



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
MARINHAS TROPICAIS

OTAVIO SERINO CASTRO

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

FORTALEZA – CE
Abril / 2010

OTAVIO SERINO CASTRO

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

Dissertação submetida á Coordenação do
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências
do Mar, como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre, outorgado pela
Universidade Federal do Ceará

Orientador: Alberto Jorge Pinto Nunes, Ph.D.

FORTALEZA – CE
Abril / 2010

Castro, Otávio Serino

Efeito da fonte de óleo sobre o desempenho zootécnico, perfil lipídico e características sensoriais do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado em condições de alta salinidade/Otávio Serino Castro; orientador: Alberto Jorge Pinto Nunes. Fortaleza – 2010.
96 f.; Il. color. enc.

Dissertação – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, 2010.

1. Aquicultura. 2. Nutrição animal. 3. Ácidos graxos I.
Nunes, Alberto Jorge Pinto (Orient.) II. Título

OTAVIO SERINO CASTRO

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

Dissertação submetida á Coordenação do
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Marinhas Tropicais do Instituto
de Ciências do Mar, como requisito
parcial para obtenção do título de
Mestre, outorgado pela Universidade
Federal do Ceará

Aprovada em _12_/_04_/2010

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Daniel Eduardo Lavanholi de Lemos
Universidade Estadual de São Paulo (USP)

Dr. Raul Malvino Madrid
Universidade Federal do Ceará (UFC)

ÓTAVIO SERINO CASTRO

Efeito da Fonte de Óleo na Dieta sobre o Desempenho Zootécnico, Perfil Lipídico e Características Sensoriais do Camarão *Litopenaeus vannamei* Cultivado em Condições de Alta Salinidade.

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, LABOMAR - Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais, área de concentração Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Aprovada em, 12 de abril de 2010

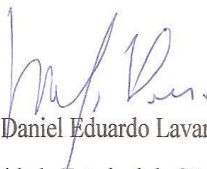
BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. Raul Mario Malvino Madrid
Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof. Dr. Daniel Eduardo Lavanholi de Lemos
Universidade Estadual de São Paulo - USP

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial a meus pais, pelos princípios, pela liberdade, pela confiança e pelo apoio depositado em minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes, pela oportunidade, pelos ensinamentos profissionais e pela confiança em meu trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais do LABOMAR/UFC (Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará), pela estrutura disponibilizada e pela concessão da bolsa cedida pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) ao programa.

Ao Dr. Sigve Nordrum e a empresa norueguesa Aker Biomarine ASA, pela credibilidade e pelos recursos financeiros investidos em nosso trabalho.

Aos professores e pesquisadores Marcelo V. C. Sá (UFC), Severino A. Maia (USP), Fernando M. Bairy (UFSC), Marcelo Maraschin (UFSC), Ivani A. M. Moreno (USP) e Daniela Magionni (UFSC) pela disponibilidade em auxiliar no trabalho.

A toda equipe de funcionários, estagiários e bolsistas do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do LABOMAR/UFC (Hassan Sabry, Leandro F. Castro, Felipe Andriola, Aderson Martins, Jordivânia, Josivânia, Sandra e Antônio Carlos), pelo ótimo trabalho realizado, garantindo o sucesso na condução das pesquisas.

A Profa. Elzânia Sales Pereira, ao doutorando Marcos R. Góes e aos estagiários José Nery R. Júnior e Iana Sérvulo G. Maia do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia de Universidade Federal do Ceará pelo auxílio na realização das análises bromatológicas das rações.

A todos os colegas de curso que compartilharam e vivenciaram dia a dia as dificuldades e alegrias de cada etapa deste trabalho, em especial a Elthon Góes, Leandro F. Castro, Luiz E. L. Freitas e Ricardo Albuquerque.

Aos professores de graduação (Alex Maiorka, Antônio Ostrensky Neto, Edson G. de Oliveira, Fabiano Dahlke e Marina I. de Almeida) que auxiliaram e fizeram parte do início desta jornada, e que até hoje contribuem como mentores para os ensinamentos acadêmicos e profissionais.

A Flávio Alves Longo pelo contato inicial, o qual possibilitou o surgimento da oportunidade que posteriormente originou todo este trabalho.

