Davis, D. Allen. Influence of Nursery Period on the Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Under Pond Production Conditions. **Journal Of The World Aquaculture Society**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 357-365, set. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb00099.x>.

### 3 REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

AVNIMELECH, Yoram et al. Biofloc technology: a practical guide book. World Aquaculture Society, 2009.

Avnimelech, Y. Biofloc Technology - A Practical Guide Book, 3. ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge: Louisiana, EUA, 2015.

Boyd, Claude E.; Tucker, Craig; Mcnevin, Aaron; Bostick, Katherine; Clay, Jason. Indicators of Resource Use Efficiency and Environmental Performance in Fish and Crustacean Aquaculture. **Reviews In Fisheries Science**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 327-360, nov. 2007. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10641260701624177>.

Casillas-Hernández, R.; Nolasco-Soria, H.; García-Galano, T.; Carrillo-Farnes, O.; Páez-Osuna, F.. Water quality, chemical fluxes and production in semi-intensive Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds utilizing two different feeding strategies. **Aquacultural Engineering**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 105-114, mar. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.09.001>.

FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action, Rome, pp. 224. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>

DAUDA, Akeem Babatunde. Biofloc technology: a review on the microbial interactions, operational parameters and implications to disease and health management of cultured aquatic animals. **Reviews In Aquaculture**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 1193-1210, 22 ago. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/raq.12379>.

EBELING, James M.; TIMMONS, Michael B.; BISOGNI, J.J.. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, [S.L.], v. 257, n. 1-4, p. 346-358, jun. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>.

EMERENCIANO, Maurício; BALLESTER, Eduardo L C; CAVALLI, Ronaldo O; WASIELESKY, Wilson. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). **Aquaculture Research**, [S.L.], v. 43, n. 3, p. 447-457, 1 abr. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02848.x>.

Martínez-Córdova, Luis R. et al. Sistemas à base de microbianos para aquicultura de peixes e camarões: uma revisão atualizada. *Avaliações em Aquicultura*, v. 7, n. 2, p. 131-148, 2015.

MCINTOSH, D. The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. **Aquacultural Engineering**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 215-227, jan. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0144-8609\(99\)00030-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0144-8609(99)00030-8).

MOSS, Shaun M.; FORSTER, Ian P.; TACON, Albert G.J.. Sparing effect of pond water on vitamins in shrimp diets. **Aquaculture**, [S.L.], v. 258, n. 1-4, p. 388-395, ago. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.008>.

NARANJO, Juan Manuel Audelo; VOLTOLINA, Domenico; BELTRAN, Emilio Romero. Culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) with zero water exchange and no food addition: an eco friendly approach. Latin American Journal Of **Aquatic Research**, [S.L.], v. 40, n. 2, p. 441-447, 10 jul. 2012. Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso. <http://dx.doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-19>.

NUNES, A.J.P.; GESTEIRA, T.C.V.; OLIVEIRA, G.G.; LIMA, R.C.; MIRANDA, P.T.C; MADRID, R.M. 2005. Principio de boas práticas de manejo na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará. Fortaleza: Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR. 109p.

READ, Paul; FERNANDES, Teresa. Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. **Aquaculture**, [S.L.], v. 226, n. 1-4, p. 139-163, out. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486\(03\)00474-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486(03)00474-5)

Van wyk, Peter et al. Water quality requirements and management. Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems, p. 141-162, 1999.

XU, Wu-Jie; PAN, Lu-Qing; ZHAO, Da-Hu; HUANG, Jie. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, [S.L.], v. 350-353, p. 147-153, jun. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.003>.

Yta, Antonio Garzade; Rouse, David B.; Davis, D. Allen. Influence of Nursery Period on the Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Under Pond Production Conditions. **Journal Of The World Aquaculture Society**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 357-365, set. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb00099.x>.