



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

ALANN GUEDES COUTINHO

REDUÇÃO DO USO DE FARINHA DE PEIXE EM DIETAS
SUPLEMENTADAS COM QUIMOATRATIVOS PARA O CAMARÃO BRANCO,
Litopenaeus vannamei

FORTALEZA

2019

ALANN GUEDES COUTINHO

**REDUÇÃO DO USO DE FARINHA DE PEIXE EM DIETAS
SUPLEMENTADAS COM QUIMOATRATIVOS PARA O CAMARÃO BRANCO,
*Litopenaeus vannamei***

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do Título de Engenheiro 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)

C895r Coutinho, Alann Guedes.

Redução do uso de farinha de peixe em dietas suplementadas com quimoatrativos para o camarão branco, *Litopenaeus vannamei* / Alann Guedes Coutinho. – 2019.
131 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. Carcinicultura. 2. Nutrição. 3. Desempenho zootécnico. 4. *Litopenaeus vannamei*. I. Título.

CDD 639.2

**REDUÇÃO DO USO DE FARINHA DE PEIXE EM DIETAS
SUPLEMENTADAS COM QUIMOATRATIVOS PARA O CAMARÃO BRANCO,
*Litopenaeus vannamei***

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do Título de Engenheiro de Pesca.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes. (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Esaú Aguiar Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.Sc. Jordana Sampaio Leite
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar os momentos adversos.

Agradeço à Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura, por concessão da bolsa de pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao professor e orientador Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes, pela sua excelente orientação, apoio, conhecimentos e oportunidades que me foi dado durante minha graduação e permanência no CEAC.

Agradeço à MSc. Jordana Sampaio Leite, que aceitou fazer parte da minha banca examinadora.

Agradeço ao Prof. Dr. Esaú Aguiar Carvalho, por aceitar fazer parte da minha banca examinadora.

Aos meus pais Afonso Gomes Coutinho Filho e Francisca Guedes Coutinho, por todo amor, apoio e educação que me foi dado.

À minha namorada Ana Beatriz Gomes, por todo amor, paciência e cumplicidade durante toda a minha graduação.

Aos meus amigos do LANOA, principalmente, aqueles que me ajudaram diretamente em meu projeto.

Agradeço aos meus amigos Caio Servulo Melo, Thiago de Castro, Iago Adelino e colegas do curso de graduação, pelo total apoio durante a minha formação acadêmica.

RESUMO

A farinha de peixe é o principal ingrediente proteico constituinte das dietas dos camarões peneídeos, rica em aminoácidos essenciais e ácidos graxos insaturados (HUFA n-3), porém é um ingrediente caro e escasso, com tendência, a longo prazo, de redução dos seus níveis de inclusão por outros ingredientes tanto de origem animal como vegetal mais economicamente viáveis. Tal substituição pode recorrer através de fatores antinutricionais e de desbalanço de aminoácidos essenciais, usualmente presentes nesses ingredientes substitutos, em problemas de atratividade e palatabilidade, que podem ser mitigados com o uso de atratores alimentares. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo analisado o efeito da utilização de atrativos alimentares como estratégia para a redução do uso de farinha de peixe em dietas para camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei*. Para esse efeito, uma dieta controle (FS) foi formulada com farinha de salmão contendo 35% de proteína bruta e 3.925,5 kcal/k de energia. Outras cinco dietas isocalóricas e isoprotéicas foram formuladas com base na redução de 50% da farinha de salmão FS, sendo suplementadas com 3% dos ingredientes testes (farinha de krill (FK), farinha de lula (FL), farinha de fígado de lula (FFL), farinha de cabeça de camarão (FCC), hidrolisado de sardinha (HS)). Foram utilizados 42 tanques de 1m³, em área aberta, com sete tanques para cada tratamento dietético. Um total de 4.998 camarões juvenis com 1,75 ± 0,15 g (cv = 9%) foram estocados na densidade de 100 camarões/m² e alimentados 8 vezes ao dia com intervalo de duas horas, utilizando um alimentador automático, durante 70 dias. Todos os tratamentos apresentaram uma sobrevivência final acima de 90%, onde a média foi de 93,5 ± 4,95%. O crescimento semanal, consumo e o FCA dos camarões não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos (P>0,05), apresentando médias de 0,90 ± 0,10g, 12,4 ± 0,44g e 1,52 ± 0,11g, respectivamente. O peso corporal final foi significativamente maior para os camarões alimentados com FS (11,68 ± 1,84g) em relação aos demais tratamentos. Os dados indicam que os atrativos compensaram a redução da farinha de peixe e o incremento de uma fonte vegetal e animal mais economicamente viável, pois os fatores zootécnicos, com exceção do peso corporal final, não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos.

Palavras-Chave: Carcinicultura, Nutrição, Desempenho zootécnico, *Litopenaeus vannamei*.

ABSTRACT

Fish meal is the main ingredient of protein constituent of the diets of Cameroon peneídeos, rich in essential amino acids and unsaturated fatty acids (HUFA n-3), but it is an expensive and scarce ingredient, with a tendency, in the long term, reducing the levels of their inclusion by other ingredients of both animal and vegetable origin more economically viable. Such replacement may have recourse through antinutritional factors and an imbalance of essential amino acids are usually present in these ingredients' substitutes, in problems of attractiveness and palatability, which can be mitigated through the use of food attractors. Thus, the objective of this work was to analyze the effect of the use of food baits as a strategy for reducing the use of fish meal in diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. For this purpose, a control diet (FS) was formulated with salmon meal containing 35% of crude protein and 3,925.5 kcal / k of energy. Another five isocaloric and isoproteic diets were formulated based on a 50% reduction in FS salmon flour, supplemented with 3% of ingredients tests (krill meal (FK), flour of Lula (FL), flour of liver of Lula (FFL) meal, head of shrimp (FCC), sardine hydrolysate (HS)). 49 were used 1m³ tanks in an open area with seven tanks for each dietary treatment. A total of 4,998 juvenile shrimps with 1.75 ± 0.15 g (cv = 9%) were stocked at a density of 100 shrimp / m² and fed 8 times daily with a 2-hour interval using an automatic feeder for 70 days. All procedures described after a final maintenance above 90%, where the average was $93.5 \pm 4.95\%$. Shrimp weekly growth, consumption and FCA do not affect the differences between the procedures ($P > 0.05$), with an average of 0.90 ± 0.10 g, $12,4 \pm 0,44$ g and 1.52 ± 0.11 g, respectively. The final body weight gain was higher for the FS fed shrimp (11.68 ± 1.84 g) compared to the other cares. Attractiveness data compensate for reduced fish meal and increase a more economically viable plant source, as zootechnical factors other than final body weight showed no affected differences between tests.

Key words: Shrimp farming, Nutrition, Growth performance, *Litopenaeus vannamei*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Anatomia externa do <i>Litopenaeus vannamei</i>	13
Figura 2 - Classificação dos quimoatrativos ou incitantes alimentares de acordo com a resposta alimentar.....	15
Figura 3 - Vista aérea do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC) do LABOMAR/UFC.....	16
Figura 4 - Tanques de cultivo dispostos em células em ambiente aberto, com alimentador automático.....	17
Figura 5 - Dietas formuladas com a inclusão dos atrativos.....	21
Figura 6 - Agitador orbital (Incubadora Lac-INR-1000®, Láctea, São Paulo) e Amostras antes de serem drenadas para posterior secagem.....	22
Figura 7 - (A) Refratômetro da marca Sibaolu; (B) pH-metro da marca Hanna.....	25
Figura 8 - Peso corporal médio (g) dos camarões <i>L. vannamei</i> alimentados com dietas suplementadas de quimoatraentes marinhos.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perfil bromatológico e aminoacídico dos quimoatrativos avaliados.....	18
Tabela 2 - Composição (% da dieta, base natural) das dietas experimentais.....	19
Tabela 3 - Desempenho zootécnico dos camarões <i>L. vannamei</i> alimentados com dietas suplementadas com quimoatraentes marinhos	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Classificação taxonômica do <i>Litopenaeus vannamei</i>	12
2.2 Biologia e comportamento alimentar do <i>Litopenaeus vannamei</i>	12
2.3 Atratores Alimentares.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Local do Estudo.....	15
3.2 Delineamento Experimental.....	16
3.3 Povoamento das unidades experimentais.....	17
3.4 Perfil e aquisição dos quimoatrativos.....	17
3.5 Formulação e fabricação das rações experimentais	18
3.6 Análise Física das Rações.....	21
3.7 Análise dos parâmetros de qualidade de água.....	22
3.8 Índices de Desempenho Zootécnico.....	23
3.9 Análises Estatísticas.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4.1 Qualidade física das dietas.....	24
4.2 Efeito dos Quimoatrativos sobre o Desempenho dos Camarões.....	24
5. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Em 2016, a aquicultura produziu 80,0 milhões de toneladas com valor estimado em 231.6 bilhões de dólares, representando 53% do volume total de pescado destinado ao consumo humano em escala global. Dentre os crustáceos cultivados, destaca-se o camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931). Essa espécie contabilizou mais da metade do volume total de crustáceos produzidos em fazendas aquícolas (FAO, 2018).