Agradeço a toda minha família pelo apoio, pelo suporte emocional e por estarem sempre presentes em minha vida independentemente da distância.

À minha noiva Fernanda, pelo companheirismo, pela compreensão, pelo apoio e pelo carinho a mim dedicado. Amo você.

A Walter Lobo Filho e família (Margot, Marina, Rilke e Raquel, Walder e Natália), pelo acolhimento, apoio e pelos momentos de lazer e descontração que tornaram a estada em Fortaleza muito mais prazerosa.

Ao estimado colega moçambicano Alvarenga César Mepija, que por forças do destino, infelizmente não pode concluir esta jornada conosco. Descanse em paz e com a mesma alegria com a qual sempre nos contagiou.

"Por maior que seja o talento ou o esforço, algumas coisas exigem tempo: não dá para produzir um bebê em um mês engravidando nove mulheres"

Warren Buffet

RESUMO

O camarão *L. vannamei* é considerado uma espécie eurihalina com boa capacidade de realizar hipo e hiper-osmorregulação. Apesar desta habilidade, seu desempenho zootécnico em cultivos pode ser comprometido quando a salinidade da água ultrapassa 40‰. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da fonte de óleo e dos níveis de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) da dieta sobre o desempenho, a resistência, o perfil lipídico e as características sensoriais da cauda de juvenis de *L. vannamei* cultivados em alta salinidade. Na primeira etapa do estudo, camarões de $2,79 \pm 0,60$ g foram cultivados por 64 dias sob uma salinidade considerada ideal (**Sideal**, $23 \pm 1,2$ ‰) e alta (**SAlta**, $44 \pm 2,0$ ‰). Os animais foram alimentados com dietas com mesma composição e características nutricionais, exceto quanto ao perfil de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) que variou em função da fonte e dos níveis de inclusão de óleo: **PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL-** (2,92% de AGPI), 14,5 g/kg de óleo de krill e 21,2 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja. Na segunda etapa do estudo, camarões com $1,71 \pm 0,4$ g foram submetidos a três níveis de estresse osmótico. A salinidade da água em 30‰ foi aumentada em 2, 3 e 4‰ ao dia (**SAL_1**, **SAL_2** e **SAL_3**, respectivamente) durante cinco dias consecutivos. Precedendo o estresse osmótico, todos os animais foram alimentados com uma dieta deficiente em AGPI (dieta **AGP_15** com 1,48% de AGPI) seguido de mais sete dias sendo alimentados com as respectivas dietas: **AGP_45**, **AGP_65** e **AGP_85**, dietas com 4,60, 6,61 e 8,61% de AGPI, respectivamente. Na terceira etapa do estudo, foi realizada análise sensorial na cauda de camarões cultivados na primeira etapa sob a condição **SAlta**, alimentados com as dietas **PXE**, **KRL**, **SJA** e **KRL+**. Foi avaliada a preferência de consumidores em relação à coloração, textura e sabor dos camarões com 20 provadores não treinados utilizando metodologia do tipo *Best-worse*. Ao final da primeira etapa do estudo, camarões cultivados em **SAlta** atingiram um peso corporal inferior aos cultivados em **Sideal** ($11,21 \pm 2,05$ g versus $11,56 \pm 1,77$ g, respectivamente). A dieta **KRL** promoveu um crescimento mais rápido ($1,01 \pm 0,01$ g/semana) e um maior peso corporal na despesca ($11,97 \pm 2,01$ g) independente da salinidade de cultivo. Os camarões alimentados com a dieta **SJA** obtiveram maior peso

