



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

LUCAS ALVES RUFINO

**INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÓLEO DE KRILL NO DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* CULTIVADO
EM TANQUES ESTUFADOS E ABERTOS**

FORTALEZA

2019

LUCAS ALVES RUFINO

INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÓLEO DE KRILL NO DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* CULTIVADO EM
TANQUES ESTUFADOS E ABERTOS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- R865i Rufino, Lucas Alves.
Influência da Suplementação de Óleo de Krill no Desempenho Zootécnico de Juvenis do Camarão
Litopenaeus Vannamei Cultivado em Tanques Estufados e Abertos / Lucas Alves Rufino. – 2019.
31 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.
1. Nutrição. 2. Aditivo alimentar. 3. Óleo de krill. I. Título.

CDD 639.2

LUCAS ALVES RUFINO

INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÓLEO DE KRILL NO DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* CULTIVADO EM
TANQUES ESTUFADOS E ABERTOS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Aprovada em: ___ / ___ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes

(Orientador) Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Alessandra Cristina da Silva

Universidade Federal do Ceará (UFC)

MsC. Jordana Sampaio Leite

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Célia e Eduardo.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura, pela concessão da bolsa de pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes pelo apoio em todos os momentos deste trabalho, por todo aprendizado nesses anos, além das oportunidades profissionais por ele oferecidas. Aos membros desta banca professora Alessandra Cristina da Silva e M.Sc. Jordana Sampaio Leite por terem aceitado de bom grado o convite para participar da avaliação deste trabalho e ter contribuído com suas colaborações e sugestões.

A todos os amigos e companheiros do Laboratório de Organismos Aquáticos (LANOA) em especial, Sandra Maria, Sebastião Júnior, Daniel Camelo, Simone Sales, Alann Guedes, Thiago Castro, Hassan Sabry Neto e Jordana Leite, pelo aprendizado, parceria e amizade. E todos os amigos recém-chegados no laboratório pelo apoio e amizade.

A todos os meus amigos da turma de Engenharia de Pesca 2015.1 em especial Simone Sales, Daniel Camelo, Fernando Pablo, Beatriz Emilly, Creusa Gomes, Meirielle Marciel, Esaú de Tillesse pela amizade e parceria nesses anos todos.

A todos os membros e ex-membros da Empresa Junior CORAq – Consultoria em Recursos Aquáticos pela oportunidade de estar mais próximos do mercado de trabalho, pela experiência de elaboração de projetos e desenvolvimento de soluções técnicas, em especial Edson Luiz, Caio Servulo, Sabrina Rodrigues, Lucas Henrique, Átila Dantas pela amizade e parceria nesses anos todos.

A todos os familiares que estiveram torcendo desde o início desta jornada principalmente meus pais Maria Célia Alves Moreira e Eduardo Rufino de Sousa Neto e minha avó Maria Socorro Bezerra de Sousa por terem me proporcionado tudo que precisava para chegar até aqui sem medir qualquer esforço para isso e sempre acreditando que era possível.

E a mulher que me deu amor, carinho, apoio e que me ajudou a superar todos os percalços durante minha caminhada, que soube ser resiliente, companheira e altruísta, em especial ao meu amor, Natalya Melo Chagas.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota” (Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

Os óleos marinhos são fontes de energia e de nutrientes essenciais para os camarões, contendo fosfolípidios, colesterol e ácidos graxos altamente insaturados da série ômega-3. O óleo de krill é obtido do processamento do krill da Antártica, *Euphausia superba*. O produto contém um mínimo de 750 mg/kg de astaxantina natural, conhecido por realçar a cor do tecido caudal dos camarões e aumentar da resistência imunológica devido sua função antioxidante. O presente trabalho objetivou analisar o efeito da suplementação de óleo de krill rico em astaxantina (QRILL™ Astaxanthin Oil, Aker Biomarine Antarctic AS, Lysaker, Noruega) em uma ração comercial para juvenis do *L. vannamei* em diferentes sistemas de cultivo (estufado e aberto). Os camarões foram cultivados em 54 tanques de 1 m³ mantidos em área aberta. Os tanques estufados foram tampados e cobertos com uma lona plástica impermeável de cor leitosa promovendo um aumento da temperatura. Os tanques abertos foram mantidos expostos a luz solar, cobertos apenas com uma malha de 8 mm, para evitar o escape dos camarões. Um total de 7.182 animais com um peso médio corporal de $1,08 \pm 0,11$ g foram estocados com densidade de 135 camarões/m². A ração comercial para camarões foi suplementada com 3% de óleo, nas combinações de 0-3, 1-2, 2-1 e 3-0% de óleo de krill (K) e óleo de soja (S), respectivamente. Os óleos foram misturados e espalhados manualmente sob a ração comercial. A dieta controle (CTL) consistiu na ração comercial sem suplementação adicional de óleo. Foram designados entre cinco a seis tanques de cultivo para cada tratamento dietético. Os camarões foram alimentados quatro vezes ao dia através de um alimentador automático. No sistema aberto e estufado, a alimentação dos camarões com a dieta suplementada com 1 e 2% de óleo de krill resultou em um aumento significativo no crescimento semanal, no peso corporal final e na produtividade, respectivamente. A suplementação de 3% de óleo, seja de soja ou krill ou a combinação dos dois, promoveu uma melhoria significativa na eficiência alimentar. Os resultados indicaram que a suplementação de 1 ou 2% de óleo de krill rico em astaxantina promoveu o melhor desempenho zootécnico de juvenis do *L. vannamei*.

Palavras-chave: Nutrição, Aditivo alimentar, Óleo de krill

ABSTRACT

Marine oils are sources of energy and nutrients essential for shrimp, containing phospholipids, cholesterol and highly unsaturated omega-3 fatty acids. Krill oil is obtained from the processing of Antarctic krill, *Euphausia superba*. The product contains a minimum of 750 mg / kg of natural astaxanthin, known to enhance the color of shrimp caudal tissue and increase immune resistance due to its antioxidant function. The present work aimed to analyze the effect of supplementation of astaxanthin-rich krill oil (QRILL™ Astaxanthin Oil, Aker Biomarine Antarctic AS, Lysaker, Norway) on a commercial ration for *L. vannamei* juveniles in different cultivation systems (stewed and open). Shrimps were cultivated in 54 open 1 m³ tanks. The stewed tanks were capped and covered with a milky waterproof plastic tarpaulin to increase the temperature. The open tanks were kept exposed to sunlight, covered only with an 8 mm mesh, to prevent shrimp from escaping. A total of 7,182 animals with an average body weight of 1.08 ± 0.11 g were stocked at a density of 135 shrimps / m². The commercial shrimp diet was supplemented with 3% oil in the combinations of 0-3, 1-2, 2-1 and 3-0% of krill (K) and soybean (S) oil, respectively. The oils were mixed and spread by hand under commercial feed. The control diet (CTL) consisted of commercial diet without additional oil supplementation. Five to six cultivation tanks were assigned to each dietary treatment. Shrimps were fed four times a day through an automatic feeder. In the open and stew system, feeding shrimp with a diet supplemented with 1 and 2% krill oil resulted in a significant increase in weekly growth, final body weight and productivity, respectively. Supplementation of 3% oil, either soybean or krill or a combination of both, significantly improved feed efficiency. The results indicated that supplementation of 1 or 2% of astaxanthin-rich krill oil promoted the best zootechnical performance of *L. vannamei* juveniles.

