



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA
FERNANDA MARQUES MOREIRA

**NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA PARA PÓS-LARVAS DE CAMARÃO
BRANCO DO PACÍFICO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS**

FLORIANÓPOLIS

2016

Fernanda Marques Moreira

**NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA PARA PÓS-LARVAS DE CAMARÃO
BRANCO DO PACÍFICO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao curso de Graduação de Engenharia de
Aquicultura da Universidade Federal de
Santa Catarina para obtenção do Título de
Engenheira de Aquicultura.

Orientador: Walter Quadros Seiffert.
Supervisor: Felipe do Nascimento Vieira.

FLORIANÓPOLIS

2016

Fernanda Marques Moreira

**NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA PARA PÓS-LARVAS DE CAMARÃO
BRANCO DO PACÍFICO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e adequado para obtenção do Título de Engenheira de Aquicultura, e aprovado em sua forma final pelo curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 25 de novembro de 2016.

Prof. Anita Rademaker Valença, Dr.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Walter Quadros Seiffert, Dr. – *Orientador*

André Braga, Dr.

Delano Dias Schleder, Msc.

Dedico esse trabalho ao meu avô Ademir
Correia (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Ao professor Walter Quadros Seiffert pela orientação e por todos os ensinamentos.

Aos professores Felipe Vieira, Adolfo Jatobá, José Luiz Mouriño e Edegar Andreatta por todo conhecimento compartilhado, pela dedicação e pelas oportunidades de estágio.

A Nicole Corrêa, Jamilly Rocha e especialmente a Fernanda Henriques por toda colaboração para execução desse trabalho.

Aos funcionários do LCM/UFSC, Davi, Ilson, Andréia, Diego, Dimas, seu Chico e Carlos. Ao pessoal do LABNUTRI/UFSC, que auxiliou na produção das dietas e na análise da ração final.

A Giulia Helena e Ana Carolina (pelos 8 anos de parceria na aquicultura) e aos meus vizinhos Ana Cláudia, Antonio e Emeli. Vocês foram minha segunda família, estar longe de casa foi mais fácil por causa de vocês. Obrigada pela amizade.

A minha família. Meus pais Andréia e Aldemar e meu irmão André Lucas, que sempre acreditaram no meu potencial e me incentivaram a estudar, me dando todo o suporte e amor. Ao meu namorado José, por todas as palavras de incentivo, por todo amor e por estar sempre disposto a me escutar e apoiar.

A todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento. Muito obrigada!

NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA PARA PÓS-LARVAS DE CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS

RESUMO

Avaliou-se índices zootécnicos de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta (PB), 31,28, 36,29, 41,57, 46,34 e 51,74 g.100g⁻¹, bem como os parâmetros de qualidade de água, durante a fase berçário em sistema de bioflocos. Foram utilizados quinze tanques de 400L mantidos em sala com iluminação artificial (12/12) e equipados com sistema de aquecimento de água (28,14±0,5°C), aeração (O₂>5mg.L⁻¹) e substrato artificial (Needlona®). Os tanques foram povoados com camarões com peso médio de 0,018g em densidade de 3000 PL.m⁻³. A alimentação foi fornecida quatro vezes ao dia (20% da biomassa de cada tanque), sendo ajustada com biometrias semanais e ocasionalmente conforme o consumo. O experimento teve duração de 21 dias. O nível de proteína nas dietas não interferiu nos índices zootécnicos, não havendo diferença entre tratamentos. Em contrapartida, para compostos nitrogenados, os tratamentos com maiores níveis proteicos na dieta (46,34 e 51,74 g.100g⁻¹) apresentaram níveis mais altos tanto para amônia quanto para nitrito, sendo os maiores consumos de açúcar também encontrados para esses tratamentos. O tratamento com maior inclusão de PB, 51,74 g.100g⁻¹, apresentou menor valor para alcalinidade em relação ao tratamento com menor inclusão, 31,28 g.100g⁻¹ de PB. Para os dois tratamentos mais proteicos, os quais foram também os que apresentaram no geral menores alcalinidades, foi observado maior incorporação de cal hidratada. Assim, concluiu-se que pós-larvas de *L. vannamei* podem ser cultivadas em sistema de bioflocos alimentadas com menor quantidade de proteína na dieta (31,28 g.100g⁻¹) sem comprometer os índices zootécnicos e reduzindo o risco de concentrações tóxicas de compostos nitrogenados.