O cultivo dos camarões marinhos é realizado mediante o fornecimento de rações industrializadas. A farinha de peixe está entre os insumos utilizados na composição de rações balanceadas para os camarões, por constituir-se como uma importante fonte de proteína digestível, rica em aminoácidos essenciais, ácidos graxos de cadeia longa altamente insaturados da série ômega-3 (n-3 LC-PUFA), minerais e vitaminas (NRC, 2011)

Devido a estagnação dos estoques pesqueiros, incremento de preços e o crescimento da demanda, as indústrias de alimentos aquícolas estão reduzindo progressivamente os níveis de inclusão de farinha de peixe em rações (TACON *et al.*, 2006). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO (2018) estimou que em 2030, cerca de 16% de toda produção pesqueira no mundo será utilizada para conversão em farinha de peixe, com um aumento de preço projetado em 20% em relação a 2016. Como alternativa, estão sendo empregadas proteínas menos nobres, obtidas do abate de animais terrestres e subprodutos da agricultura (GATLIN *et al.*, 2007; SURESH *et al.*, 2011; MALCORPS *et al.*, 2019).

A substituição da proteína da farinha de peixe por proteínas alternativas em rações para camarão, pode resultar em uma perda no desempenho zootécnico. As proteínas alternativas são menos digestíveis (CARVALHO *et al.*, 2016) e com menor poder de atratividade e palatabilidade (NUNES *et al.*, 2006). Nesse contexto, o uso de quimoatrativos e estimulantes alimentares em baixas inclusões ,dietéticas, tem o potencial de ativar e promover a atividade e o consumo alimentar nos camarões (NUNES *et al.*, 2019a). Os quimoatrativos mais utilizados na fabricação de rações são extraídos de organismos marinhos, como por exemplo: as farinhas, os óleos e os solúveis de peixes pelágicos, lula e crustáceos (SMITH *et al.*, 2005). Essas matérias-primas possuem metabólitos de baixo peso molecular e incluem vários aminoácidos, açúcares, compostos nitrogenados e nucleotídeos (LEE; MEYERS,1997).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de quimoatrativos de origem marinha em uma ração com baixo conteúdo de farinha de peixes sobre o desempenho zootécnico de juvenis do camarão, *L. vannamei*, cultivados em regime intensivo sem troca de água.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Classificação taxonômica do *Litopenaeus vannamei*

A classificação taxonômica da espécie segue o definido por Pérez-Farfante & Kensley (1997).

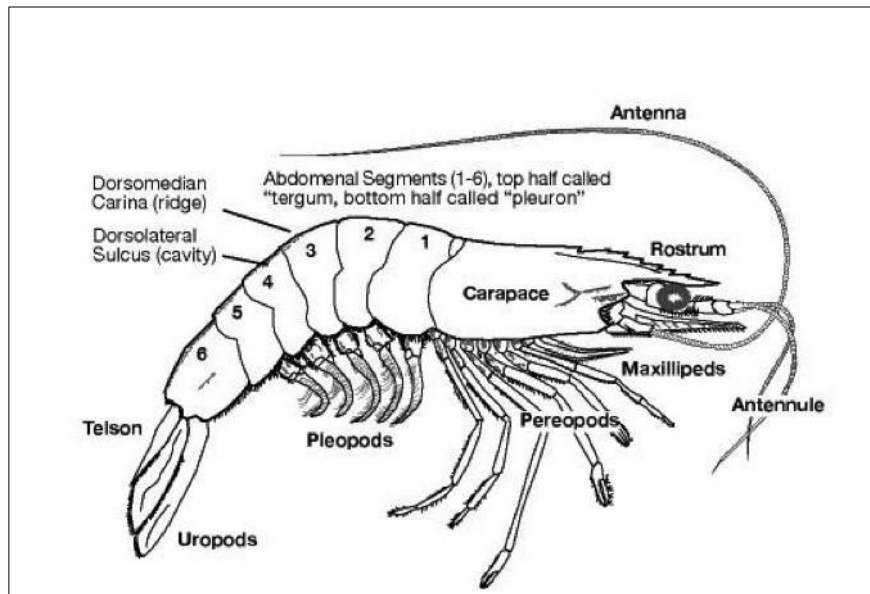
Filo	Arthropoda
Sub-filo	Crustacea
Classe	Malacostraca
Subclasse	Eumalacostraca
Superordem	Eucarida
Ordem	Decapoda
Subordem	Dendrobranchiata
Superfamília	Penaeoidea
Família	Penaeidae
Gênero	<i>Litopenaeus</i>
Espécie	<i>Litopenaeus vannamei</i>

2.2. Biologia e comportamento alimentar do *Litopenaeus vannamei*

O *Litopenaeus vannamei*, vulgarmente conhecido como camarão branco do Pacífico, é uma espécie de camarão marinho da ordem dos decapodes e da família dos Penaeidae. Essa espécie é nativa do Oceano pacífico e possui sua distribuição geográfica desde a costa do Peru (região de Tumbes), até o México (região de Sonora), sendo encontrado até profundidades de 72m, que compreende a região do infralitoral, podendo chegar até um tamanho de 23 cm de comprimento (BENZIE, 2000).

Os Peneídeos possuem o corpo comprimido lateralmente, alongado e coberto por um exoesqueleto quitinoso. A cabeça e o tórax se fundem em um único segmento, no qual é chamado de cefalotórax (Figura 1). De acordo com Dall *et al.* (1990) o abdômen, estrutura ligada ao cefalotórax, é adaptado para o nado. No cefalotórax se encontra a boca e os apêndices torácicos. Esses apêndices possuem cinco pares de pereiópodos e três pares de maxilípedes os quais participam da apreensão, manipulação e condução do alimento até a boca. Na boca, o alimento é dilacerado pela mandíbula e maxilas, permitindo a sua ingestão (NUNES *et al.*, 1997).

Figura 1. Anatomia externa do *Litopenaeus vannamei*.



Fonte: Barbieri e Ostrensky, 2002

A alimentação natural dos camarões penéideos abrange três grupos principais: as algas, os detritos e as presas (NUNES, 2000). Durante seus estágios iniciais de desenvolvimento, os camarões são classificados como onívoros, alimentando-se de fitoplâncton e mudando para zooplâncton ao atingir o estágio pós-larval. Já na fase juvenil da espécie, os camarões são classificados como onívoros e, na fase adulta, como onívoros, detritívoros, oportunistas, carnívoros ou predadores.

As necessidades alimentares da espécie, em cultivo, são atendidas com alimento artificial, levando os carcinicultores a terem altos custos, podendo representar até 60% dos custos de produção (SEDGWICK 1979, MARTINEZ-CORDOVA *et al.* 1998, VELASCO *et al.* 1999, SMITH *et al.* 2002, TACON *et al.* 2002, CUZON *et al.* 2004). Isso se deve à necessidade da incorporação de proteína de boa qualidade nas dietas, especialmente a farinha de peixe (FP), que tem alto valor comercial. Atualmente, dietas comerciais para camarão incluem entre 25% e 50% de FP.