Keywords: Krill Oil. *Litopenaeus vannamei*. Nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– (A) Unidade experimental do sistema estufado, (B) Unidade experimental do sistema aberto.....	17
Figura 2	– Disposição das unidades experimentais.....	18
Figura 3	– Rações após a adição dos óleos.....	19
Figura 4	– Layout da distribuição das unidades experimentais por tratamento.....	19
Figura 5	– Equipamentos de medição de pH (acima) e salinidade (abaixo).....	21
Figura 6	– Termômetro de sonda utilizado para medições de temperatura.....	21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Perfil da variação de salinidade durante os 74 dias de cultivo.....	23
Gráfico 2 – Perfil da variação do pH durante os 74 dias de cultivo.....	23
Gráfico 3 – Perfil da variação nictemeral da temperatura durante os 74 dias de cultivo.....	24
Gráfico 4 – Variação nictemeral da temperatura (°C) da água de cultivo de tanques abertos e estufados. As leituras foram realizadas quinzenalmente em todos os tanques. Valores representam média ± erro padrão.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos estudos indicando os benefícios da inclusão da farinha de krill nas dietas de camarão.....	16
Tabela 2 - Peso (g) de óleos incorporados aos tratamentos.....	18
Tabela 3 - Desempenho zootécnico do camarão <i>L. vannamei</i> cultivado em tanques de 1 m ³ durante 74 dias sob densidade de 135 camarões/m ² . Os tanques foram mantidos abertos ou estufados e os camarões alimentados com uma mesma ração, suplementada com diferentes combinações (%) de óleo de krill (K) e óleo de soja (S). Dados expressos como média ± desvio padrão dos resultados finais de cinco a seis tanques. Letras iguais indicam diferença estatística não significativa ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo teste Duncan.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Parâmetros físico-químicos da água	15
2.2 Óleo de Krill	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local do estudo	17
3.2 Unidades Experimentais	17
3.3 Dietas	18
3.4 Abastecimento e fertilização da água de cultivo	20
3.5 Análise dos parâmetros físico-químicos da água	20
3.6 Estocagem e despesca dos animais	21
3.7 Análise estatística	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Salinidade e pH	22
4.2 Temperatura	23
4.3 Desempenho zootécnico	26
5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é um dos ramos da produção de alimentos que mais cresce no mundo. No Brasil, a carcinicultura marinha teve início na década de 1970, porém só passou a ter investimentos privados a partir da década seguinte, com a produção de camarões peneídeos (ARAÚJO *et al.*, 2018).

Nas dietas de camarões peneídeos, a farinha de peixe é o principal ingrediente proteico, principalmente por ser rica em aminoácidos essenciais e ácidos graxos insaturados, essenciais para o seu ótimo desenvolvimento. Custos com alimentação ainda representa a maior parte dos gastos na carcinicultura, pois seus principais insumos, farinha e óleo de peixe, estão cada vez mais escassos no mercado devido à limitada capacidade dos estoques pesqueiros, aliado ao crescimento exponencial da atividade, o que gera aumentos progressivos no preço deste insumo e conseqüentemente no preço final da ração (CASTRO, 2010).

Por esse motivo, existe um grande esforço na busca por substitutivos de farinha e óleo de peixe para dietas de camarões. Diversas fontes de origem animal e vegetal já foram testadas, porém, nenhuma consegue ser tão nutricionalmente completa, nem possuir atratopalatabilidade adequada (NUNES *et al.*, 2011a). Embora haja um consenso que o uso de krill seja benéfico para o camarão, existem poucos estudos sobre a inclusão deste ingrediente na dieta do *L. vannamei*. Nesse contexto, o óleo de krill (*Euphausia superba*) apresenta-se como um aditivo alimentar com propriedades únicas, visto que possui uma excelente quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, além de uma ótima atratopalatabilidade e quantidades consideráveis de astaxantina, pigmento natural que confere a cor laranja ao camarão pós-cocção (BURRI e NUNES, 2016).

Desse modo, o presente trabalho consiste na avaliação do desempenho zootécnico de camarões, *Litopenaeus vannamei*, alimentados com ração comercial suplementada com óleo de astaxantina de Krill (QRILL™ Astaxanthin Oil, Aker Biomarine Antarctic AS, Lysaker, Noruega) ou óleo de soja em dois sistemas de cultivo distintos (estufado ou aberto), bem como identificar a influência dos parâmetros físico-químicos da água nos diferentes sistemas de cultivo sob o desempenho zootécnico do camarão branco *L. vannamei*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Parâmetros físico-químicos da água

A temperatura tem influência direta sobre o metabolismo, consumo de oxigênio, conversão alimentar, crescimento e sobrevivência dos crustáceos em geral, visto que são animais ectotérmicos (QUING-LU *et al.*, 2007). Krummenauer (2008) explicou que o camarão *L. vannamei* é capaz de sobreviver a temperaturas entre 15°C e 35°C, embora o crescimento ideal fique na faixa de 28°C à 32°C.

Em regiões de clima temperado ou subtropicais apenas se cultivava *L. vannamei* durante o período de verão, em vista das baixas temperaturas durante o inverno, o que por muitas vezes inviabilizava o cultivo, devido ao elevado custo (KRUMMENAUER, 2008). Poersch *et al.* (2007) afirmam que a utilização de estufa é a solução para o cultivo sazonal, uma vez que a estufa consiste em uma membrana impermeável que confere um isolamento térmico, possibilitando o cultivo mesmo em zonas onde a temperatura externa seja abaixo da letal para o organismo.

Azim *et al.* (2008) apresentam que o pH da água de cultivo sofre uma redução ao longo do ciclo, principalmente devido ao desenvolvimento de microrganismos pois seus mecanismos de respiração incorporam CO₂ na água de cultivo, acidificando o meio. Já Buford *et al.* (2003), atribuíram essa acidificação do meio ao acúmulo de compostos nitrogenados e apesar de ter utilizado a amônia nitrogenada total em seus estudos, relacionou, esse fenômeno, a sua forma não ionizada.

A salinidade ideal para o *L. vannamei* é próximo de 20 g/L, pois esta concentração de sais se aproxima do ponto isosmótico da espécie, condição em que há um menor gasto de energia para osmorregulação (LI *et al.*, 2008). Roy *et al.* (2007) demonstram que em condições de alta salinidade, esses organismos são levados a utilizar mecanismos de adaptação para manter sua homeostasia, gastando mais energia para isso, o que leva a um consequente retardo no crescimento corporal.

2.2 Óleo de Krill

Castro (2010) afirma que a alteração na fonte de óleo utilizada em ração para o cultivo de camarões peneídeos gera modificações nos aspectos qualitativos do produto final. Disserta ainda sobre as vantagens para a saúde humana da inserção de uma maior quantidade de fontes de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) (melhorias nas respostas anti-inflamatórias, redução do risco de problemas cardiovasculares, melhoria da atividade cerebral e melhoria na

qualidade do leite materno). Além da importância para saúde humana, os AGPI's podem interferir diretamente no sabor e na coloração do camarão, segundo Wood *et al.* (2005).