Palavras-chaves: *Litopenaeus vannamei*, bioflocos, berçário, níveis de proteína, qualidade de água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Média da variação do total de nitrito (mg.L^{-1}) ao longo do berçário de <i>Litopenaeus vannamei</i> , alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta (PB) em sistema de bioflocos.....	18
---	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Composição centesimal, com base na matéria seca, dos ingredientes incluídos nas dietas experimentais para pós-larvas de *Litopenaeus vannamei*.....12
- Tabela 2.** Formulação e composição centesimal das dietas experimentais para pós-larva de *Litopenaeus vannamei*, com diferentes níveis de proteína bruta (PB) (com base na matéria seca)12
- Tabela 3.** Perfil de aminoácidos essenciais projetado para cada dieta formulada.....13
- Tabela 4.** Desempenho zootécnico (média \pm desvio padrão) de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* cultivadas em berçário em sistema de bioflocos, alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB).....17
- Tabela 5.** Consumo de ração, açúcar e cal hidratada (média \pm desvio padrão) no berçário do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos, alimentados com diferentes níveis de proteína bruta (PB).....17
- Tabela 6.** Parâmetros de qualidade de água (média \pm desvio padrão) no berçário do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos, alimentados com diferentes níveis de proteína bruta (PB).....17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 Material biológico	11
2.2 Formulação e produção das dietas	11
2.3 Condições experimentais	13
2.4 Análises de qualidade de água	14
2.5 Índices zootécnicos	14
2.6 Análises estatísticas	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A carcinicultura é a produção de crustáceos, na qual os camarões são os principais representantes desta atividade, sendo o *Litopenaeus vannamei* a espécie mais cultivada com aproximadamente 3,6 milhões de toneladas, representando 4,9% da produção aquícola mundial em 2014. No Brasil, no mesmo ano, a produção foi de 65 mil toneladas (FAO, 2016). Contudo, o cultivo de camarões vem encontrando obstáculos para sua expansão.

Entre os impactos negativos causados ao ambiente pela carcinicultura pode-se destacar: a descarga de grandes volumes de efluentes em corpos de água adjacentes que consequentemente favorecem o surgimento de enfermidades, ocasionando perdas totais de produção (CORREIA et al., 2014; EMERENCIANO; GAXIOLA; CUZON, 2013). Na busca para reduzir esses impactos e tornar a atividade sustentável, pesquisas têm sido desenvolvidas visando elaborar sistemas e estratégias de produção alternativos. Dentre estes sistemas destacam-se os intensivos com zero ou mínima troca de água, onde a descarga de efluente carregado de nutrientes no meio ambiente, bem como a introdução de espécies exóticas e a introdução de agentes patogênicos podem ser minimizados (EMERENCIANO; GAXIOLA; CUZON, 2013; WASIELESKY et al., 2013; GRILLO; DUGGER; JORY, 2000).

Apesar dos cultivos de camarões poderem ser realizados em elevadas densidades, o aumento da biomassa compromete a qualidade de água devido ao acúmulo de compostos tóxicos, especialmente amônia e nitrito (AVNIMELECH, 2006). Em sistemas com pouca ou zero renovação, a qualidade de água pode ser mantida através de biofiltros externos ou no próprio ambiente de cultivo, através da tecnologia bioflocos (BFT, do inglês *Biofloc Technology*) (AVNIMELECH, 2006; SCHVEITZER, 2012).

O BFT tem recebido maior atenção nos últimos anos por fornecer um sistema biosseguro e ser sustentável na sua produção do ponto de vista ambiental (BROWDY et al., 2012), e ainda torna possível o cultivo de camarões marinhos longe de áreas costeiras, por precisar de menor quantidade de água, promovendo a expansão da atividade (BEZERRA, 2014). Esse sistema com baixa renovação de água faz o controle de compostos nitrogenados que podem ser tóxicos para os organismos cultivados, através do crescimento de comunidades microbianas, especialmente bactérias nitrificantes e heterotróficas (BROWDY et al., 2012; CRAB et al., 2012; CHAMORRO-LEGARDA, et al., 2016). No Panamá, a implantação de sistemas de bioflocos maximizou a biossegurança em fazendas prejudicadas pela Síndrome da Mancha

Branca (WSS, sigla do inglês *White Spot Syndrome*), atingindo 80% de sobrevivência média na produção e reduzindo patógenos e seus vetores (GRILLO; DUGGER; JORY, 2000).

O bioflocos é um conjunto de agregados amorfos composto por diferentes microorganismos (microalgas, bactérias, protozoários, zooplâncton), sobras de ração, fezes e exoesqueletos. Essa matéria orgânica fica em suspensão nos tanques de cultivo a disposição do animal, servindo como uma fonte complementar para sua alimentação (KRUMMENAUER et al., 2016; WASIELESKY et al., 2006; JATOBÁ et al., 2014). A tecnologia de bioflocos pode ser uma alternativa para reduzir os níveis de proteína na ração devido a disponibilidade de fonte proteica oriunda dos agregados microbianos. Essa redução pode contribuir para a viabilidade econômica da produção. (WASIELESKY et al., 2006; JATOBÁ et al., 2014; FUGIMURA et al., 2015)

O camarão *Litopenaeus vannamei* vem sendo criado em sistema com redução de troca de água sem efeito negativo sob seu crescimento, sobrevivência ou produtividade (CORREIA et al., 2014). Para garantir melhores índices de produção, vem se adotando a fase de berçário, intermediária entre a larvicultura e a fase de crescimento (COHEN et al, 2005; MISHRA et al, 2008).

A utilização do sistema de bioflocos nessa fase já vem sido adotada por muitas fazendas, a qual possibilita a estocagem em altas densidades, reduzindo a mão de obra e área a ser utilizada no cultivo (LEGARDA, 2015). Especialmente na fase berçário, o bioflocos propicia melhor controle da qualidade de água e alimentação, resultando em um melhor desempenho do camarão (CORREIA et al, 2014).