De acordo com Tacon e Metian (2008), está havendo um forte movimento em direção a redução no uso de farinha de peixe na alimentação de camarão nos últimos anos, resultando em uma maior inclusão alimentar de subprodutos vegetais e animais (MALCORPS *et al.*, 2019; SURESH *et al.*, 2011). Muitos estudos reportam o uso de proteínas de origem vegetal e de subprodutos animais com substituição total ou parcial da FP, no cultivo do *L. vannamei*, sem apresentar efeitos deletérios de crescimento (ALVAREZ *et al.*, 2007; SOOKYING e DAVIS 2009; PARIPATANANONT *et al.*, 2001; CRUZ-SUÁREZ *et al.*, 2001; BAUER *et al.*, 2012;

SÁ *et al.*, 2013; MOLINA-POVEDA *et al.*, 2013; BULBUL *et al.*, 2014; OUJIFARD *et al.*, 2015; SABRY-NETO *et al.*, 2017). No entanto, apresentam baixa palatabilidade quando comparado à FP (LIM *et al.*, 2008).

A detecção do alimento pelos camarões peneídeos é estimulada por baixas concentrações de compostos orgânicos liberados na água, como aminoácidos (arginina e glicina) e compostos ricos em ácidos graxos insaturados (NUNES, 2000). Os crustáceos, diferentemente dos peixes, possuem uma alta capacidade de recepção sensorial mediante a presença de quimorreceptores. Contudo, a capacidade de percepção sensorial decorrente da visão é baixa, podendo assim se alimentar em águas com baixa luminosidade ou turvas (HEINEN, 1980). Devido à simplicidade do sistema nervoso e da alta sensibilidade das estruturas quimosensitivas, os crustáceos possuem quimorrecepção, assim como outros animais, como mecanismo utilizado na orientação espacial, localização de alimentos, identificação de parceiros sexuais e comunicação (KOZLOWSKI *et al.*, 2001; DERBY; SORENSEN, 2008).

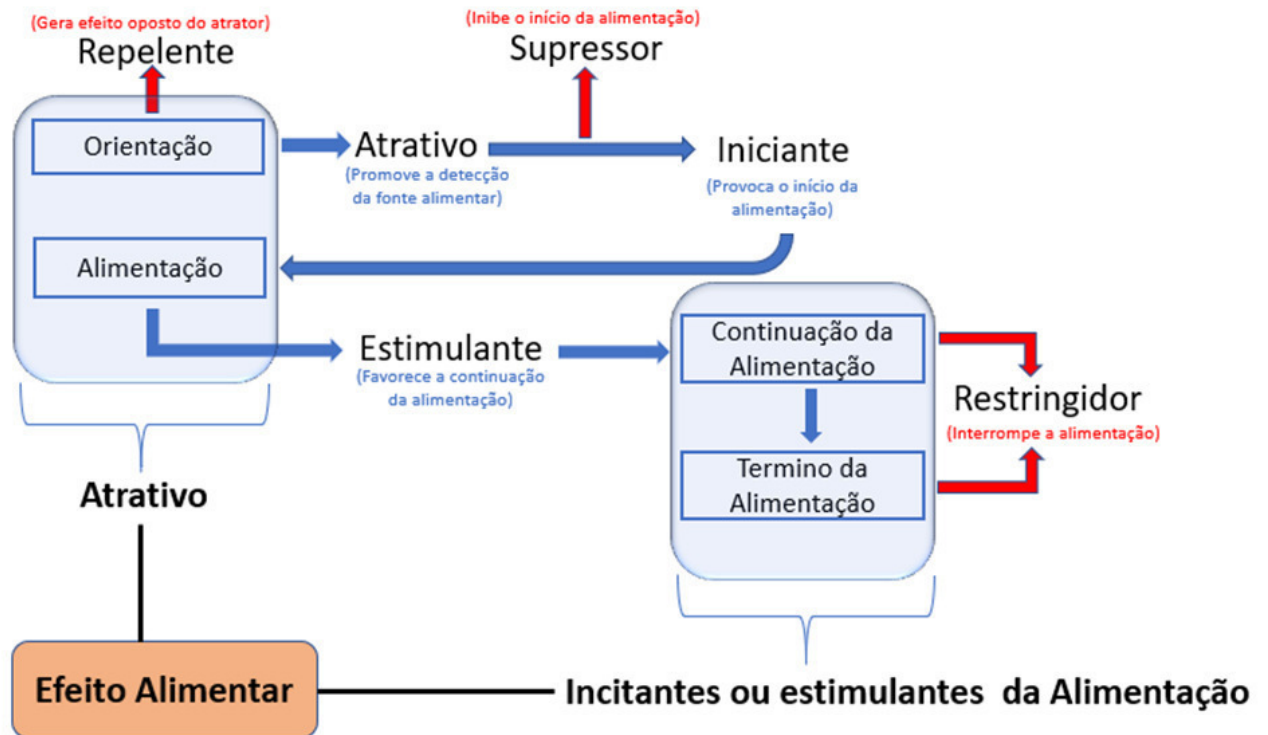
2.3 Atrativos alimentares

As dietas praticas tradicionais para camarões se baseiam em rações, solúveis e hidrolisadas, feitas de peixe, lula, camarão, krill e moluscos (CRUZ-RICQUE; GUILLAUME; CUZON; AQUACOP, 1987; CRUZ-SUÁREZ; GUILLAUME; WORMHOUDT, 1987; GUILLAUME *et al.*, 1989; LEE; MEYERS, 1997; SMITH *et al.*, 2005; GRAY, FORSTER; DOMINY, 2009; NUNES *et al.*, 2006; SURESH *et al.*, 2011; DERBY *et al.*, 2016) que atuam como quimoatratores e estimulantes naturais da alimentação, promovendo a detecção de ração, busca e orientação em direção à fonte de alimento.

Os quimoatrativos são compostos químicos que têm a capacidade de desenvolver um estímulo alimentar em organismos aquáticos em cultivo. Esses iniciantes alimentares, dependendo da sua composição química, são classificados de acordo com as respostas alimentares que o animal exhibe frente ao alimento (Figura 2).

Nunes *et al.* (2006), utilizando um aquário de dupla escolha em formato de “Y”, compararam utilização de atrativos alimentares de origens animal marinha, terrestre e vegetal. Ao final do estudo, os atrativos de animais marinhos apresentaram um maior potencial de atratividade para o *L. vannamei* se comparados às outras fontes utilizadas na avaliação.

Figura 2– Classificação dos quimoatrativos ou incitantes alimentares de acordo com a resposta alimentar.



Fonte: Lenhoff e Lindstedt (1974), Mackie e Mitchell (1985) e Métallier e Guillaume (2001). Esquema modificado por Alberto Nunes (2019).

Sá *et al.* (2013) determinaram que a combinação de farinha de krill e farinha de lula a 2% aumentou significativamente o peso corporal final dos camarões brancos, em uma dieta à base de soja, com 5% de farinha de peixe e 1% de óleo de peixe. Nesse segmento, em um trabalho recente, Nunes *et al.* (2019) relataram que os quimoatraentes marinhos foram capazes de compensar os efeitos da substituição da FP quando utilizados em níveis alimentares suplementares entre 1 e 3%.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) localizado no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC) do 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 (Figura 3).

Figura 3 – Vista aérea do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC) do LABOMAR/UFC.



Fonte: o Google, 2018.

3.2 Delineamento experimental

O presente estudo avaliou o desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei*, utilizando um delineamento casualizado, constituído de seis tratamentos com sete repetições cada. Os tratamentos eram compostos de 6 dietas, sendo uma controle (FS) contendo 12,00% de farinha de peixe e outras 5 dietas nas quais se reduziu 50% desse ingrediente, suplementando-se com os atrativos farinha de krill (FK), farinha de lula (FL), farinha de fígado de lula (FFL), farinha de cabeça de camarão (FC), hidrolisado de sardinha (HS) e farinha de salmão (FS), sendo inclusos ao nível de 3%.

Foram empregados 42 tanques circulares de polipropileno, com volume útil de 1.000 L, sendo dispostos em sistema de cultivo a céu aberto (Figura 4). A oxigenação foi realizada de forma contínua por um soprador (compressor radial de ar) com 7,5 cv de potência (modelo CR-9, IBRAM Indústria Brasileira de Máquinas e Equipamentos, São Paulo, SP). A água de cultivo foi bombeada do estuário do Rio Pacoti, de um ponto a 350 m dos tanques de cultivo até 16 reservatórios de água com volume individual de 20.000 L. Após o armazenamento, a água foi filtrada por filtros de areia, sendo então distribuída aos tanques de cultivo.

Figura 4 – Tanques de cultivo dispostos em células em ambiente aberto, com alimentador automático.



Fonte: Alann Guedes, 2019.