A salmonicultura, há muito tempo, utiliza-se da manipulação da coloração do produto através da nutrição, visto que os consumidores utilizam de características organolépticas para atestar a qualidade do produto, e dentro delas umas das que mais é levada em consideração é a coloração (SYLVIA *et al.*, 1996). Gouveia *et al.* (1996) explicam que para garantir um bom padrão de coloração nos produtos da aquicultura, o setor produtivo juntamente com os fabricantes de ração utilizam pigmentos artificiais ou buscam fontes alternativas de astaxantina.

O grande problema é que, da mesma forma que ocorre com os alimentos transgênicos, o FDA (*Food and Drug Administration*) obriga os produtores a informar que o produto contém pigmentação artificial, o que para alguns consumidores sugerem uma pior qualidade do produto e não o compram (GUTTORMSEN, 2002). O mesmo autor afirma ainda que um dos grandes entraves para a utilização de fontes alternativas de astaxantina, como encontrado nas algas *Haematococcus pluvialis* e *Chlorella vulgaris* e na levedura *Phaffia rhodozyma* (GOUVEIA *et al.*, 1996) é o alto custo de inclusão, que no caso do salmão, chega a 16% do custo da ração.

Desta forma, Castro (2010) afirma que o óleo de krill pode ser uma excelente fonte alternativa tanto de ácidos graxos polinsaturados quanto de astaxantina a ser incluída nas rações para o cultivo de *L. vannamei*, visto que além de uma ótima fonte desses elementos é considerado um ingrediente natural.

Tabela 1: Resumo dos estudos indicando os benefícios da inclusão da farinha de krill nas dietas de camarão.

PARÂMETROS	EXPLICAÇÃO	EFEITOS	REFERÊNCIAS
Substituição de colesterol	O colesterol é caro e a disponibilidade é inconsistente. Camarão tem capacidade limitada de produzir colesterol e mostra crescimento reduzido, se houver colesterol insuficiente na dieta.	↑ Crescimento sem colesterol na dieta	Resultados não publicados
Preferência sensorial do consumidor	A otimização dos ingredientes alimentares das dietas pode afetar não apenas o desempenho zootécnico do animal, mas também as características qualitativas do produto final, como cor, textura e sabor.	↑ Cor natural no produto final ↑ Sabor no produto ↑ Teor de EPA / DHA em caudas de camarão	Castro <i>et al.</i> , 2016
Estimulação de alimentação	Atrativos diferentes são usados para estimular o camarão a se alimentar. A refeição de Krill é um quimio estimulante que aumenta o tempo de alimentação (não a velocidade) e, portanto, a quantidade ingerida.	↑ Taxa de ingestão de ração ↑ Crescimento semanal	Derby <i>et al.</i> , 2016 Smith <i>et al.</i> , 2005
Acelerador de crescimento	Um fator de crescimento foi encontrado na fração proteica insolúvel do farelo de krill.	↑ Crescimento semanal ↓ taxa de conversão alimentar	Williams <i>et al.</i> , 2005
Estresse por hipersalinidade	O estresse osmótico leva a um crescimento mais lento do camarão, baixa taxa de conversão alimentar e menor sobrevivência.	↑ Crescimento em condições hipersalinas	Castro <i>et al.</i> , 2016
Dieta proteica de aves	A farinha de subproduto de aves é usada como substituto da farinha de peixe em alguns alimentos para camarões, mas a palatabilidade e a ingestão de alimentos são desafiadas.	↑ Palatabilidade ↑ Atratividade ↑ Ganho de peso semanal	Suresh <i>et al.</i> , 2011
Dietas de proteínas vegetais	Dietas à base de vegetais são usadas como substituto da farinha de peixe em alguns alimentos para camarões devido ao aumento dos preços e à volatilidade do mercado.	↑ Ingestão de ração ↑ Crescimento ↑ Rendimento ↑ Peso corporal final	Sabry-Neto <i>et al.</i> , 2016

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do estudo

A pesquisa foi realizada no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC) onde fica localizado o Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA). O local pertence ao Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC). O laboratório está localizado nas proximidades do estuário do Rio Pacoti e tem como coordenadas 035°00'0,25" S e 038°25'22,57" W. O cultivo experimental foi realizado no período de janeiro a março de 2019.

3.2 Unidades Experimentais

Foram utilizados 54 tanques de polietileno circulares com volume útil de 1 m³. Um total de 27 tanques foram cobertos com uma tampa plástica rígida e recobertos com uma lona plástica impermeável de cor leitosa com abertura apenas para a tubulação de aeração e para o alimentador mecânico (sistema estufado, Figura 1A). Os demais tanques foram mantidos abertos na parte superior, porém protegidos com uma tela plástica com abertura de malha de 8 mm visando o escape de camarões (sistema aberto, Figura 1B). Os tratamentos ficaram dispostos de modo alternado, tanto vertical quanto horizontalmente, de modo a evitar vícios amostrais (Figura 2).

Figura 1: (A) Unidade experimental do sistema estufado, (B) Unidade experimental do sistema aberto.



Figura 2: Disposição espacial das unidades experimentais.



Inicialmente os tanques de cultivo foram limpos com o auxílio de um jato de água pressurizado, esponjas abrasivas, recipientes plásticos e panos absorventes e desinfetados por exposição à radiação ultravioleta por 72 h.

Cada tanque foi equipado com um dispositivo de alimentação (NUNES *et al.*, 2019) programado para ofertar a ração quatro vezes ao dia (08:00, 10:50, 14:10 e 17:50 h). A aeração artificial foi suprida por dois sopradores (compressor radial de ar) com 7,5 cv de potência cada (modelo CR-9, IBRAM Indústria Brasileira de Máquinas e Equipamentos, São Paulo, SP) que ficaram ligados de forma ininterrupta até o final do cultivo.

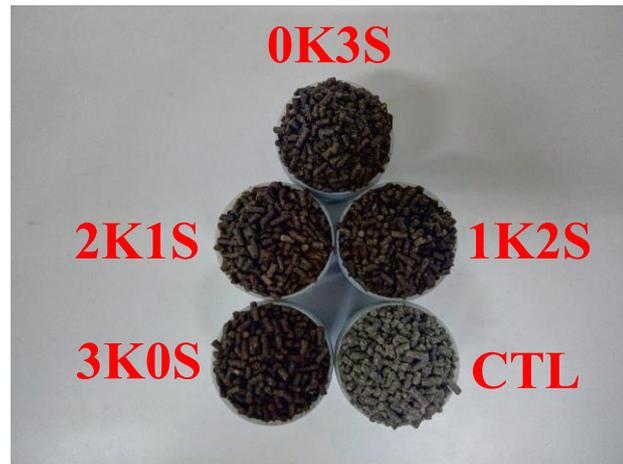
3.3 Dietas

Uma ração comercial (API Camarão Intensiva, Neovia Nutrição e Saúde Animal Ltda., São Lourenço da Mata, Pernambuco) para camarões foi utilizada e suplementada com 3% de óleo, nas combinações de 0-3, 1-2, 2-1 e 3-0% de óleo de krill (K) e óleo de soja (S), respectivamente (Tabela 1). A incorporação do óleo de soja visou manter as dietas isocalóricas e isolipídicas. Os óleos foram misturados manualmente à ração comercial. A dieta controle (CTL) consistiu da ração comercial sem suplementação adicional de óleo, totalizando 10 tratamentos experimentais.