A nutrição é fator determinante para o êxito de qualquer projeto aquícola. Porém, dietas de qualidade são onerosas, representando de 50% a 60% dos custos totais, sendo a proteína o nutriente de mais alto valor (CORREIA et al, 2014; JATOBÁ et al, 2014; PONTES; ARRUDA, 2005). A proteína é um dos nutrientes de maior importância em dietas para fases iniciais do ciclo de vida do camarão, e tem como sua principal fonte a farinha de peixe, devido a seu ótimo perfil de aminoácidos e ácidos graxos essenciais (TACON, 1990; BEZERRA, 2014).

A exigência proteica pode variar de acordo com o estágio do ciclo de vida e sistema de cultivo (CUZON et al, 2004; JATOBÁ et al, 2014). Especialmente para pós-larvas, Colvin e Brand (1977) relataram exigência de 30% a 35% de PB para um bom crescimento do *L. vannamei*. No entanto o nível de proteína bruta utilizado na maior parte das dietas comerciais para a fase de pós-larvas, possuem 40% PB.

Atualmente, existem vários trabalhos sobre a nutrição do *L. vannamei* voltados para exigência proteica na dieta especialmente para o cultivo superintensivo em bioflocos, buscando o melhor desempenho do camarão e melhor qualidade de água reduzindo prejuízos financeiros (JATOBÁ et al, 2014; CHO; BUREAU, 2001; CORREIA et al, 2014). Entretanto pouco se sabe se a suplementação nutricional fornecida pelo bioflocos possibilita a redução dos níveis proteicos nas dietas durante a fase de berçário de *L. vannamei*.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de água e índices zootécnicos de pós-larvas de camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) alimentados com dietas contendo 31,28, 36,29, 41,57, 46,34 e 51,74 g.100g⁻¹ de proteína bruta, cultivados em sistema de bioflocos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), entre maio e junho de 2016, e teve duração de 21 dias.

2.1 Material biológico

Foram utilizadas pós-larvas (PL31) de *Litopenaeus vannamei* de uma linhagem livre de patógenos específicos (*High Health – Speedline* HB12) de notificação obrigatória pela Organização Mundial de Epizootias (OIE), adquiridas da empresa Aquatec Aquacultura Ltda. (Canguaretama, Rio Grande do Norte, Brasil). As pós-larvas tinham peso médio inicial de 0,018g.

2.2 Formulação e produção das dietas

Foram utilizadas cinco dietas com diferentes níveis proteicos, 31,28; 36,29; 41,57, 46,34 e 51,74 g.100g⁻¹ de proteína bruta (PB). As fontes proteicas utilizadas foram farinha de resíduo de salmão (72,32% PB) e farelo de soja (51,46 % PB) (Tabela 1). A manutenção dos níveis de energia foi feita pelo óleo de fígado de bacalhau incluído em diferentes quantidades. Farinha de trigo, quirera de arroz e carboximetilcelulose foram utilizadas como ingredientes aglutinantes e de preenchimento para balancear a formulação das rações. A fabricação das rações e composição centesimal foi realizada no Laboratório de Nutrição de Espécies Aquícolas (LABNUTRI) do Departamento de Aquicultura da UFSC, seguindo os procedimentos descritos

por AOAC (2005). A composição centesimal das dietas experimentais e os perfis de aminoácidos estão apresentados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 1. Composição centesimal, com base na matéria seca, dos ingredientes incluídos nas dietas experimentais para pós-larvas de *Litopenaeus vannamei*.

Composição ¹	Ingredientes, g 100 g ⁻¹			
	Farinha de resíduo de salmão	Farelo de soja	Farinha de trigo	Quirera de arroz
Proteína Bruta	72,32	51,47	12,73	8,40
Matéria Seca	88,11	89,65	88,68	86,96
Extrato Etéreo	11,76	3,34	0,90	1,18
Fibra bruta	0,07	3,71	0,23	0,42
Matéria Mineral	15,25	6,45	0,82	0,80
Energia Bruta (Kcal/Kg) *	4990,32	4350,25	4088,86	3756,00

¹Obtido por laudo de análises laboratoriais, realizado pela empresa CBO - Comércio de Produtos Bromatológicos e Análises Técnicas LTDA. *por bomba calorimétrica.

Tabela 2. Formulação e composição centesimal das dietas experimentais para pós-larva de *Litopenaeus vannamei*, com diferentes níveis de proteína bruta (PB) (com base na matéria seca).