3.3 Povoamento das unidades experimentais

Pós-larvas (PL10) do camarão *L. vannamei* foram adquiridas de uma larvicultura comercial (Aquatec Aquacultura Ltda., Canguaretama, RN) e transportadas por via terrestre ao laboratório, onde foram aclimatadas e cultivadas até a fase de juvenil. O experimento teve início com a estocagem de 4.284 juvenis com um peso corporal de $1,75 \pm 0,15$ g (média \pm desvio padrão, CV = 8,7%) sob a densidade de 100 camarões/m² (102 camarões/tanque).

O povoamento foi realizado a partir da pesagem individual dos animais, em uma balança eletrônica de precisão, mantendo-se a uma média de peso corporal e uma variação inferior a 10% a fim de evitar desuniformidade entre os tratamentos.

3.4 Perfil e aquisição dos quimoatrativos

Os quimoatrativos foram obtidos no mercado através de fabricantes ou fornecedores. O perfil bromatológico e aminoacídico de todos os quimoatrativos foram determinados no laboratório CBO - Análises Laboratoriais Ltda. (Valinhos, SP) seguindo a metodologia apresentada no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2013).

Todos os atrativos apresentaram-se com um teor de umidade não superior a 12%, com exceção do HS que continha 72,80% de umidade. O conteúdo de proteína bruta (PB), extrato etéreo, fibra total, matéria mineral, cálcio e fósforo na base natural variou entre 17,62 (HS) e 64,44% (FS), 2,26 (HS) e 25,16% (FK), 0,08 (HS) e 14,37% (FCC), 7,83 (HS) e 21,81% (FCC), 0,53 (HS) e 5,75% (FCC) e 0,56 (FFL) e 2,52% (FS), respectivamente. Os níveis dos

aminoácidos essenciais (AAE) metionina, lisina e treonina foram mais elevados no FL, FS e FK. (Tabela 1)

Tabela 1. Perfil bromatológico e Aminoacídico dos quimoatrativos¹ avaliados.

Nutrientes	Composição Bromatológica/Aminoacídica (% base natural)					
	FS	FK	FL	FFL	FCC	HS
Matéria seca	89,11	91,63	89,00	89,39	90,23	27,20
Proteína bruta	64,44	55,00	75,22	48,74	52,95	17,62
Extrato etéreo	8,71	25,16	4,06	6,02	6,43	2,26
Fibra total	0,21	3,06	1,31	5,68	14,37	0,08
Matéria mineral	16,12	8,55	14,89	7,86	21,81	7,83
Cálcio	3,33	1,25	4,36	0,51	5,75	0,53
Fosforo	2,52	1,23	1,14	0,56	1,39	1,81
Aminoácidos Essenciais ² (AAE)						
Arginina	3,91	3,34	4,56	3,29	3,55	0,93
Histidina	1,77	1,31	2,73	1,24	1,43	0,58
Isoleucina	2,67	2,73	4,27	2,31	2,39	0,69
Leucina	4,36	4,22	5,96	3,49	3,90	1,14
Lisina	4,97	3,86	6,24	3,28	3,57	1,41
Metionina	1,87	1,54	2,18	0,67	1,29	0,46
Metionina + Cistina ³	2,70	1,95	3,04	1,27	1,81	0,88
Fenilalanina	2,51	2,90	3,51	2,49	2,14	0,67
Treonina	2,76	2,38	3,28	1,83	2,31	0,62
Tirosina	1,91	3,25	3,12	1,70	1,78	0,50
Valina	3,06	2,83	3,90	2,16	2,66	0,79
Aminoácidos Não Essenciais (AANE)						
Alanina	4,25	2,99	4,08	2,18	3,45	1,07
Ácido aspártico	4,82	5,73	8,45	6,26	5,44	1,72
Cistina	0,83	0,41	0,86	0,60	0,52	0,42
Glicina	5,75	2,58	3,39	2,34	4,32	1,10
Ácido glutâmico	7,37	7,05	9,17	8,08	7,11	2,31
Prolina	3,34	2,18	2,93	2,43	3,05	0,69
Serina	2,95	2,22	3,13	2,47	2,41	0,66
Taurina	0,91	0,14	0,57	0,11	0,47	0,18
Soma AAE	29,79	28,37	39,75	22,46	25,02	7,79
Sum AANE	30,22	23,29	32,58	24,47	26,77	8,15
AAE + AANE	60,01	51,66	72,33	46,93	51,79	15,94

¹FK, Farinha de krill; FL, farinha de lula; FS, farinha de salmão; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha; FFL, farinha de fígado de lula.

²Todos os AAE reportados, exceto o triptofano.

³AATS, aminoácidos totais sulfurados.

Fonte: Nunes AJP, Sabry-Neto H, Oliveira-Neto S, Burri L, 2019

3.5 Formulação e fabricação das rações experimentais

As dietas foram elaboradas baseando-se na exigência nutricional dos camarões peneídeos cultivados (NRC, 2011), de acordo com o estágio de desenvolvimento do animal e sistema de cultivo adotado. As dietas foram formuladas com o *software* de formulação Optimal

Formula 2000 (Optimal Informática Ltda., Campinas, SP). Todas as dietas foram desenhadas para atender um nível médio de 35,0% de PB, 2,42% de fibra total, 7,17% de matéria mineral, 3.926 kcal/kg de energia bruta e 400 mg/kg de vitamina C.

Inicialmente, uma dieta controle (FS) foi formulada para conter 12,00% de farinha de peixe (% da dieta, base natural) e 8,08% de farinha de vísceras de aves. A partir desta dieta, foram formuladas cinco outras dietas reduzindo-se pela metade a farinha de peixe (6,0%) utilizando-se 11,56% de farinha de vísceras de ave sem substituição parcial da farinha de peixe. Todas as dietas apresentaram os mesmos ingredientes, diferenciando-se apenas na suplementação dos quimoatrativos com 3 %.

Tabela 2. Composição (% da dieta, base natural) das dietas experimentais.

Ingrediente	Dieta/Composição (% da dieta, base natural)					
	12FML	3FK	3FL	3FFL	3FCC	3HS
Farelo de soja ¹	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Farinha de trigo	29,37	29,55	29,96	27,80	29,18	30,00
Farinha de salmão ²	12,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Farinha de vísceras e ossos de aves ³	6,73	9,63	9,14	10,43	9,89	11,99
Farinha de glúten de trigo ⁴	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Farinha de krill ⁵	-	3,00	-	-	-	-
Farinha de lula ⁶	-	-	3,00	-	-	-
Farinha de fígado de lula ⁶	-	-	-	3,00	-	-
Farinha de cabeça de camarão ⁶	-	-	-	-	3,00	-
Sulfato de magnésio	2,45	2,42	1,84	2,49	2,49	2,42
Óleo de salmão ²	2,00	1,44	1,70	1,48	1,53	1,42
Fécula de mandioca	2,00	2,00	2,50	2,50	2,00	1,87
Monofosfato de sódio	1,93	2,06	1,91	2,01	2,00	2,02
Lecitina de soja	1,52	1,44	1,91	1,91	1,91	1,92
Carbonato de cálcio	1,32	1,57	1,36	1,58	1,20	1,52
Sal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Premix vitamínico-mineral ⁷	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Aglutinante sintético ⁸	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-Lisina ⁹	0,15	0,32	0,16	0,23	0,25	0,27
L-Treonina ¹⁰	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina ¹¹	0,07	0,12	0,08	0,11	0,10	0,11
Vitamina C ¹²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplementação (% , base natural)						
Hidrolisado de HSDinha ¹³	-	-	-	-	-	3,00

¹Bunge Alimentos S.A. (Luiz Eduardo Magalhães, BA).

²Pesquera Pacific-Star (Puerto Montt, Chile).

³BRF S.A. (Capinzal, SC).

⁴Amytex 100. TereosSyril S.A.S. (Marckolsheim, França).

⁵Qrill™ Antarctic krill meal (full fat), AkerBiomarineAntarctic AS (Oslo, Noruega).

⁶Waterbase Limited (Chennai, India).