Tabela 2: Suplementação (% da dieta, base úmida) de óleo incorporado a uma ração comercial.

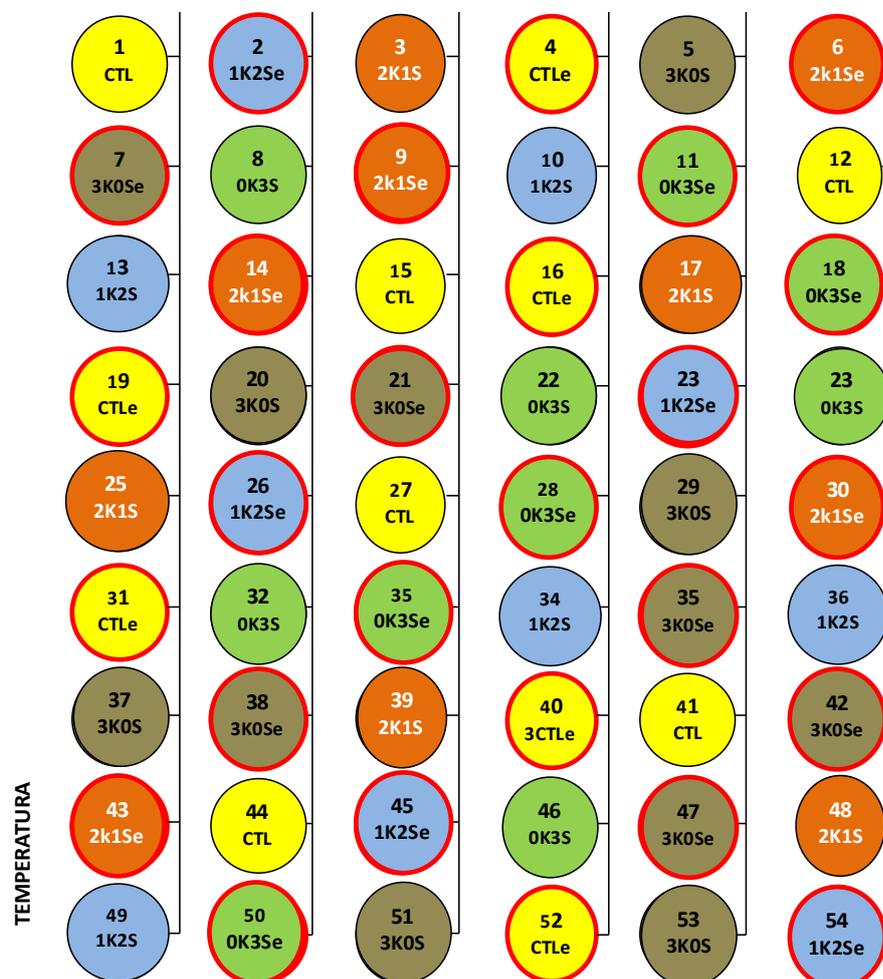
Ingrediente	Suplementação (% da dieta, base úmida)/Dietas				
	CTL	1K	2K	3K	3S
Óleo de soja	-	2,00	1,00	-	3,00
Óleo de krill	-	1,00	2,00	3,00	-

Figura 3: Rações após a adição dos óleos.



Foram designados seis tanques de cultivo para os tratamentos dietéticos CTL e 3K0S e cinco tanques para os demais, em sistema Aberto ou Estufado (Figura 4). As dietas utilizadas no sistema estufado receberam em sua nomenclatura a letra “e”, para melhor identificação.

Figura 4: *Layout* da distribuição das unidades experimentais por tratamento.



3.4 Abastecimento e fertilização da água de cultivo

A água salgada foi captada do estuário do Rio Pacoti, município de Eusébio, distante 350 m de dois reservatórios de 20.000 Litros. Após o armazenamento, a água foi submetida a filtragem em filtro de areia por 24 h e então distribuída aos tanques de cultivo. A fertilização foi realizada utilizando um inóculo de uma água de cultivo anterior visando o rápido estabelecimento de bactérias nitrificantes. Cerca de 20% de volume total de cada tanque foi preenchido com inóculo e o restante com água salgada previamente filtrada.

A fertilização inicial foi realizada com a utilização de melaço de cana de açúcar em pó e ração moída. Foi realizada uma aplicação de 7 g/m³ de cada produto durante cinco dias consecutivos. Durante a fertilização da água, os tanques foram mantidos em regime de recirculação da água com o objetivo de homogeneizar e misturar a água. A recirculação ocorreu a uma taxa de 14% do volume diário/tanque, sendo a água do fundo drenada para um reservatório enterrado de 10.000 L. A fertilização também ocorreu nesse reservatório utilizando 50 g/m³ de melaço de cana de açúcar em pó e ração moída. Toda a água drenada para esse reservatório retornava para os tanques de cultivo mediante o bombeamento.

Após o povoamento dos camarões, a recirculação da água foi interrompida até o final do experimento, havendo apenas reposição de água por perdas devido a evaporação e trocas parciais de água (15%) quando a concentração de sólidos sedimentáveis (SS) ultrapassava 15 mL/L. Após a aclimatação, durante os 20 primeiros dias de cultivo, foram adicionados 7,7 g de melaço aos tanques em dias alternados, sendo encerrada a fertilização após esse período.

3.5 Análise dos parâmetros físico-químicos da água

Os parâmetros de qualidade da água foram medidos diariamente, durante todos os dias de cultivo (com exceção dos domingos), a partir de 09:00 h em todos os tanques. Os parâmetros foram aferidos utilizando um refratômetro para determinar a salinidade e um pHmetro para aferir o pH e a temperatura da água. Os sólidos sedimentáveis (SS) foram medidos semanalmente em cones de Imhoff de 1.000 mL (J. Porlab Indústria e Comércio de Produtos para Laboratório Ltda., São José dos Pinhais, Paraná) utilizando a metodologia descrita por Castro (2010). Esses parâmetros foram verificados para determinar a necessidade de trocas parciais de água.

Figura 5: Equipamentos de medição de pH (acima) e salinidade (abaixo).



A temperatura da água foi aferida a cada hora, iniciando as 08:00 e finalizando as 16:00 h, diariamente (com exceção dos domingos). Quinzenalmente foi realizada uma análise nictemeral da temperatura. As medidas foram realizadas com a utilização de termômetros digitais (Samatec Ltda., Santo André, São Paulo) acoplados aos tanques de cultivo.

Figura 6: Termômetro de sonda utilizado para medições de temperatura.



3.6 Estocagem e despesca dos animais

O povoamento dos animais foi realizado a partir da pesagem individual dos camarões, em balança eletrônica analítica e de precisão com capacidade de 3.100 g x 0,01 g (Ohaus Adventurer, Ohaus Corporation, Parsippany, New Jersey, EUA). A pesagem visou realizar uma classificação do peso corporal para alcançar um coeficiente de variação (CV) inferior a 10% (camarões entre 0,96 e 1,23 g). Foram estocados um total de 7.182 animais com um peso corporal de $1,08 \pm 0,11$ g (média \pm desvio padrão) na densidade de 133 camarões por tanque

ou 135 camarões/m². Após o povoamento, os animais passaram por um período de aclimação de quatro dias. Os camarões foram despescados após 74 dias de cultivo. Na despesca, os indivíduos foram pesados individualmente em balança de precisão.