Ingredientes	Proteína bruta, g 100g ⁻¹				
	31,28	36,29	41,57	46,34	51,74
Farinha de resíduo de salmão (72,32% PB) ¹	25,26	31,34	37,00	42,50	48,17
Farelo de soja (51,46% PB) ²	14,90	18,00	21,50	24,89	27,80
Farinha de trigo (12,73% PB) ³	13,22	12,00	12,00	11,00	9,00
Quirera de arroz (8,40% PB) ⁴	30,00	20,41	10,26	3,65	0,00
Óleo de fígado de bacalhau ⁵	3,60	3,20	3,00	1,80	0,99
Premix vitamínico ⁶	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Vitamina C ⁷	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Premix macromineral ⁸	6,62	6,62	6,62	6,62	6,62
Premix micromineral ⁹	1,62	1,62	1,62	1,63	1,63
Lecitina ¹⁰	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Carboximetilcelulose ¹¹	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Caulim ¹²	0,29	2,31	3,50	3,41	1,29

Composição Centesimal					
Proteína Bruta	31,28	36,29	41,57	46,34	51,74
Matéria Seca	88,43	88,96	89,89	88,87	88,24
Extrato Etéreo	9,56	9,98	9,62	9,92	10,04
Fibra bruta	1,26	1,45	1,66	1,87	2,07
Matéria Mineral	11,67	14,66	17,41	18,64	17,97
Energia Bruta (Kcal/Kg)	4100,00	4100,00	4143,83	4176,52	4301,15

¹Tectron Nutrição Animal (Paraná, Brasil). ²Nicoluzzi Rações Ltda. (Santa Catarina, Brasil). ³Dona Benta (Santa Catarina, Brasil). ⁴quirera de arroz (Rio Grande do Sul, Brasil). ⁵Hollandand & Barrett. ⁶In vivo Nutrição e Saúde Animal, níveis de garantia por Kg do produto: vitamina A 900mg; vit.D 25mg; vitamina E 46900mg; vitamina K 14000mg; vitamina B12 50 mg; biotina 750 mg; ácido fólico 3000 mg; niacina 70000mg; ácido pantotênico 40000mg; vit. B6 33000; riboflavina 20000mg; tiamina 30000mg. ⁷Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda.

(São Paulo, Brasil).⁹In vivo Nutrição e Saúde Animal, níveis de garantia por Kg do produto: cobre 23330mg; manganês 6500mg; selênio 125mg; zinco 100000mg, iodo 1000mg; cobalto 50mg, magnésio 20mg; potássio 6,1mg. ¹⁰Quimidrol Produtos Químicos Ltda. ¹¹Diprolab Comércio de Materiais para Laboratório (Santa Catarina, Brasil)¹² Mineração Riaj Ltda. (São Paulo, Brasil).

Os ingredientes para cada dieta foram peneirados em malha 600µm, em seguida pesados e misturados em misturador industrial. Cada dieta foi extrusada a uma temperatura de 90 a 100°C. Os pellets foram secos em estufa a 50°C por aproximadamente 1 hora e 30 minutos, controlando a umidade a cada 10 minutos. Posteriormente foram trituradas em matriz de 1,5mm e mantidas congeladas até sua utilização para evitar oxidação e perda de ácidos graxos.

As dietas foram formuladas com o software Optimal Formula 2000, com base nas exigências nutricionais para um bom desempenho das pós-larvas de *L. vannamei* (AKIYAMA, 1988; ROSTAGNO, 2005; NRC, 2011). A espécie *Penaeus monodon* foi utilizada como espécie bandeira.

Tabela 3. Perfil de aminoácidos essenciais projetado para cada dieta formulada.

Aminoácidos essenciais	Proteína bruta, g 100g ⁻¹					Exigência*
	31,28	36,29	41,57	46,34	51,74	
Arginina	2,03	2,37	2,71	3,05	3,40	1,85
Histidina	0,84	0,98	1,13	1,28	1,42	0,76
Isoleucina	1,21	1,40	1,60	1,80	2,00	0,96
Lisina	1,84	2,20	2,55	2,90	3,25	1,61
Leucina	1,98	2,28	2,58	2,89	3,20	1,82
Metionina	0,72	0,84	0,97	1,09	1,22	0,84
Metionina+Cisteína	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	1,23
Fenilalanina	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	1,32
Fenilalanina+Tirosina	2,22	2,55	2,90	3,24	3,59	2,16
Treonina	1,22	1,44	1,65	1,87	2,08	1,23
Triptofano	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,19
Valina	1,48	1,73	1,98	2,23	2,47	1,28

*Baseada na conversão matemática de acordo com a exigência determinada para pós-larvas de *Penaeus monodon*, com base na proteína bruta. Fonte: Milamena *et al.* (1996, 1997, 1998 e 1999).

2.3 Condições experimentais

Foram utilizados quinze tanques com 400L de volume útil, mantidos em sala com iluminação artificial (12 horas claro e 12 horas escuro), equipado de sistema de aquecimento de água e aeração constante (Aero-TubeTM). Cada tanque recebeu seis substratos artificiais (Needlona[®]) para aumentar a área de superfície em 100%. A densidade proposta foi de 3000 PL.m⁻³. Antes da transferência das pós-larvas para as unidades experimentais, foi feito o enchimento dos tanques com 100% de água do tanque matriz de larvicultura (pH = 8,29,

alcalinidade = 125,87 mg.L⁻¹ CaCO₃, sólidos suspensos totais = 213,87 mg.L⁻¹, nitrogênio amoniacal = 0,61 mg.L⁻¹, nitrito = 0,54 mg.L⁻¹ e nitrato = 4,0 mg.L⁻¹).