⁷Vaccinar Industria e Comercio Ltda. (Pinhais, PR). Níveis de garantia por kg de produto: vitamina A, 1.200.000 IU; vit. D3, 200.000 UI; vit. E, 60.000 mg; vit. K3, 1.000 mg; vit. B1, 2.400 mg; vit. B2, 2.400 mg; vit. B6, 6.000 mg; vit. B12, 4 mg; ácido nicotínico, 10.000 mg; ácido pantotênico, 5.200 mg; biotina, 20 mg; ácido fólico, 400 mg; vit. C, 30.000 mg; colina, 50.000 mg; inositol, 80.000 mg; Fe 26.000 mg; Cu, 2.000 mg; Zn, 20.000 mg; Mn, 5.000 mg; Se, 100 mg; I, 600 mg; Co, 105 mg; Cr, 60 mg.

⁸Nutri-Bind AquaVegDry, Nutri-AdInternational NV (Dendermonde, Bélgica). Aglutinante sintético para ração constituído de lignosulfonato de cálcio (94,00%) e goma de guar (6,00%).

⁹Biolyse®, L-Lisina 54,6 %. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Alemanha).

¹⁰ThreAMINO®, L-Treonina, 98,5%. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Alemanha).

¹¹DL-Metionina 99%. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Alemanha).

¹²Rovimix® Stay C® 35. Mínimo de 35% da atividade da vitamina C fosforilada. DSM NutritionalProducts AG (Schweiz, Suíça).

¹³Actipal HL50, SPF do Brasil Ind. e Com. Ltda. (Descalvado, SP).

Fonte: Nunes AJP, Sabry-Neto H, Oliveira-Neto S, Burri L, 2019.

Os níveis de fósforo, potássio e magnésio foram alcançados através da suplementação com fosfato de sódio monobásico, cloreto de potássio e sulfato de magnésio, respectivamente. Os níveis formulados para estes minerais foram de acordo com as recomendações de Davis & Lawrence (1992) para camarões peneídeos: 1,06% de fósforo disponível; entre 1,0% e 1,1% de potássio; 0,4% de magnésio. Os níveis de cálcio e sódio variaram entre 1,0% e 1,5% e entre 0,4% e 0,5%, respectivamente (Tabela 4).

O procedimento de fabricação das rações experimentais teve início com a moagem de alguns ingredientes (farelo de soja e glúten de trigo, por ex.), pois os mesmos não estavam na granulometria desejada, utilizando o moinho Willye, modelo MA-680, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, SP. Os outros ingredientes como as vitaminas e os minerais já se encontravam na granulometria desejada, com isso não necessitaram de qualquer tipo de moagem ou peneiramento.

Os ingredientes líquidos e sólidos, estes subsequentes à moagem, foram pesados com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão (Ohaus Adventurer, Toledo do Brasil, São Paulo, SP), posteriormente misturados em uma bateadeira planetária industrial para massas (G. Paniz, modelo BP-12 super, Caxias do Sul, RS) até a homogeneização total da mistura. Depois desse processo a mistura foi transferida para uma peletizadora (modelo EX MICRO, Exteec Máquinas, Ribeirão Preto, São Paulo), a qual foi ajustada para operar a uma temperatura interna de 90°C.

Após o processo de peletização a ração foi conduzida até uma estufa com circulação e renovação de ar (estufa de secagem especial, Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, SP) durante um período de 24h. Com o encerramento do processo de secagem, as rações foram resfriadas, embaladas, identificadas e armazenadas em uma sala refrigerada até o momento de sua utilização (Figura 5).

Figura 5. Dietas formuladas com a inclusão dos atrativos



Fonte: Alann Guedes, 2018.

As dietas foram ofertadas oito vezes ao dia, mediante o uso de um alimentador mecânico, entre 08:00 e 22:00 h, com intervalo de 2 h por trato.

3.6 Análise Física das Rações

A determinação da estabilidade da ração em água foi obtida pelo método proposto por Obaldo *et al.* (2002) com modificações. Inicialmente as rações foram pesadas e separadas em sacos plásticos, contendo 25 g de cada dieta, em cinco, repetições. Em seguida, cada amostra foi transferida para um Erlenmeyer de 250 mL, contendo 100 mL de água do mar sob 35ppt de salinidade. Os Erlenmeyers foram posicionados em um agitador horizontal (Incubadora Lac-INR-1000®, Láctea, São Paulo) ajustado para funcionar a uma rotação de 100 ± 15 rpm, sob uma temperatura de 27,5°C por um período de 30 min. (Figura 6). Após esse período, as amostras foram transferidas para uma peneira com malha Tyler # 20 (equivalente a 0,85 mm).

Figura 6- Agitador orbital (Incubadora Lac-INR-1000®, Látcea, São Paulo) e Amostras antes de serem drenadas para posterior secagem.



Fonte: Alann Guedes, 2018.

As amostras transferidas para a peneira Tyler # 20 e subsequentemente drenadas foram alocadas em bandejas de alumínio e levadas até uma estufa com circulação e renovação de ar (Estufa de secagem especial, Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, SP) para serem submetidas a uma secagem a 130 °C durante 24 h (Figura 7). Ao final desse período as amostras, já secas, foram pesadas e, com isso, a estabilidade da dieta em água (%) determinada pela fórmula: $(\text{peso final (g) da amostra seca} \div \text{peso inicial (g) da amostra}) \times 100$.

A umidade das rações foi determinada numa estufa (Estufa de secagem especial, Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, SP) a 105°C, durante um período de 72 h, utilizando cinco repetições.

3.7 Análise dos parâmetros de qualidade de água

Os parâmetros de qualidade da água foram monitorados uma vez por dia, às 13:00 h, no decorrer de todo o experimento. Os parâmetros aferidos foram a temperatura (°C), salinidade (ppt) e pH. Para a aferição da salinidade foi utilizado um refratômetro analógico com uma faixa de medição de 0 a 90% BRIX (Figura 7A). Já para os parâmetros de temperatura e pH o equipamento utilizado foi um pH-metro digital de bolso da marca Hanna Instruments (Figura 7B).

Figura 7. (A) Refratômetro da marca Sibaolu; (B) pHmetro da marca Hanna.



Fonte: Alann Guedes,2019.

A salinidade, pH e temperatura da água alcançaram uma média (\pm desvio padrão) de 40 ± 1 ppt ($n = 588$), $8,52 \pm 0,47$ ($n = 587$) e $29,2 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ ($n = 588$), respectivamente.

3.8 Índices de Desempenho Zootécnico

Os animais foram estocados no dia 24 de agosto de 2018 e despescados no dia 02 de novembro de 2018, totalizando 70 dias de cultivo. Na despesca, os camarões foram capturados e pesados individualmente com o auxílio de balança eletrônica com 0,01 g de precisão. Com os dados obtidos das pesagens individuais e a contagem do número de camarões de cada tanque, determinaram-se os seguintes parâmetros zootécnicos:

- I. Biomassa adquirida (g) = biomassa final (g) – biomassa inicial (g);
- II. Sobrevivência final (%) = (número final de camarões \div número inicial de camarões) x 100;
- III. Fator de conversão alimentar (FCA) = consumo de ração aparente por tanque \div biomassa adquirida por tanque;
- IV. Ganho de peso corporal semanal (GPS, g/semana) = ((peso corporal final – peso corporal inicial) \div dias de cultivo) x 7;
- V. Produtividade final (g/m^2) = biomassa ganha (g) \div área do tanque (m^2)

3.9 Análise estatística

As análises estatísticas foram determinadas com a utilização do programa IBM® SPSS® Statistics, versão 23 (IBM Corporation, Armonk, NY, EUA). A Análise de Variância Univariada (ANOVA) foi aplicada para comparar as médias de desempenho zootécnico dos camarões ao nível de significância de 0,05. Para examinar as diferenças estatísticas individuais entre tratamentos foi utilizado o teste *a posteriori* de Duncan.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Qualidade física das dietas

As rações apresentaram características físicas muito semelhantes em relação à estabilidade física e umidade. A umidade das dietas manteve-se relativamente estável, com uma média (\pm desvio padrão) de $10,44 \pm 2,96\%$ ($P > 0,05$). A estabilidade física também não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$), tendo alcançado a média de $88,56 \pm 1,68\%$, valor considerado dentro de padrões adequados do ponto de vista técnico. Na alimentação dos camarões, a integridade do *pellet* é de extrema importância, pois além de diminuir a perda de nutrientes solúveis em água, *e.g.*, vitaminas, aminoácidos, facilita a captura e manipulação da ração pelos animais. Nunes *et al.* (2019c) avaliaram os efeitos da alimentação múltipla sobre o desempenho zootécnico do *L. vannamei* e reportaram que múltiplas alimentações (10 vezes ao dia) resultam em uma maior sobrevivência, crescimento e FCA dos camarões comparado com alimentações realizadas duas ou quatro vezes ao dia. Segundo esses autores, é possível associar esses resultados a uma maior lixiviação de nutrientes devido a uma perda significativa da estabilidade física da ração em água após 2 h de imersão.