corporal comparado aos alimentados com **PXE** ($11,18 \pm 1,77$ g versus $11,05 \pm 1,83$ g, respectivamente). Não houve diferenças significativas na sobrevivência ($93,4 \pm 5,07\%$) e na produtividade ($554 \pm 68,5$ g/m²) de camarões e nem interações significativas entre os fatores salinidade e dieta. Na segunda etapa do estudo, a suplementação de AGPI nas dietas não foi capaz de promover um aumento na resistência do *L. vannamei* frente às elevações na salinidade da água. Ao final do cultivo, houve 100% de mortalidade na condição de salinidade final de $50 \pm 0,7\%$ (**SAL_3**), seguido de $9,8 \pm 2,2\%$ de sobrevivência para a salinidade final de $44,8 \pm 0,4\%$ (**SAL_2**) e $67,1 \pm 8,9\%$ de sobrevivência para uma salinidade final de $39,7 \pm 0,5\%$ (**SAL_1**). A análise do perfil lipídico revelou que os camarões alimentados com as dietas **PXE**, **KRL** e **KRL+** apresentaram maiores concentrações de AGPI na cauda frente às dietas **SJA** e **KRL-**. Houve uma maior aceitação dos consumidores pelos animais alimentados com as dietas contendo óleo de krill, frente aos alimentados com óleo de peixe ou soja. De maneira geral, a utilização do óleo de krill e o enriquecimento com AGPI em dietas para o *L. vannamei* promoveu um maior peso corporal em alta salinidade, além de melhorar as características sensoriais de cor e sabor da cauda dos camarões.

Palavras chave: aquicultura, ácidos graxos poliinsaturados, osmorregulação, características organolépticas, consumidores.

ABSTRACT

The white shrimp *L. vannamei* is considered a euryhaline species able to perform hypo and hyper-osmoregulation. Despite this ability, its growth performance under culture can be compromised when water salinity exceeds 40‰. This study aimed at evaluating the effect of oil source and the levels of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in the diet on the performance, resistance, lipid profile and sensory characteristics of the tail of juvenile *L. vannamei* reared under high salinity. In the first study phase, 2.79 ± 0.60 g shrimp were reared for 64 days under an optimal (**SIdeal**, $23 \pm 1,2\%$) and high (**SAlta**, $44 \pm 2,0\%$) water salinity. Animals were fed diets with similar composition and nutritional characteristics, except in regards to the polyunsaturated fatty acids (PUFAs) profile which varied according to the source and levels of oil inclusion: **PXE** (8.01% PUFA of the total lipid content of the diet), diet with 26.6 g/kg of fish oil and 10.0 g/kg of soybean oil; **SJA** (0.93% PUFA), 34.5 g/kg of oil soybean; **KRL** (6.93% PUFA), 48.3 g/kg of krill oil and 4.4 g/kg of soybean oil; **KRL-** (2.92% PUFA), 14.5 g/kg of krill oil and 21.2 g/kg of soybean oil; **KRL+** (8.81% PUFA), 55.5 g/kg of krill oil and 3.8 g/kg of soybean oil. In the second study phase, 1.71 ± 0.4 g shrimp were subjected to three levels of osmotic stress. Initial water salinity at 30‰ was increased by 2, 3 and 4‰ per day (**SAL_1**, **SAL_2** and **SAL_3**, respectively) for five consecutive days. Prior to the osmotic stress period, all animals were fed a diet deficient in PUFA (diet **AGP_15** with 1.48% PUFA), followed by seven days feeding on their respective diets **AGP_45**, **AGP_65** and **AGP_85** (diets with 4.60, 6.61 and 8.61% PUFA, respectively). In the third study phase, sensory analysis was performed on shrimp which had been fed diets **PXE**, **KRL**, **SJA** and **KRL +** and grown under **SAlta** during the first study phase. Consumer preference for shrimp color, texture and flavor was carried out with 20 untrained tasters using the Best-worse scaling methodology. At the end of the first study phase, shrimp grown under **SAlta** reached a lower body weight than those under **SIdeal** (11.21 ± 2.05 g versus 11.56 ± 1.77 g, respectively). **KRL** diet promoted the fastest shrimp growth (1.01 ± 0.01 g/week) and body weight at harvest (11.97 ± 2.01 g), regardless of water salinity. Shrimp fed **SJA** reached a larger body weight compared to those fed **PXE** (11.18 ± 1.77 g versus 11.05 ± 1.83 g, respectively). There were no significant differences in shrimp survival ($93.4 \pm 5.07\%$) and yield (554 ± 68.5 g/m²) among different diets. Also, no significant interactions between salinity and diet were detected. In the second study phase, PUFA supplementation in the diet failed to promote