O controle do nitrogênio foi realizado através da adição de uma fonte de carbono (açúcar refinado), cuja quantidade fornecida foi calculada de acordo com Ebeling; Timons; Bisogni (2006). Nos sete primeiros dias, a quantidade fornecida para neutralizar a amônia, foi estimada assumindo que o camarão assimila 25% do nitrogênio presente na ração, e o restante é excretado na forma de amônia. A relação Carbono/Nitrogênio (C:N) utilizada foi de 12:1.

Durante o experimento as pós-larvas foram alimentadas quatro vezes ao dia (8h00, 11h00, 14h00 e 17h00) a lanço, sendo checado o consumo através de puçá, após 2h00 da alimentação. A quantidade de ração foi oferecida de acordo com a tabela de alimentação de Van-Wyk (1999), 20% da biomassa por dia, e ajustada de acordo com biometrias semanais. Ocasionalmente a ração era reduzida conforme o consumo observado na checagens.

2.4 Análises de qualidade de água

Concentração de oxigênio dissolvido e temperatura foram aferidos duas vezes ao dia (oxímetro YSI 55). Salinidade (salinômetro digital YSI 30), pH (pHmetro YSI 100), nitrato, sólidos suspensos totais (APHA, 1998 – 2540 E) e sólidos sedimentáveis (cone Imhoff), foram monitorados semanalmente. Alcalinidade, amônia total e nitrito (APHA, 1998) foram verificados três vezes na semana.

2.5 Índices zootécnicos

Após o período experimental os índices zootécnicos avaliados foram, peso médio final (g), incremento na biomassa (g), produtividade (g.m⁻³), sobrevivência estimada (%) e fator de conversão alimentar. Outros fatores avaliados foram consumo de ração (g), consumo de cal hidratada (g) e consumo de açúcar refinado (g).

2.6 Análises estatísticas

Para todos os dados foi realizada análise de variância (ANOVA) unifatorial, seguida do teste Student Newman Keuls (SNK) para separação de médias quando detectada diferença significativa entre os tratamentos. Para todos os testes o nível de significância utilizado foi de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas para índices zootécnicos (peso final, sobrevivência estimada, incremento na biomassa, fator de conversão alimentar e produtividade) de pós-larvas de *L. vannamei* alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) nas dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Desempenho zootécnico (média \pm desvio padrão) de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* cultivadas em berçário de sistema em bioflocos, alimentados com diferentes níveis de proteína bruta (PB).

Tratamentos (g.100 ⁻¹ PB)	Peso final (g)	Sobrevivência estimada (%)	Incremento na biomassa (g)	Fator de Conversão Alimentar	Produtividade (g.m ⁻³)
31,28	0,14 \pm 0,03	94,4 \pm 8,40	130,76 \pm 19,01	1,17 \pm 0,11	380,0 \pm 50,0
36,29	0,16 \pm 0,03	79,9 \pm 11,14	128,38 \pm 25,27	1,16 \pm 0,17	380,0 \pm 60,0
41,57	0,18 \pm 0,05	95,8 \pm 18,33	187,52 \pm 81,48	1,03 \pm 0,25	520,0 \pm 200,0
46,34	0,20 \pm 0,04	97,6 \pm 5,15	208,77 \pm 56,96	1,04 \pm 0,21	580,0 \pm 140,0
51,74	0,21 \pm 0,02	93,2 \pm 2,59	216,34 \pm 32,28	0,93 \pm 0,03	600,0 \pm 80,0
Significância	0,153527	0,329084	0,136840	0,429560	0,136840

O resultado corroborou com o obtido por Hopkins; Sandifer e Browdy (1995) que também não observaram diferença significativa para o crescimento de pós-larvas de *Penaeus vannamei* alimentados com 20 e 40% de PB nas dietas, em sistema sem renovação de água. Por outro lado, Ballester et al (2010), ao fornecerem dietas com diferentes níveis proteicos (250, 300, 350, 400 e 450 g.Kg⁻¹ de PB) para pós-larvas de *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em sistema de bioflocos, observaram diferenças significativas para desempenho zootécnico, onde os tratamentos mais proteicos (400 e 450 g.Kg⁻¹ de PB) foram os que apresentaram melhor desempenho para peso final, ganho em peso, taxa de crescimento instantâneo e fator de conversão alimentar.

Para o consumo de ração, não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos. Entretanto, nota-se que os camarões alimentados com 46,34 e 51,74 g.100g⁻¹ de PB nas dietas consumiram aproximadamente 27% mais ração que os alimentados com 31,28 e 36,29 g.100g⁻¹ de PB (Tabela 5). Esse maior consumo deve-se provavelmente a maior concentração de farinha de peixe na ração, ingrediente que a torna mais atrativa (BEZERRA, 2014). Contudo, esse consumo não garantiu um melhor desempenho das pós-larvas, possivelmente devido ao

perfil de aminoácidos que essas dietas apresentavam, acima da exigência descrita na literatura para pós-larvas de *L. vannamei*.

Tabela 5. Consumo de ração, açúcar e cal hidratada (média \pm desvio padrão) de berçário de camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos, alimentados com diferentes níveis de proteína bruta (PB).