Senti falta de um item falando sobre os parâmetros de desempenho zootécnico

3.7 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com os programas BIOSStat e IBM® SPSS® Statistics, versão 23 (IBM Corporation, Armonk, EUA). O teste de Normalidade aplicado foi o D'Agostino e a homocedasticidade foi garantida pelo primeiro programa. A Análise de Variância Univariada (ANOVA) foi aplicada para comparar as médias de desempenho zootécnico dos camarões. O teste *a posteriori* de Duncan foi utilizado para examinar as diferenças estatísticas individuais entre os tratamentos, quando observadas diferenças estatísticas ao nível de significância de 0,05. Dado as variações observadas nos parâmetros de qualidade de água (salinidade, pH e temperatura) entre os sistemas aberto e estufado, as comparações dos parâmetros zootécnicos dos camarões se restringiram as dietas empregadas em cada um dos respectivo sistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Salinidade e pH

Houve uma redução progressiva na salinidade da água ao longo do período experimental tanto no sistema aberto como no estufado. Essa redução ocorreu em função do período de chuvas visto que os tanques foram mantidos em área aberta. A salinidade da água do sistema aberto reduziu em 24 g/L comparado a 13 g/L no sistema estufado (Gráfico 1). A maior redução da salinidade no sistema ocorreu devido a sua exposição as intempéries ambientais. Comparativamente, o sistema estufado, devido a impermeabilidade de sua cobertura, sofreu uma menor variação na salinidade. A salinidade apresentou-se diferente estatisticamente entre os dois sistemas ($P < 0,05$) alcançando uma média (\pm desvio padrão) de 31 ± 6 (n = 1.080) e 36 ± 4 g/L (n = 1.080) nos sistemas aberto e estufado, respectivamente.

O pH da água também reduziu de forma progressiva ao longo do cultivo, com variações muito similares em ambos os sistemas ($P > 0,05$). Porém, esse parâmetro foi mantido próximo da neutralidade. O pH dos sistemas aberto e estufado alcançaram uma média de $7,65 \pm 0,20$ (n = 1.080) e $7,58 \pm 0,21$ (n = 1.080), respectivamente. Notou-se que em dias de trocas parciais de água, houve uma queda abrupta deste parâmetro, que pode ser explicada pelo baixo pH da água de captação dado a ação das chuvas no estuário. Cavalcanti

(2003) observou que no período chuvoso, houve uma redução significativa da salinidade em viveiros de cultivo em sistemas abertos e que o pH dos estuário reduzem neste período, o que corrobora com os resultados obtidos neste estudo para o mesmo tipo de sistema e reforça a explicação da queda do pH nos dias de trocas parciais de água.

Gráfico 1: Perfil da variação da salinidade durante os 74 dias de cultivo.

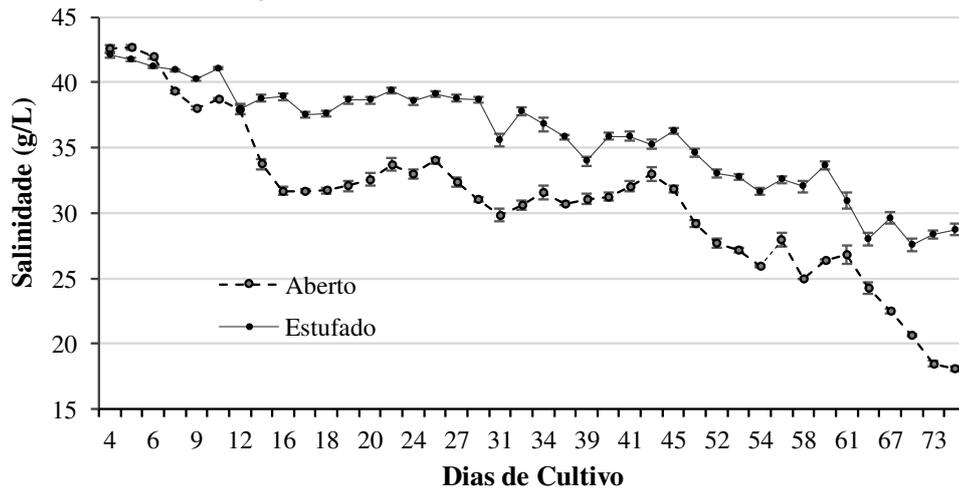
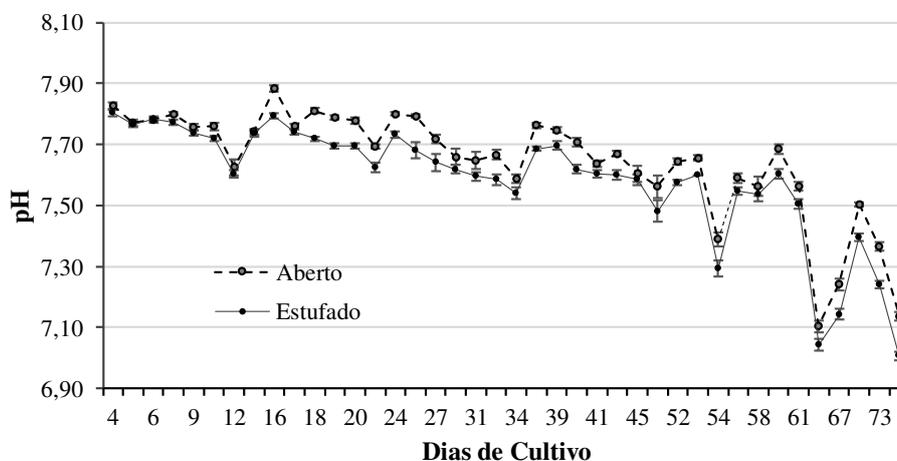


Gráfico 2: Perfil da variação do pH durante os 74 dias de cultivo.