an increase in resistance of *L. vannamei* against increments in water salinity. At the end of the rearing period, there was 100% mortality at $50 \pm 0.7\text{‰}$ final salinity (**SAL_3**), followed by $9.8 \pm 2.2\%$ survival for $44.8 \pm 0.4\text{‰}$ (**SAL_2**) and $67.1 \pm 8.9\%$ survival for $39.7 \pm 0.5\text{‰}$ (**SAL_1**). Lipid profile analysis revealed that shrimp fed diets with **PXE**, **KRL** and **KRL+** had higher concentrations of PUFA in the tail compared to those fed diets **SJA** and **KRL-**. There was a higher consumer acceptance for shrimp that had been fed diets containing krill oil, compared to those fed fish or soybean oil. In general, the use of krill oil and PUFA enrichment in *L. vannamei* diets promoted a higher shrimp body weight under high salinity culture, and improved the sensory characteristics (color and flavor) of shrimp tails.

Key words: aquaculture, animal nutrition, fatty acids, osmoregulation, organoleptic attributes, consumers.

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Distribuição das dietas experimentais em seus respectivos tanques de cultivo no sistema <i>indoor</i> . Os tanques na cor escura representam os tratamentos submetidos à condição de salinidade ideal (SIdeal , 20 a 25‰ de salinidade), já os tanques de cor branca representam os tratamentos que foram submetidos à condição de salinidade alta (SAlta , 40 a 45‰ de salinidade). A abreviação TQ se refere à identificação dos tanques de cultivo.....	12
FIGURA 2. Distribuição dos tratamentos em função do perfil lipídico das dietas (AGP_15 , AGP_45 , AGP_65 e AGP_85) e do grau de estresse osmótico (SAL_1 , SAL_2 e SAL_3) no qual os camarões foram submetidos. Os tanques na cor cinza escuro representam os tratamentos submetidos à elevação de salinidade mais branda (SAL_1 , de 30 a 40‰), os tanques de cor branca representam os tratamentos submetidos à elevação de salinidade intermediária (SAL_2 , de 30 a 45‰) e os tanques em cor cinza claro a elevação mais severa (SAL_3 , de 30 a 50‰). A abreviação TQ se refere à identificação dos tanques de cultivo.....	14
FIGURA 3. A, vista superior dos tanques de 500 l do sistema <i>indoor</i> de cultivo utilizados no presente trabalho. B, vista interna de um tanque de cultivo povoado com camarões, detalhe para a condição de água clara mantida através de um sistema de filtragem e recirculação de água.....	16
FIGURA 4. Desdobramento dos dados da análise fatorial para o parâmetro peso corporal final (média ± erro padrão) do camarão <i>L. vannamei</i> alimentado com dietas contendo óleo de peixe (PXE), óleo de soja (SJA) e óleo de krill (KRL), cultivados sob condição de salinidade SIdeal (23 ± 1,2‰) e SAlta (44 ± 2,0‰). PXE (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de	

- óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja..... 44
- FIGURA 5.** Sobrevivência diária acumulada (média \pm desvio padrão) do camarão *L. vannamei* após incrementos de 2, 3 e 4‰ ao dia na salinidade da água de cultivo ao longo de cinco dias consecutivos, iniciando-se a partir de uma salinidade de 30‰ e finalizando nas salinidades de 40 (**SAL_1**), 45 (**SAL_2**) e 50‰ (**SAL_3**), respectivamente..... 47
- FIGURA 6.** Escores totais de preferência obtidos para amostras de cauda de camarões alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas (**PXE**, óleo de peixe e soja; **KRL** óleo de krill; **SJA**, óleo de soja e **KRL+**, óleo de krill em maior concentração) e cultivados em condição de alta salinidade (**SALta**, 44 \pm 2,0‰). Os resultados representam o somatório das avaliações sensoriais de 20 provadores ($n = 60$ para cada amostra). Letras minúsculas e maiúsculas diferentes nas barras cinza claro e cinza escura representam, respectivamente, diferença estatisticamente significativa para frequência de escolhas positivas para os parâmetros coloração e sabor, ambas denotadas pelo teste U de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$). **PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja..... 51