Tratamentos (g.100 ⁻¹ PB)	Consumo ração (g)	Consumo açúcar (g)	Consumo cal hidratada (g)
31,28	152,47 \pm 13,86	121,47 \pm 20,85 ^a	13,87 \pm 2,99 ^a
36,29	146,69 \pm 10,58	100,35 \pm 69,02 ^a	15,80 \pm 1,95 ^a
41,57	179,50 \pm 46,94	201,09 \pm 51,0 ^{ab}	23,34 \pm 6,21 ^{ab}
46,34	210,54 \pm 26,36	265,02 \pm 56,32 ^b	26,92 \pm 4,29 ^b
51,74	201,13 \pm 24,63	274,58 \pm 34,38 ^b	29,42 \pm 3,46 ^b
Significância	0,062834	0,003851	0,004225

*Diferentes letras indicam diferenças significativas entre tratamentos através da ANOVA e SNK para separação de médias.

Em relação aos parâmetros de qualidade de água, os dados de temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, pH e sólidos suspensos totais não apresentaram diferença significativa entre tratamentos (Tabela 6) e estiveram adequados para o cultivo de *L. vannamei* durante todo o experimento (BOYD; GAUTIER, 2000; VAN-WYK; SCARPA, 1999).

Por outro lado, os níveis de amônia no tratamento 46,34 g.100g⁻¹ de PB foram significativamente maiores em relação aos tratamentos 31,28, 36,29 e 41,57 g.100g⁻¹ de PB. Já o nitrito foi observado em maiores quantidades nos tratamentos com maior inclusão de proteína bruta (46,34 e 51,74 g.100g⁻¹ de PB). Em geral, os tratamentos com maiores teores proteicos na dieta foram os que demonstraram maiores concentrações de compostos nitrogenados (Tabela 6), conseqüentemente os tratamentos com maior PB (46,34 e 51,74 g.100g⁻¹) exigiram um maior consumo de açúcar refinado (Tabela5), devido a uma maior quantidade de nitrogênio na água, proveniente da maior quantidade de proteína bruta nestas dietas.

Em relação ao nitrito, este parâmetro apresentou altas taxas na última semana do experimento, alcançando 28,9, 38,2 e 39,5 mg.L⁻¹ em média para os tratamentos de 41,57, 46,34 e 51,74 g.100g⁻¹ de PB, respectivamente (Figura 1), ultrapassando os limites aceitáveis para a espécie (25,7 mg.L⁻¹ em salinidade 35) (LIN; CHEN, 2003). No entanto não interferiu nas taxas de sobrevivência dos tratamentos pois não foram observadas mortalidades. Para amônia, os valores se encontraram menores que 1 mg.L⁻¹ durante todo o período experimental em todos os tratamentos.

Ao alimentarem o camarão *Penaeus setiferus* com dietas contendo 45% e 20% de PB, encontraram diferença significativa para níveis de amônia e nitrito, onde a dieta mais proteica resultou em maiores concentrações destes compostos nitrogenados (SAMOCHA; LAWRENCE; HOROWITZ, 1998). O mesmo foi observado por Hari et al (2006), onde os maiores níveis de proteína causaram níveis significativamente maiores de amônia e nitrito.

O tratamento 51,74 g.100g⁻¹ de PB, apresentou menor valor para alcalinidade em relação ao tratamento 31,28 g.100g⁻¹ de PB, já os demais tratamentos (36,29, 41,57 e 46,34 g.100g⁻¹) não divergiram. Relação semelhante foi observada por Hari et al (2006) onde a maior inclusão de proteína nas dietas resultou em níveis mais baixos de alcalinidade devido ao aumento da nitrificação, onde os íons H⁺ liberados durante esse processo afetaram negativamente a alcalinidade afim de manter os níveis de pH adequados. Os tratamentos que apresentaram menores alcalinidades foram os que apresentaram maior consumo de cal ($p < 0,05$). Fato este devido ao consumo da alcalinidade como fonte de carbono pelas bactérias nitrificantes, que é um ponto importante em sistema com zero troca de água, se fazendo necessário a adição de carbonatos (EBELING; TIMONS; BISOGNI, 2006; PIÉRRRI, 2012).

Tabela 6. Parâmetros de qualidade de água (média ± desvio padrão) de berçário de camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos, alimentados com diferentes níveis de proteína bruta (PB).

Tratamentos (g.100 ⁻¹ PB)	Temperatura manhã (°C)	Temperatura tarde (°C)	OD manhã (mg.L ⁻¹)	OD tarde (mg.L ⁻¹)	pH
31,28	28,49 ± 0,40	28,44 ± 0,36	5,85 ± 0,06	5,87 ± 0,05	8,07 ± 0,02
36,29	28,10 ± 1,03	28,14 ± 0,96	5,94 ± 0,25	6,02 ± 0,20	8,04 ± 0,06
41,57	27,92 ± 0,44	28,12 ± 0,22	5,82 ± 0,18	5,98 ± 0,12	8,05 ± 0,04
46,34	27,82 ± 0,21	27,85 ± 0,17	5,95 ± 0,02	6,00 ± 0,05	8,06 ± 0,02
51,74	28,24 ± 0,40	28,31 ± 0,33	5,80 ± 0,11	5,89 ± 0,07	7,88 ± 0,45
Significância	0,671630	0,429809	0,646448	0,676367	0,776652

*OD: Oxigênio Dissolvido.