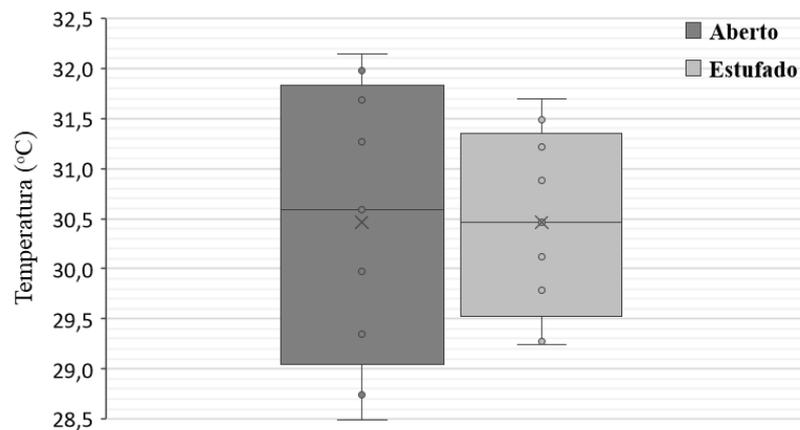
4.2 Temperatura

Foi possível observar que a temperatura, no sistema aberto, apresentou uma maior amplitude térmica, variando em média $3,6^{\circ}\text{C}$ de 08:00 às 16:00 h (Gráfico 3). Comparativamente, no sistema estufado a variação foi menor, $2,4^{\circ}\text{C}$ no mesmo período. Na análise noturna, foi observado um comportamento similar ao período diurno. O sistema aberto apresentou uma variação de $3,3^{\circ}\text{C}$ quando comparado a $2,2^{\circ}\text{C}$ do sistema fechado. Estes resultados podem ser explicados devido a impermeabilização oferecida pela lona, visto que esta conferia um maior isolamento térmico as unidades experimentais. A variação nictemeral

seguiu o mesmo padrão de variação, sendo maior no sistema aberto (3,8°C; Gráfico 4), quando comparado ao estufado (2,6 °C; Gráfico 4). Ao longo do estudo, a temperatura média da água do sistema aberto apresentou-se menor do que no estufado ($P < 0,05$) com médias de $28,7 \pm 1,0$ e $29,3 \pm 1,1^\circ\text{C}$, respectivamente.

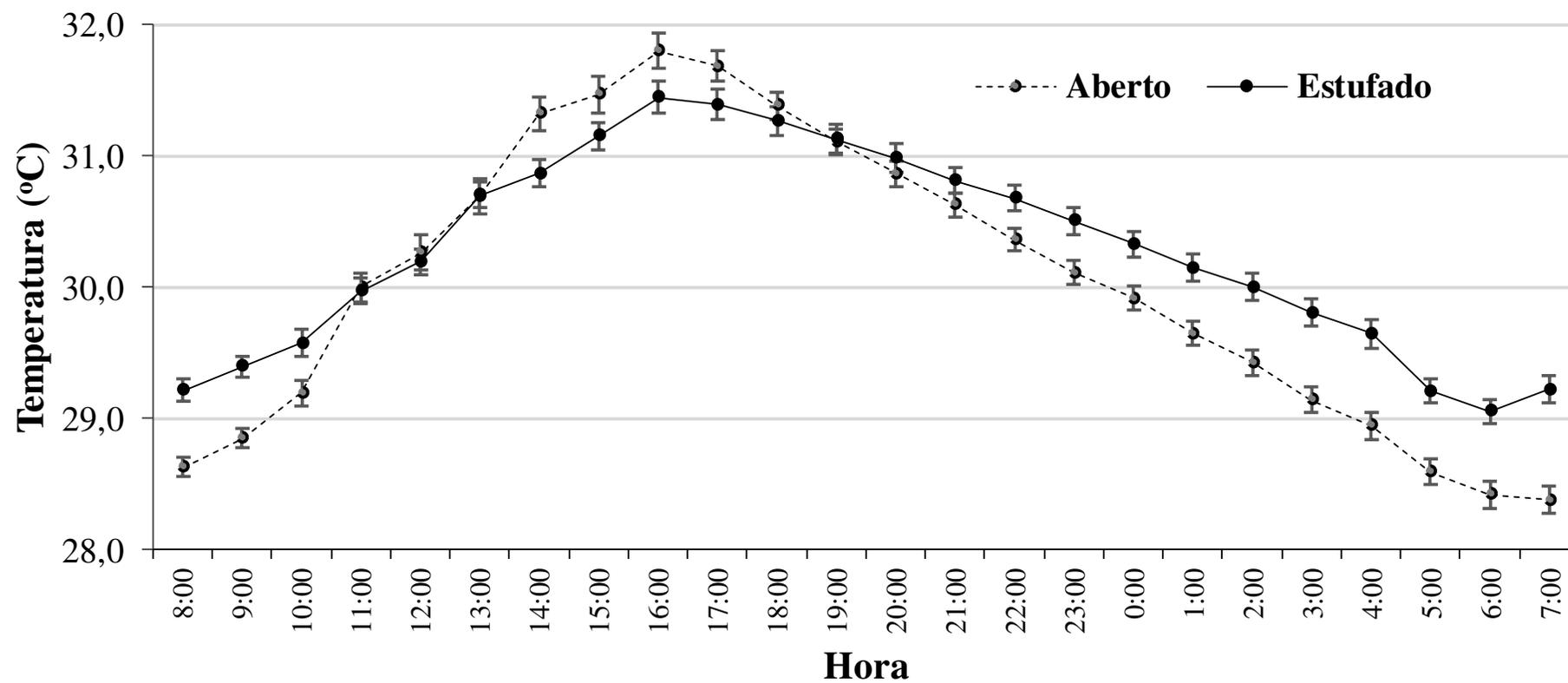
Krummenauer (2008) demonstrou que no período do inverno no Rio Grande do Sul as baixas temperaturas impossibilitavam o cultivo do *L. vannamei*. A solução encontrada foi a utilização de estufas devido ao isolamento térmico conferido. Este fato pode ser observado neste trabalho. Mesmo com o pequeno volume das unidades experimentais foi possível identificar uma diferença entre o perfil térmico dos sistemas.

Gráfico 3: Amplitude térmica ($^\circ\text{C}$) diurna dos tanques abertos e estufados. As leituras foram realizadas diariamente em todos os tanques a partir do 8º dia de cultivo, entre as 08:00 e 16:00 h. Valores representam média \pm erro padrão.



Na Região Nordeste, a redução da temperatura da água também afeta os cultivos de camarões. Segundo Nunes (2002), as menores temperaturas da água coincidem com a estação de inverno que se inicia no final de junho e se estende até o final de setembro. Este é um período caracterizado por correntes marítimas mais frias, forte predominância de ventos e esporádica ocorrência de frentes frias, fatores que atuam sobre a temperatura da água das fazendas de carcinicultura.

Gráfico 4: Variação nictemeral da temperatura (°C) da água de cultivo de tanques abertos e estufados. As leituras foram realizadas quinzenalmente em todos os tanques. Valores representam média \pm erro padrão.



4.3 Desempenho zootécnico

A sobrevivência final dos camarões foi elevada alcançando uma média de $90,6 \pm 3,8$ e $89,2 \pm 5,3\%$ nos sistemas aberto e estufado, respectivamente. A sobrevivência final dos camarões não sofreu efeito significativo da suplementação de óleo de krill, independente do sistema de cultivo ($P > 0,05$; Tabela 3). No sistema estufado, houve diferença estatística significativa no crescimento semanal dos camarões. Os camarões alimentados com a ração suplementada com 2% de óleo de krill (2K1Se) apresentaram um crescimento semanal de $0,92 \pm 0,06$ g, superior aos demais, porém não diferiu estatisticamente dos camarões alimentados com 1% de óleo de krill (1K2Se, $0,88 \pm 0,11$ g). Nos tanques abertos, o crescimento semanal não se diferenciou entre as dietas, alcançando uma média de $1,14 \pm 0,11$ g.