LISTA DE TABELAS

	Página
<p>TABELA 1. Composição (g/kg, matéria natural) e valores nutricionais (g/kg, peso seco) das dietas experimentais empregadas no estudo para avaliar o efeito da fonte lipídica sobre o desempenho do camarão branco em condições de alta salinidade. Os valores nutricionais (analisados exceto quando indicado; em g/kg, peso seco) dos ingredientes empregados na composição das dietas são apresentados no rodapé da tabela. Os índices de peróxidos (meq/kg) e acidez (mg NaOH/g) foram analisados para fontes de óleo estudadas segundo AOAC (1990).....</p>	19
<p>TABELA 2. Composição (g/kg, matéria natural) e níveis nutricionais formulados (g/kg, matéria natural) das dietas experimentais empregadas no estudo para avaliar a resistência do camarão branco quando exposto a diferentes graus de elevação de salinidade. Os valores bromatológicos (analisados exceto quando indicado; em g/kg, peso seco) dos ingredientes empregados na composição das dietas são apresentados no rodapé da tabela.....</p>	23
<p>TABELA 3. Extrato etéreo (g/kg da dieta), perfil lipídico (% do total do EE) e conteúdo de carotenóides (ug/100 ul) das dietas experimentais empregadas para avaliar o efeito da fonte lipídica sobre o desempenho do <i>L. vannamei</i> cultivado em condições de alta salinidade.....</p>	26
<p>TABELA 4. Padrão de distribuição das amostras durante as rodadas de provas utilizadas nas avaliações de cor, textura e sabor dos camarões alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo.....</p>	34
<p>TABELA 5. Parâmetros de qualidade de água (pH, salinidade e temperatura) mensurados durante a primeira etapa do estudo nos diferentes tratamentos e condições de salinidade empregadas. Linhas com letras iguais indicam diferença</p>	

	não significativa entre dietas ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD. Valores em parênteses indicam o número de leituras individuais em cada tratamento.....	37
TABELA 6.	Salinidade diária da água (média \pm desvio padrão, $n = 12$) observada nos tanques de cultivo de cada tratamento na segunda etapa do estudo. A elevação da salinidade ocorreu ao longo de cinco dias. Linhas com letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os graus de elevação de salinidade ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD.....	38
TABELA 7.	Peso médio corporal (\pm desvio padrão) do camarão <i>L. vannamei</i> ao longo da primeira etapa do estudo. Os animais foram submetidos a duas condições de salinidade (Sideal , $23 \pm 1,2\%$ e Salta , $44 \pm 2,0\%$) e alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas e concentrações de ácidos graxos poliinsaturados. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dietas utilizadas em cada condição de salinidade ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD.....	39
TABELA 8.	Crescimento semanal (g), produtividade (g/m^2), sobrevivência final (%) e fator de conversão alimentar (FCA) alcançado pelo <i>L. vannamei</i> na primeira etapa do estudo. Os animais foram submetidos a duas condições de salinidade (SIdeal , $23 \pm 1,2\%$ e SALta , $44 \pm 2,0\%$) e alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas e concentrações de ácidos graxos poliinsaturados. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dietas utilizadas em cada condição de salinidade ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD. Valores apresentados como média \pm desvio padrão.....	41

Página

TABELA 9.	Análise fatorial (duas salinidades x três dietas) do peso corporal final, crescimento semanal, produtividade e fator de conversão alimentar (FCA) do camarão branco <i>L. vannamei</i> . Os animais foram submetidos a duas condições de salinidade (S ideal, $23 \pm 1,2\%$ e S Alta, $44 \pm 2,0\%$) e alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas e concentrações de ácidos graxos poliinsaturados. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dietas na condição S Alta de salinidade ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD. Valores apresentados como média \pm desvio padrão....	43
TABELA 10.	Significância dos fatores salinidade e dieta e da interação entre ambos sobre a mortalidade do <i>L. vannamei</i> após estresse osmótico.....	45
TABELA 11.	Perfil lipídico (% do total do EE) do abdômen do camarão <i>L. vannamei</i> alimentado com dietas contendo diferentes fontes lipídicas por 64 dias em tanques com água clara sob diferentes condições de salinidade.....	48
TABELA 12.	Distribuição percentual dos estágios de muda observados nos camarões da espécie <i>L. vannamei</i> utilizados na realização de teste de avaliação sensorial. Valores em parênteses indicam número de indivíduos nos respectivos estágios. Estágios de muda avaliados de acordo com Oliveira-Cesar <i>et al.</i> (2006) através de análise microscópica da setogênese do endopodito do urópodo dos camarões.....	52