Continuação tabela 6.

Tratamentos (g.100 ⁻¹ PB)	Salinidade	Sólidos Suspensos Totais (mg.L ⁻¹)	Alcalinidade (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	Amônia (mg.L ⁻¹)	Nitrato (mg.L ⁻¹)
31,28	35,7 ± 0,73	225,3 ± 1,64	137,9 ± 0,69 ^b	0,11 ± 0,03 ^a	5,63 ± 0,50 ^a
36,29	35,2 ± 0,70	229,9 ± 21,26	134,0 ± 3,00 ^{ab}	0,11 ± 0,03 ^a	4,64 ± 2,11 ^a
41,57	34,8 ± 0,53	225,4 ± 15,79	133,2 ± 2,04 ^{ab}	0,12 ± 0,02 ^a	7,39 ± 1,30 ^{ab}
46,34	34,7 ± 0,81	216,4 ± 15,28	134,9 ± 0,81 ^{ab}	0,17 ± 0,01 ^b	9,16 ± 1,35 ^b
51,74	34,2 ± 0,28	222,8 ± 6,84	131,1 ± 0,84 ^a	0,16 ± 0,02 ^{ab}	9,16 ± 0,76 ^b
Significância	0,141229	0,823018	0,023296	0,015376	0,005545

*Diferentes letras indicam diferenças significativas entre tratamentos através da ANOVA e SNK para separação de médias.

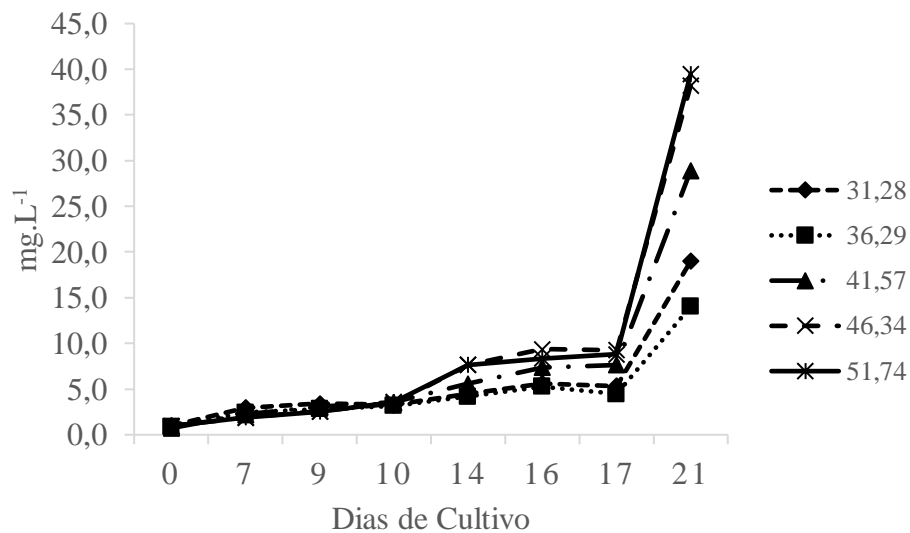


Figura 1. Média da variação do total de nitrato (mg.L⁻¹) ao longo do berçário de *Litopenaeus vannamei*, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta (PB) em sistema de bioflocos.

4 CONCLUSÃO

É possível reduzir o nível de proteína bruta na dieta de pós-larvas de camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) a 31,28 g.100g⁻¹ de PB, durante um período de 21 dias, sem comprometer os índices zootécnicos e reduzindo o risco de concentrações tóxicas de compostos nitrogenados.

REFERÊNCIAS

AKIYAMA, D. M. **The use of soy products and other plant protein supplements in aquaculture feeds**. American Soybean Association. 15 p. Singapore. 1988.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of the AOAC International**. 18ed. Maryland – USA. 2005.

APHA (American Public Health Association). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20ed. Washington. 1998.

AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for a new comprehensive approach. **Aquacultural Engineering**. v. 34, p. 172 – 178. 2006.

BALLESTER, E. L. C.; et al. Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. **Aquaculture Nutrition**. v. 16. p. 163 – 172. 2010.

BEZERRA, A. J. M. **Nível e fonte de proteína na alimentação do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado na presença de bioflocos**. Tese (Doutorado – Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 97p. 2014.

BOYD, C. E.; GAUTIER, D. Effluent composition and water quality standards. **Global Aquaculture Advocate**. v. 3. p. 61 – 66. 2000.

BROWDY, C. L.; et al. Biofloc-based Aquaculture Systems. In: **Aquaculture Production Systems**. 1 ed., cap. 12. p. 278 – 307. 2012

CHO, C. Y.; BUREAU D. P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture Research**. v. 32, p. 349 – 360. 2001.