No presente trabalho, os camarões foram alimentados 8 vezes ao dia, muito próximo ao adotado por Nunes *et al.* (2019c). Essa condição pode ter favorecido as dietas em que a inclusão de farinha de peixe foi reduzida, pois estas foram suplementadas em maior quantidade com aminoácidos cristalinos susceptíveis à lixiviação em água.

4.2 Efeito dos Quimoatrativos sobre o Desempenho dos Camarões

A sobrevivência final dos camarões alcançou $93,5 \pm 4,95\%$, não tendo sido afetada pela redução da farinha de peixe nas dietas ($P > 0,05$, Tabela 4). Em outros estudos realizados em condições similares de densidade, tempo e sistema de cultivo, a sobrevivência final de juvenis do *L. vannamei* alcançada variou entre 85,9 e 97,8% (FAÇANHA *et al.*, 2016, 2018, 2019; NUNES *et al.*, 2019a,b,c). Da mesma forma, os autores também não detectaram diferença na sobrevivência final dos camarões ao avaliarem dietas com suplementação de quimoatrativos

(NUNES *et al.*, 2019a), a quantidade de ração ofertada (FAÇANHA *et al.*, 2019), a densidade de estocagem de camarões e o teor de metionina na dieta (FAÇANHA *et al.*, 2016), além de regimes de troca de água (FAÇANHA *et al.*, 2018). Porém a sobrevivência final dos camarões foi afetada ao reduzir o teor proteico nas rações (NUNES *et al.*, 2019b) e a frequência alimentar (NUNES *et al.*, 2019c). No presente estudo, o perfil nutricional das dietas não deve ter variado a ponto de comprometer o status imunológico dos animais ou sua resistência, mesmo frente a uma redução da farinha de peixe.

Tabela 3 - Desempenho zootécnico dos camarões *L. vannamei* alimentados com dietas suplementadas com quimoatraentes marinhos.

Dieta¹	Sobrevivência (%)	Crescimento (g/semana)	Produtividade (g/m²)	FCA	Consumo (g/camarão)
FS	92,5 ± 4,79	0,97 ± 0,05	884 ± 51 ^a	1,44 ± 0,05	12,7 ± 0,36
FK	94,5 ± 4,19	0,88 ± 0,05	821 ± 51 ^b	1,53 ± 0,09	12,5 ± 0,52
FL	93,1 ± 7,74	0,87 ± 0,11	792 ± 31 ^{bc}	1,55 ± 0,06	12,3 ± 0,32
FFL	96,1 ± 2,97	0,89 ± 0,06	849 ± 53 ^b	1,46 ± 0,07	12,3 ± 0,31
FCC	93,0 ± 6,34	0,87 ± 0,15	791 ± 113 ^{bc}	1,58 ± 0,19	12,3 ± 0,54
HS	92,9 ± 2,98	0,84 ± 0,07	771 ± 70 ^c	1,59 ± 0,11	12,2 ± 0,35
Média ± DP	93,5 ± 4,95	0,90 ± 0,10	-	1,52 ± 0,11	12,4 ± 0,44
<i>P</i> Sig.	0,823	0,227	0,050	0,0820	0,240

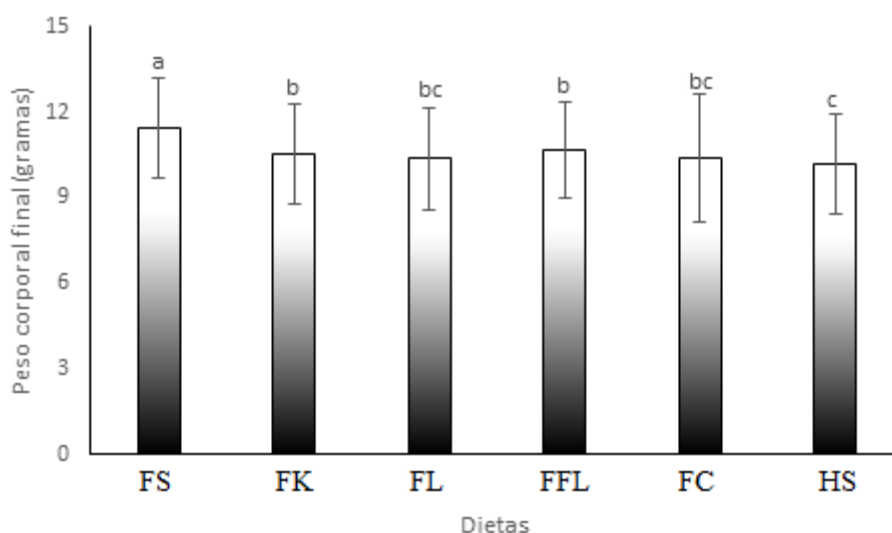
Dados expressos como média ± desvio padrão ($n = 5$). Letras diferentes indicam diferença estatística ao nível de $\alpha = 0,05$, teste Duncan.¹FS, farinha de salmão; FK, farinha de krill; FL, farinha de lula; FFL, farinha de fígado de lula; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha.

De acordo com os dados obtidos nas amostragens parciais, os camarões brancos cresceram uma média de $0,90 \pm 0,10$ g por semana, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). Segundo o estudo realizado por Castro *et al.* (2018), a salinidade da água pode afetar o crescimento do *L. vannamei*. Esses autores observaram que quando cultivados em uma salinidade mais baixa, de 23 ± 1.2 ppt, os camarões cresceram 0.96 ± 0.04 g, comparado a um crescimento de 0.88 ± 0.09 g na salinidade de 44 ± 2.0 ppt. No presente estudo, durante o período de crescimento, a salinidade da água de cultivo variou de um mínimo de 36 ppt a um máximo de 44 ppt, podendo assim supor que as taxas de crescimento mais elevadas poderiam ter sido alcançadas por influência da diminuição da salinidade da água.

No final do período experimental, os animais alimentados com a dieta controle (FS)

apresentaram maior peso final quando comparados com os animais alimentados com as dietas suplementadas com os ingredientes testados (11,46g; Figura 8). O peso final mais baixo (10,19g) foi encontrado nos animais alimentados com dietas contendo HS. Esse baixo desempenho em crescimento dos animais alimentados com HS, encontrado nesse estudo, foi detectado, também, nos achados de Nunes *et al.* (2019a), que justificaram o fato da baixa inclusão desse quimoatrativo na dieta (1,36% (%MS)) ter influenciado nos seus resultados finais, sugerindo uma maior inclusão dietética desse tipo de ingrediente para respostas alimentares positivas.

Figura 8 - Peso corporal médio (g) dos camarões *L. vannamei* alimentados com dietas suplementadas de quimoatratantes marinhos. Dados expressos como média \pm desvio padrão ($n = 5$). Letras diferentes indicam diferença estatística ao nível de $\alpha = 0,05$, teste Duncan.



FS, farinha de salmão; FK, farinha de krill; FL, farinha de lula; FFL, farinha de fígado de lula; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha.

A produtividade final, expressa em gramas de biomassa por metro quadrado, foi significativamente maior em camarões alimentados com a FS quando comparado com as dietas testes (884 g/m²; Tabela 3). Esse resultado vai de encontro com o estudo realizado por Nunes *et al.*, (2019b). Segundo esses autores, a produtividade final de *L. vannamei* encontrada foi de 872 \pm 57g/m², em condições similares de sistema de cultivo, porcentagem de proteína bruta na dieta e incremento de aminoácidos essenciais. No presente estudo, a dieta HS foi a que apresentou menor desempenho quanto a produtividade final (771 g/m²), seguida pelas dietas FL (792 g/m²), FCC (791 g/m²), FK (821 g/m²) e FFL (849 g/m²), respectivamente (Tabela 3).