Os camarões foram despescados com um peso corporal superior a 8,9 e 12,2 g nos sistemas aberto e estufado, respectivamente. O peso corporal final dos camarões foi afetado pela suplementação de óleo de krill. Foi detectada diferença estatística significativa para esse parâmetro em ambos os sistemas ($P < 0,05$), sendo superior nas concentrações de 1 e 2% no sistema aberto (dietas 1K2S e 2K1S com $14,02 \pm 2,46$ e $13,91 \pm 2,57$ g, respectivamente) e de 2% no sistema estufado (2K1Se, $10,78 \pm 2,13$ g). No sistema aberto, uma inclusão de apenas 1% de óleo de krill foi suficiente para um incremento significativo no peso corporal dos camarões, enquanto que no sistema estufado, foi necessária uma inclusão mais elevada, de 2%.

Tabela 3 - Desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* cultivado em tanques de 1 m³ durante 74 dias sob densidade de 135 camarões/m². Os tanques foram mantidos abertos ou estufados e os camarões alimentados com uma mesma ração, suplementada com diferentes combinações (%) de óleo de krill (K) e óleo de soja (S). Dados expressos como média ± desvio padrão dos resultados finais de cinco a seis tanques. Letras iguais indicam diferença estatística não significativa ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo teste Duncan.

Dieta	Sobrevivência (%)	Crescimento (g/semana)	Peso Corporal Final (g)	Produtividade (g/m ²)	Consumo (g/camarão)	FCA
Tanques abertos						
CTL	88,0 ± 3,4	1,06 ± 0,15	12,22 ± 2,45 a	1.261 ± 141 a	15,0 ± 0,9	1,56 ± 0,08 a
0K3S	92,7 ± 1,7	1,08 ± 0,06	12,55 ± 2,27 b	1.375 ± 51 ab	15,2 ± 0,26	1,44 ± 0,04 b
1K2S	90,5 ± 2,4	1,23 ± 0,05	14,02 ± 2,46 c	1.515 ± 40 b	15,8 ± 0,25	1,36 ± 0,04 b
2K1S	89,3 ± 5,8	1,22 ± 0,09	13,91 ± 2,57 c	1.478 ± 62 b	16,1 ± 0,44	1,42 ± 0,07 b
3K0S	93,4 ± 1,9	1,11 ± 0,10	12,80 ± 2,29 b	1.418 ± 105 b	15,4 ± 0,61	1,42 ± 0,06 b
Média ± DP	90,6 ± 3,8	1,14 ± 0,11	-	-	15,6 ± 0,7	-
P Sig.	0,152	0,052	< 0,0001	0,004	0,052	0,001
Tanques estufados						
CTLe	88,3 ± 3,3	0,74 ± 0,07 a	8,87 ± 1,79 a	880 ± 91 a	13,44 ± 0,5 a	2,01 ± 0,18 a
0K3Se	88,0 ± 3,0	0,81 ± 0,06 ab	9,64 ± 1,91 c	964 ± 68 ab	13,88 ± 0,3 ab	1,88 ± 0,12 ab
1K2Se	91,4 ± 6,8	0,88 ± 0,11 bc	10,32 ± 2,26 d	1.087 ± 105 c	14,24 ± 0,6 b	1,72 ± 0,13 b
2K1Se	84,2 ± 6,8	0,92 ± 0,06 c	10,78 ± 2,13 e	1.042 ± 61 bc	14,34 ± 0,4 b	1,80 ± 0,08 b
3K0Se	93,4 ± 3,7	0,76 ± 0,05 a	9,13 ± 1,98 b	970 ± 73 abc	13,33 ± 0,6 a	1,80 ± 0,09 b
Média ± DP	89,2 ± 5,3	-	-	-	-	-
P Sig.	0,089	0,006	< 0,0001	0,012	0,018	0,025

Castro *et al.* (2018) avaliaram os efeitos da suplementação do óleo de krill sobre o desempenho zootécnico de juvenis do *L. vannamei* cultivado em condições de hipersalinidade. Camarões de $2,79 \pm 0,60$ g foram estocados em tanques de $0,5 \text{ m}^3$ na densidade de 140 animais/ m^3 e cultivados durante 64 dias em uma condição isosmótica (salinidade de $23 \pm 1,2$ g/L) e hipersalina ($44 \pm 2,0$ g/L). Os autores reportaram que camarões alimentados com uma dieta contendo uma suplementação de 4,8% de óleo de krill apresentaram um aumento significativo no crescimento ($1,02 \pm 0,05$ e $0,99 \pm 0,01$ g) e peso corporal ($12,03 \pm 1,72$ e $11,91 \pm 2,29$ g) tanto em condições isosmóticas como hipersalina, respectivamente. Os resultados do presente estudo corroboram com os de CASTRO *et al.* (2018). Em ambos os sistemas de cultivo houve uma variação significativa na salinidade da água o que pode ter ocasionado estresse osmótico nos animais. Nesse caso, os gastos para osmorregulação aumentam consideravelmente (CASTRO, 2010) e com isso o crescimento dos camarões pode ser comprometido. A suplementação dietética de óleo de krill aumenta o aporte de energia digestível, portanto auxiliando nos processos osmorregulatórios, reduzindo conseqüentemente os efeitos deletérios sobre o crescimento. No sistema estufado, muito embora a temperatura da água tenha alcançado uma média mais elevada ($29,3 \pm 1,1^\circ\text{C}$) do que no sistema aberto ($28,7 \pm 1,0^\circ\text{C}$), com menores amplitudes térmicas diárias, a salinidade manteve-se em um patamar mais elevado. Isto pode ter ocasionado uma redução no peso corporal dos camarões comparado aos animais no sistema estufado.

A produtividade final dos camarões também variou significativamente em função do nível de suplementação de óleo de krill, tanto no sistema aberto como no estufado. No sistema aberto, a produtividade final dos camarões passou de 1.261 ± 141 e 1.375 ± 51 g/m^2 com as dietas CTL e 0K3S para 1.515 ± 40 g/m^2 com a dieta 1K2S. Não houve aumento significativo na produtividade dos camarões acima de 1% de inclusão de óleo de krill. No sistema estufado, um aumento significativo na produtividade também ocorreu a partir de 1% de suplementação de óleo de krill. A produtividade final passou de 964 ± 68 g/m^2 com a dieta 0K3Se para 1.087 ± 105 g/m^2 com a dieta 1K2Se. Essa diferença na produtividade dos camarões foi reflexo de um maior ganho de biomassa, resultando em uma maior população e um maior peso corporal na despesca. Em contraste aos resultados alcançados, Castro *et al.* (2018) não conseguiram observar um aumento significativo na produtividade dos camarões em função da suplementação de óleo de krill, tanto em condições isosmóticas como hipersalinas. A produtividade final dos camarões no presente estudo ficou entre 0,9 e 1,1 kg/m^2 no sistema estufado e entre 1,3 e 1,5 kg/m^2 no sistema aberto. Em comparação, no trabalho de Castro *et al.* (2018), o ganho de produtividade variou de 0,5 a 0,6 g/m^2 . Portanto, as diferenças no

trabalho de Castro *et al.* (2018) podem não ter sido aparentes devido a menor produtividade alcançada. Em condições de estresse, em sistemas intensivos de cultivo, a exigência nutricional dos camarões é aumentada. Façanha *et al.* (2016) observaram que a densidade de estocagem em cultivos do *L. vannamei* afeta os níveis de metionina na dieta necessários para otimizar o desempenho zootécnico dos camarões.