COHEN, J. M.; et al. Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *Litopenaeus vannamei* using limited discharge and biosecure management tools. **Aquacultural Engineering**. v. 32, p. 435 – 442. 2005.

COLVIN, L. B.; BRAND, W. **The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems**. Tucson, Arizona. 1977.

CORREIA, E.S.; et al. Intensive nursery production of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* using two commercial feeds with high and low protein content in a biofloc-dominated system. **Aquacultural Engineering**. v. 59, p. 48 – 54. 2014.

CRAB, R.; et al. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**. p. 351 – 356. 2012.

CUZON, G.; et al. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. **Aquaculture**. v. 235. p. 513 – 551. 2004.

EBELING, J.M.; TIMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. Stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, heterotrophic bacterial control of ammonia-nitrogen in zero-exchange production systems. **Aquaculture**. v. 257. p. 346 – 358. 2006.

EMERENCIANO, M.; GAXIOLA, G.; CUZON, G. **Biofloc Technology (BFT):** A review for aquaculture application and animal food industry. p. 301 – 328. 2013.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **FAO Yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics 2014**. Roma. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/478cfa2b-90f0-4902-a836-94a5dddd6730/i3740t.pdf>>. Acesso em: 16 agosto 2016.

FUGIMURA, M. M. S.; et al. Criação do camarão *Litopenaeus schmitti* com diferentes salinidades e níveis de proteína na dieta em sistema de bioflocos. **Boletim Instituto de Pesca**. São Paulo. v. 41. p. 865 – 876. 2015.

GRILLO, M.; DUGGER, D. M.; JORY, D. E. Zero-Exchange Shrimp Production: Success in WSSV – Infected Panama. **The Advocate**. p. 55 – 56. 2000.

HARI, B. et al. The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. **Aquaculture**. v. 252. p. 248 – 263. 2006.

HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L. Effect of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 26. n. 1. 1995.

JATOBÁ, A.; et al. Protein levels for *Litopenaeus vannamei* in semi-intensive an biofloc systems. **Aquaculture**. v. 432. p. 365 – 371. 2014.

KRUMMENAUER, D.; et al. Sistemas de injetores de ar nos cultivos superintensivos em meio aos bioflocos. **Panorama da Aquicultura**. v. 26. n. 155. p. 24 – 31. 2016.

LEGARDA, E. C. **Berçário de camarão em sistema de bioflocos: Densidade de estocagem e substrato artificial**. Dissertação (Mestrado – Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 61 p. 2015.

LIN, Y. C.; CHEN, J. C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**. v. 224. p. 193 – 201. 2003.

MILAMENA, O. M.; BAUTISTA-TERUEL, M. N.; KANAZAWA, A. Methionine requirement of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon* Fabricius. **Aquaculture**. v. 143. p. 403-410. 1996.

MILAMENA, O. M.; et al. Threonine requirement of juvenile marine shrimp *Penaeus monodon*. **Aquaculture**. v. 151. p. 9-14. 1997.

MILAMENA, O. M.; et al. Requirements of juvenile marine shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius) for lysine and arginine. **Aquaculture**. v.164. p.95-104. 1998.

MILAMENA, O. M.; et al. Quantitative dietary requirements of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon*, for histidine, isoleucine, leucine, phenylalanine and tryptophan. **Aquaculture**. v.179. p.169-179. 1999.

MISHRA, J. K.; et al. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. **Aquacultural Engineering**. v. 38. p. 2 -15. 2008.

NRC (National Research Council). **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. Committee on Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington: National Academic Press. p. 376. 2011.

PIÉRRI, V. **Efeito da alcalinidade sobre o cultivo do *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos**. Dissertação (Mestrado – Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 48 p. 2012.

PONTES, C. S.; ARRUDA, M. F. Comportamento de *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em função da oferta do alimento artificial nas fases clara e escura do período de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 22. p. 648 – 652. 2005.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ed. 186p. 2005.

SAMOCHA, T. M.; LAWRENCE, A. L.; HOROWITZ, S. The use of commercial probiotics in the production of marine shrimp under no water exchange. In: **The second international conference on recirculating aquaculture**. p. 373 – 375. 1998.

SCHVEITZER, R. **Efeito dos sólidos suspensos totais na água e dos substratos artificiais sobre o cultivo superintensivo de *Litopenaeus vannamei* com bioflocos**. Tese (Doutorado – Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 134 p. 2012.

TACON, A. G. J. **The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp – a training manual**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1990. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/contents/d66b3e1f-c059-50fa-9ba2-717e9940b7f1/AB470E00.htm> >. Acesso em: 05 nov. 2016.

VAN-WYK, P. Nutrition and Feeding of *Litopenaeus vannamei* in Intensive Culture Systems. In: (Ed.). **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**. Florida: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 220 p. cap.7.1999.

VAN-WYK, P.; SCARPA, J. Water Quality Requirements and Management. In: (Ed.). **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**. Florida: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 220 p. cap.8.1999.

WASIELESKY, W.; et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**. v. 258. p. 396 – 403. 2006.

WASIELESKY, W.; et al. Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: The effect of stocking densities and compensatory growth. **Journal of Shellfish Research**. v. 32. p. 799 – 806. 2013.