No final do período experimental, foi possível observar que não houve diferenças entre os tratamentos quanto ao consumo das dietas, expresso em gramas ingeridas por camarão, entre os tratamentos, apresentando uma média de consumo alimentar de $12,4 \pm 0,44$ (g/camarão). O consumo alimentar pode estar associado à estabilidade física das rações, dado que essa característica influencia nas perdas de matéria seca, resultando em uma variação na oferta de ração que leva a um aumento ou diminuição no consumo aparente de ração. Nesse estudo, foi observado que a estabilidade não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$), tendo alcançado a média de $88,56 \pm 1,68\%$. Possivelmente, as matérias primas utilizadas nesse trabalho, possuem fatores químicos naturais, que ativam o comportamento alimentar dos camarões, promovendo a detecção, busca e orientação em direção à fonte de alimentos.

Assim como o consumo alimentar, o fator de conversão alimentar (FCA) dos camarões alimentados com as dietas testes, não apresentou diferença estatística, apresentando uma média (\pm desvio padrão) de $1,52 \pm 0,11$ ($P > 0,05$; Tabela 3). Os dados do FCA desse trabalho vão de encontro com os dados apresentados por Nunes *et al.* (2019c). Esses autores obtiveram uma média (\pm desvio padrão) de FCA de $1,29 \pm 0,11$, em estudo realizado com auxílio de alimentadores automáticos, quando ofertou múltiplas alimentações durante o dia.

Por meio do presente estudo, foi possível verificar que juvenis do camarão *L. vannamei* alimentados com as dietas submetidas a uma redução de 50% de farinha de peixe, apresentaram similaridade nos parâmetros zootécnicos como: sobrevivência, crescimento, fator de conversão aparente e consumo quando comparados com a dieta controle. Esse resultado pode ter sido obtido devido aos quimoatrativos que possuem a capacidade de promover um efeito estimulador na ingestão alimentar e crescimento do camarão. Porém, alguns parâmetros no desempenho zootécnico como o peso corporal final e a produtividade obtiveram valores maiores na dieta sem a redução da farinha de peixe, mostrando que talvez a redução da farinha de peixe possa ter sido um fator preponderante quando comparado com a eficiência dos quimoatrativos.

6. CONCLUSÃO

A redução de 50% da farinha de salmão em dietas suplementadas com 3% dos atrativos estudados (FK, FL, FFL, FCC e HS), não afetaram a sobrevivência, crescimento, FCA e consumo aparente dos camarões brancos do Pacífico. Logo, é possível concluir que os atrativos compensaram a redução da farinha de peixe e o incremento de uma fonte vegetal mais economicamente viável, pois os fatores zootécnicos com exceção do peso corporal final e da produtividade, não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos.

Contudo, estudos futuros devem concentrar-se na utilização dos quimoatrativos como forma de redução da farinha de peixe nas dietas de camarão *L. vannamei*. Logo, é sugerido a realização de novos estudos, com o intuito de avaliar diferentes proporções de ingredientes para que os quimoatrativos tenham uma melhor eficiência sem danos nutricionais aos camarões cultivados.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, J.S., HERNÁNDEZ-LLAMAS, A., GALINDO, J., FRAGA, I., GARCÍA, T., VILLARREAL, H., 2007. **Substitution of fiFCCeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Pérez-Farfante & Kensley 1997).** *Aquacult. Res.*, 38, 689–695.

AOAC, 2002. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 17th edn. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Ayadi, F. Y., K. Muthukumarappan, K. A. Rosentrater, and M. L. Brown. 2011. **Twin-screw extrusion processing of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeds using various levels of corn based distillers dried grains with solubles (DDGS).** *Cereal Chemistry* 88:363–374.

ANDRIOLA NETO, F. F. **Redução no uso de farinha de peixe em dietas suplementadas com atratores alimentares para cultivo do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*. 2009.** 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2009.

ABCC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. **Camarões Marinhos Gestão de Qualidade e Rastreabilidade na Fazenda.** Jan. 2005. Disponível em: <www.aqualider.com.br/download.php>.

ABCC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (Org.). **Programa de Biossegurança para Fazendas de Camarão Marinho.** 1. ed. Recife, 68p. 2005.

ABCC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (Org.) **Manejo da Qualidade da Água na Aquicultura e no Cultivo de Camarão Marinho.** 1. ed. Recife, 157p. 2013.

BAKKE-MCKELLEP, A.M., REFSTIE, S., 2008. **Alternative protein sources and digestive function alterations in teleost fishes, in: Cyrino, J.E.P., Bureau, D.P., Kapoor, R.G. (Eds.), Feeding and Digestive Functions in Fish.** Science Publishers, Enfield, New Hampshire, pp. 445-478

BAUER, W., PRENTICE-HERNANDEZ, C., TESSER, M. B., WASIELESKY, W. JR, POERSCH, L. H. S., 2012. **Substitution of fiFCCeal with microbial floc meal and soy protein concentrate in diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*.** *Aquaculture*, 342–343, 112–116.

BOROWITZA, M. A., 2013. **High-value products from microalgae-their development and commercialization.** *J. Appl. Phycology*, 25, 743-756.

BROWN, M. R., MULAR, M., MILLER, I., FARMER, C., TRENERRY, C., 1999. **The vitamin content of microalgae used in aquaculture.** *J. Appl. Phycol.* 11, 247–255.

BENZIE, J. A. H. **Population genetic structure in penaeid prawns.** Aquaculture Research, v.31, p. 95-119,2000.

CASTRO O, BURRI L, NUNES A. **Astaxanthin krill oil enhances the growth performance and fatty acid composition of the Pacific whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared under hypersaline conditions.** AquacultNutr. 2018; 24:442–452.

CAMACHO-RODRÍGUEZ, J., CERÓN-GARCÍA, M.C., GONZÁLEZ-LÓPEZ, C.V., FERNÁNDEZ-SEVILLA, J.M., CARVALHO, R. A. P. L. F., 2011. **Desenvolvimento de um sistema de recirculação para estudos sobre digestibilidade em condições de alto desempenho para camarões marinhos: avaliação de ingredientes proteicos alternativos à farinha de peixe em diferentes níveis de inclusão em dietas para juvenis de *Litopenaeus vannamei*.** Doctoral Thesis. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.

CONTRERAS-GÓMEZ, A., MOLINA-GRIMA, E., 2013. **A low-cost culture medium for the production of *Nannochloropsisgaditana* biomass optimized for aquaculture.** Biotechnol. Bioresource 144, 57–66.

CRUZ-SUÁREZ, L. E., RICQUE-MARIE, D. M., TAPIA-SALAZAR, M., MCCALLUM, I. M., HICKLING, D., 2001. **Assessment of differently processed feed pea (*Pisum sativum*) meals and canola meal (*Brassica sp.*) in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*).** Aquaculture, 196, 87–104

CRUZ-SUÁREZ, E., VILLARREAL-COLMENARES, H., TAPIA-SALAZAR, M., LÓPEZNIETO, M. G., VILLARREAL-CAVAZOS, D. A., RICQUE-MARIE, D., 2008. **Manual de metodologías de digestibilidad in vivo para ingredientes y dietas para camarón.** Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L., México. 238 p.

CUMMINS, V.C., WEBSTER, C.D., THOMPSON, K.R. AND VELASQUEZ, A. 2013. **Replacement of Fish Meal with Soybean Meal, Alone or in Combination with Distiller's Dried Grains with Solubles in Practical Diets for Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Grown in a Clear-Water Culture System.** Journal of the World Aquaculture Society. 44: 775-785.

DAVIS, D.A., ARNOLD, C.R. Replacement off FCCeal in practical diets for the Pacific White shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 185, p. 291-298, 2000.

DALLAIRE, V., LESHSD, P., VANDENBERG, G., DE LA NOÛE, J., 2007. **Effect of algal incorporation on growth, survival and carcass composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry.** Bioresour. Technol. 98, 1433–1439.

DERSJANT-LI, Y., 2002. **The use of soy protein in aquafeeds.** Avances en Nutricion Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancun, Quintana Roo, Mexico.

DE SILVA, S.S., ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquaculture** (Chapman and Hall, London), 1994.

DERBY, C. D., SORENSEN, P. W. (2008). **Neural processing, perception, and behavioral responses to natural chemical stimuli by fish and crustaceans.** *Journal of Chemical Ecology*, 34, 898-914.

EHREMBER, M., 1980. **Microalgae: a fish faro feed for the future.** *Fish Farming Int.* 7, 15–18.