No presente estudo, não houve efeito da suplementação de óleo de krill sobre o consumo alimentar aparente dos camarões ($P > 0,05$), tanto no sistema aberto como no estufado. No entanto, no sistema estufado, ocorreu um aumento significativo no consumo alimentar em camarões alimentados com as dietas 0K3S, 1K2S e 2K1S comparado ao controle (CTL). O consumo aparente não é um parâmetro zootécnico preciso já que considera apenas a quantidade total de ração ofertada durante o cultivo pelo número de camarões estocados. A pesquisa foi realizada mediante o uso de um dispositivo alimentar mecanizado, sem o uso de bandejas de alimentação. Com isso, a coleta de sobras de ração ficou impossibilitada o que torna esse parâmetro pouco preciso. Castro *et al.* (2018) empregou bandejas de alimentação para oferta de ração. Os autores relataram que os camarões alimentados com dietas que foram suplementadas com óleo de krill apresentaram um menor consumo alimentar aparente comparado com dietas com óleo de peixe. Não foram encontrados dados sobre possíveis efeitos do óleo de krill sobre o consumo alimentar de camarões. Contudo, trabalhos já demonstraram que a farinha de krill contendo 25,16% de lipídeos atua como um forte atrativo alimentar e promotor do crescimento de juvenis do *L. vannamei* (NUNES *et al.*, 2019)

O fator de conversão alimentar (FCA) variou entre $1,36 \pm 0,04$ e $1,56 \pm 0,08$ no sistema aberto e entre $1,72 \pm 0,13$ e $2,01 \pm 0,18$ no sistema estufado. Em ambos os sistemas, houve uma redução significativa no FCA com a suplementação de diferentes combinações de óleo de soja e de óleo de krill. Portanto, não foi possível estabelecer uma melhoria significativa no FCA como resultado da inclusão de óleo de krill nas diferentes proporções já que 3% de óleo de soja foi suficiente para melhorar a eficiência alimentar dos camarões. Fica claro que esta melhoria na eficiência alimentar foi resultado de um provável aumento da energia digestível das dietas, na forma de lipídeos e não necessariamente por um aumento dietético de nutrientes presentes no óleo de krill, como astaxantina, colesterol e ácidos graxos de cadeia longa (CASTRO *et al.*, 2018).

5 CONCLUSÃO

A suplementação de óleo de krill em rações comerciais para engorda do *L. vannamei* incrementa de forma significativa o crescimento, o peso corporal final e a produtividade tanto em sistemas abertos como estufados.

No presente estudo, o sistema aberto mostrou-se menos desafiador comparado ao sistema estufado devido a uma menor salinidade da água. Nesse caso, uma suplementação de 1% de óleo de krill já é suficiente para uma melhoria significativa dos parâmetros de desempenho zootécnico dos camarões. Comparativamente, no sistema estufado, com uma maior salinidade da água, mesmo frente a menores variações térmicas, a suplementação mínima de óleo de krill para melhoria do desempenho zootécnico é de 2%. A adição de 3% de óleo de soja a ração é eficaz para melhoria da eficiência alimentar dos camarões.

A elevada salinidade conferida aos camarões do sistema estufado levou-os a um retardo no crescimento, visto que houve um grande estresse osmótico, quando comparado ao sistema aberto, com menor salinidade. Novos estudos devem ser realizados para verificar a eficácia do incremento de óleo de krill em rações para camarão em diferentes fases de crescimento, concentrações de salinidade da água e níveis de intensificação.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Jair Andrade et al. Eficiência Produtiva das Fazendas de Carcinicultura no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 1, p. 35-50, 2018.
- 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*, 283, 29–35, 2008.
- BURRI, Lena; NUNES, A. J. **Benefits of including krill meal in shrimp diets**. *World Aquaculture*, p. 19-23, 2016.
- CASTRO, O. S.; BURRI, L.; NUNES, A. J. P. **Astaxanthin krill oil enhances the growth performance and fatty acid composition of the Pacific whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared under hypersaline conditions**. *Aquaculture nutrition*, v. 24, n. 1, p. 442-452, 2018.
- CASTRO, Otavio Serino. **Efeito da fonte de óleo da dieta sobre o desempenho zootécnico, perfil lipídico e características sensoriais do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado em condições de alta salinidade**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- CAVALCANTI, Lourinaldo Barreto. **Variações das condições hidrológicas e da clorofila a associadas ao cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), na região estuarina do rio Paraíba do Norte (Paraíba Brasil)**. 2003.
- FAÇANHA, Felipe N. et al. **Effect of shrimp stocking density and graded levels of dietary methionine over the growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in a green-water system**. *Aquaculture*, v. 463, p. 16-21, 2016.
- GOUVEIA, L.; RAYMUNDO, R.; BATISTA, A.P.; SOUSA, I.; EMPIS, J. ***Chlorella vulgaris* and *Haematococcus pluvialis* biomass as colouring and antioxidant in food emulsions**. *European Food Research Technology*, v. 222, p. 362-367. 2006.

GUTTORMSEN, A.G. —**Input Factor Substitutability in Salmon Aquaculture**. Marine Resource Economics, v. 2, p. 91–102. 2002.

KRUMMENAUER, Dariano. **Estratégias para o cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) no extremo sul do Brasil**. 2008. Dissertação de Mestrado.

LI, E.; CHEN, L.; ZENG, C.; YUA, N.; XIONG, Z.; CHEN, X.; QIN, J. G. **Comparison of digestive and antioxidant enzymes activities, haemolymph oxyhemocyanin contents and hepatopancreas histology of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at various salinities**. Aquaculture, v. 274, p. 80–86. 2008.

NUNES, A. J. P.; MVDOC, Sá; SABRY NETO, H. **As próximas gerações de ração para camarão marinho**. Panorama da Aqüicultura, v. 21, n. 123, p. 24-35, 2011 a.

NUNES, A. J. P.; SÁ, M. V. C.; SABRY-NETO, H. **Growth performance of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed on practical diets with increasing levels of the Antarctic krill meal, *Euphausia superba*, reared in clear-versus green-water culture tanks**. Aquaculture nutrition, v. 17, n. 2, p. e511-e520, 2011 b.

NUNES, Alberto JP. **O impacto da temperatura no cultivo de camarões marinhos**. Revista da ABCC, v. 4, n. 1, p. 43-48, 2002.

NUNES, Alberto JP et al. **Feed preference and growth response of juvenile *Litopenaeus vannamei* to supplementation of marine chemoattractants in a fishmeal-challenged diet**. Journal of the World Aquaculture Society, 2019.

POERSCH, Luís et al. **Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS**. *Cienc. Rural* [online]. 2006, vol.36, n.4, pp.1337-1343.

SYLVIA, G.; MORRISSEY, M.T.; GRAHAM, T.; GARCIA, S. **Changing Trends in Seafood Markets: The Case of Farmed and Wild Salmon**. Journal of Food Product Market, v. 3, p.49–63. 1996.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.G.; NUTE, R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.;
KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. **Effect of fatty acids on meat quality: a
review.** Meat Science, v.66, p. 21-32. 2003.