FAO. 2018. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018** - Meeting the sustainable development goals. Roma, Italia.

FAO, Fisheries Department. **The State of the World Fisheries and Aquaculture.** FAO, Rome, p. 153, 2009

FERREIRA, N. C. **Aplicação de índices de qualidade de água (IQA) como apoio a carcinicultura marinha.** Dissertação de Mestrado em Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GRASSO, F. W. (2001). **Invertebrate-inspired sensory-motor systems and autonomous, olfactory-guided exploration.** *Biological Bulletin*, 200, 160-168.

HEINEN, J.M. **Chemoreception in decapod crustacea and chemical feeding stimulants as potential feed additives.** *Proc. World Maricult. Soc.*, v. 11, p.319 -334, 1980.

JU, Z. Y., DENG, D. F., DOMINY, W., 2012. **A defatted microalga (*Haematococcus pluvialis*) meal as a protein ingredient to partially replace fiCCeal in diets of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931).** *Aquaculture* 354–355, 50–55.

KENT, M., WELLADSEN, H.M., MANGOTT, A., LI, Y., 2015. **Nutritional evaluation of Australian microalgae as potential human health supplements.** *Plos One*, 10, 14.

KIRON, V., PHROMKUNTHONG, W., HUNTLEY, M., ARCHIBALD, I., DE SCHEEMAKER, G., 2012. **Marine microalgae from biorefinery as a potential feed protein source for Atlantic salmon, common carp and whiteeg shrimp.** *AquacultNutr.* 18: 521–531.

LI, Y., XIAO, G., MANGOTT, A., KENT, M., PIROZZI, I., 2015. **Nutrient efficacy of microalgae as aquafeed additives for the adult black tiger prawn, *Penaeus monodon*.** *Aquac Res.* (inpress). doi:10.1111/are.12815.

LIM, C., M. YILDIRIM-AKSOY. 2008. **Distillers dried grains with solubles as an alternative protein source in fish feeds.** *Proceedings of the 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, 12–14 October 2008. Cairo, Egypt, pp. 67–82.

LÓPEZ, C.V., CERÓN, M.C., ACIÉN, F.G., SEGOVIA, C., CHISTI, Y., FERNÁNDEZ, J.M., 2010. **Protein measurements of microalgal and cyanobacterial biomass.** *Bioresour. Technol.* 101, 7587–7591.

LEE, P.G., MEYERS, S.P. **Chemoattraction and feeding stimulation.** in: D’Abramo, L.R., Conklin, E., Akiyama, D.M. (eds). *Crustacean Nutrition*. Baton Rouge, EUA: The World Aquaculture Society, p. 292-352. 1997.

LUBIÁN, L.M., MONTERO, O., MORENO-GARRIDO, I., HUERTAS, I.E., SOBRINO, C., GONZÁLEZ-DEL, VALLE M., PARÉS, G., 2000. **Nannochloropsis (*Eustigmatophyceae*) as source of commercially valuable pigments**. *J. Appl. Phycol.* 12 (3–5), 249–255.

MACKIE, A.M., MITCHELL, A.I. **Identification of gustatory feeding stimulants for fish-applications in aquaculture**. *in*: Cowey, C.B.; Mackie, A.M.; Bell, J.G. (eds.). 1985. *Nutrition and feeding in fish*. Academic Press. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. p. 177-189, 198.

Manejo de Alimentos e Alimentação dos Camarões. In: Valenti, W.C. (Editor), *Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões*. IBAMA/FAPESP, Brasília, DF, Brazil. p. 239-267. 12, 1998.

MALCORPS, W., B. KOK, M. VAN'T LAND, M. FRITZ, D. VAN DOREN, K. SERVIN, P. VAN DER HEIJDEN, R. PALMER, N. A. AUCHTERLONIE, M. RIETKERK, M. J. SANTOS AND S. J. DAVIES. 2019. **The sustainability conundrum of fiFCceal substitution by plant ingredients in shrimp feeds**. *Sustainability* 11:1-19.

MÉTALLIER, R., GUILLAUME, J. Part IV. **Feeding of fish: Applications. Raw Materials and additives used in fish foods**. In: Guillaume, J.; Kaushik, S.; Bergot, P.; Métallier, R. (eds.). *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans*. Práxis Publishing. p. 279-295, 2001.

NUNES, A.J.P. **Feeding dynamics of the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Penaeidae) under semi-intensive culture in NE Brazil**. Dissertação de Mestrado em Aquicultura. Memorial University of Newfoundland, Newfoundland, Canadá. 166 p.

NUNES, A.J.P., SABRY-NETO, H., OLIVEIRA-NETO, S., BURRI, L. 2019a. **Feed preference and growth response of juvenile *Litopenaeus vannamei* to supplementation of marine chemo attractants in a fiFCceal challenged diet**. *J World Aquacult Soc.* 2019;1–16.

NUNES, A.J.P.; SÁ, M.V.C.; ANDRIOLA-NETO F.F.; LEMOS, D. **Behavioral response to selected feed attractants and stimulants in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei***. *Aquaculture*. v. 260, p. 244–254, 2006a.

NUNES, A.J.P., SABRY-NETO, H., MASAGOUNDER, K. 2019b. **Crude protein in low-fish meal diets for juvenile *Litopenaeus vannamei* can be reduced through a well-balanced supplementation of essential amino acids**. *J World Aquacult Soc.* 2019;1–15

NUNES, A. J. P., GESTEIRA, T.C.V., OLIVEIRA, G.G., LIMA, R. C., MIRANDA, P.T.C., MADRID, R.M. **Princípios para boas práticas de manejo (BPM) na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará**. Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC). Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará. 109P, 2005.

NUNES, A. J. P., SABRY-NETO, H. SILVA, F. H. P., OLIVEIRA-NETO, A. R., MASAGOUNDER, K, 2019c. **Multiple feedings enhance the growth performance and feed efficiency of juvenile *Litopenaeus vannamei* when fed a low-fish meal amino acid supplemented diet**. *Aquaculture International*, 27, 337–347.

NRC (National Research Council). 2011. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. NRC, Washington, EUA.

PÉREZ-FARFANTE, I., KENSLEY, B. 1997. **Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world: keys and diagnoses for the families and genera**. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, France, (175): 233 p.

RODRIGUES, J. **Carcinicultura marinha desempenho em 2004**. Revista da associação brasileira de criadores de camarão. Revista da ABCC, Recife, v. 7, n. 2, p.38-44, 2005.

CUZON, G.; LAWRENCE, A.; GAXIOLA, G.; ROSAS, C. & GUILLAUME, J. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*, p. 513-551, 2004.

RACOTTA, I.S., HERRERA, R.H. **Metabolic responses of the white shrimp, *Penaeus vannamei*, to ambient ammonia**. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 125, p. 437-443, 2000.

RODRIGO A.P.L.F. DE CARVALHO, OTA RICARDO HARUO, VIVIAN OLIVEIRA KADRY, ALBERT G.J. TACON, DANIEL LEMOS, **Apparent digestibility of protein, energy and amino acids of six protein sources included at three levels in diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in high performance conditions**. *Aquaculture*, Volume 465, 2016, Pages 223-234,

SANTOS, C. H. A.; LOURENCO, J. A.; IGARASHI, M. A. **Avaliação do ganho de peso de pós-larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), alimentados com peixes da fauna acompanhante do camarão marinho**. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 7-15, 2007.

SINDIRAÇÕES- **Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. 2013**. *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal*. 4th ed. São Paulo, BR.

SURESH, A. V., K. P. Kumaraguruvasagamand S. Nates. 2011. **Attractability and palatability of protein ingredients of aquatic and terrestrial animal origin, and their practical value for blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* fed diets formulated with high levels of poultry byproduct meal**. *Aquaculture* 319:132–140.

TACON, A.G.J., CODY, J.J., CONQUEST, L.D., DIVAKARAN, S., FORSTER, I.P., DECAMP, O.E. **Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets**. *Aquac.Nutr.*, v. 8, p. 121–137, 2002.

TACON, A.G.J., METIAN, M. **Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects**. *Aquaculture*, v. 285 (1-4), p. 146-158, 2008.

OBALDO LG, DIVAKARAN S, TACON AG (2002) **Method for determining the physical stability of shrimp feeds in water**. *Aquac Res* 33:369-377.