LISTA DE APÊNDICES

	Página
APÊNDICE A. Modelo do formulário utilizado em cada rodada de prova do teste sensorial. A cada parâmetro avaliado, cada provador tinha de assinalar a amostra que mais lhe agradou e a que menos lhe agradou, exemplificado na figura pelas letras “X” coloridas.....	92
APÊNDICE B. Escores de coloração, textura e sabor obtidos pelas amostras do camarão <i>L. vannamei</i> após quatro rodadas de avaliações realizadas por 20 provadores através da metodologia <i>Best-worse</i> de avaliação sensorial.....	93
APÊNDICE C. Frequências relativas da predileção pela coloração, textura e sabor obtidos pelas amostras do camarão <i>L. vannamei</i> alimentado por 64 dias com dietas contendo diferentes fontes lipídicas em condição de alta salinidade (SAlta , $44 \pm 2,0\%$). Resultados obtidos após quatro rodadas de avaliações realizadas com 20 provadores não treinados através da metodologia <i>Best-worse</i> de avaliação sensorial.....	94

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO A. Metodologia utilizada para a determinação de ácidos graxos por cromatografia gasosa no Laboratório de Bioquímica e Análise Instrumental do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.....	95

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iv
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE APÊNDICES	xiii
LISTA DE ANEXOS	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Efeitos da Salinidade na Fisiologia dos Camarões.....	3
2.2 Nutrição em Alta Salinidade.....	6
2.3 Alterações Qualitativas de Produtos Animais em Função da Dieta.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Local de Estudo.....	11
3.2 Delineamento Experimental.....	11
3.3 Sistema de Cultivo Experimental.....	15
3.4 Formulação, Perfil Nutricional e Preparação das Dietas Experimentais.....	15
3.5 Fonte, Aclimação e Cultivos dos Camarões.....	28
3.6 Manipulação da Salinidade e Manejo da Água de Cultivo.....	30
3.7 Parâmetros de Desempenho Zootécnico.....	31
3.8 Avaliação Sensorial dos Camarões.....	32
3.9 Análise Estatística.....	35
4 RESULTADOS	36
4.1 Parâmetros de Qualidade da Água.....	36
4.2 Desempenho Zootécnico.....	36
4.3 Resistência ao Estresse Osmótico.....	42
4.4 Perfil Lipídico dos Camarões.....	46
4.5 Características Sensoriais.....	50
5. DISCUSSÃO	54
5.1 Efeitos da Salinidade e Dieta sobre o Desempenho Zootécnico.....	54

	Página
5.2 Efeitos do Aporte Lipídico sobre a Resistência ao Estresse Osmótico.	61
5.3 Efeitos do Perfil Lipídico sobre as Características Sensoriais da Cauda.....	63
6 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de camarões marinhos é realizado em uma ampla faixa de salinidade de água, desde concentrações inferiores a 1‰ até próximas a 50‰. A salinidade da água de um viveiro de cultivo é determinada por diversos fatores, tais como a sazonalidade climática, a precipitação pluviométrica, a profundidade do viveiro, as taxas de renovação e evaporação d'água, além das características hidrológicas dos corpos d'água que abastecem as fazendas (BOYD & TUKER, 1998; CAVALCANTI, 2003).

A carcinicultura marinha no Brasil é praticada predominantemente em áreas de ambientes estuarinos, ou próximas ao litoral. Estes ecossistemas, que podem ser considerados de transição entre a água doce e a marinha, apresentam particularidades resultantes do somatório de uma série de fatores como a latitude, a topografia, a hidrografia, a influência de correntes marinhas e dos regimes de marés da região em que se localizam. Devido a isto, diferenças na vegetação, distribuição e diversidade de espécies da fauna, na temperatura e inclusive na salinidade da água podem ser observadas nos estuários brasileiros (ESTEVES, 1998).

Condições hipersalinas, nas quais a salinidade da água pode exceder a 40‰, são encontradas mais freqüentemente em estuários da região nordeste, em climas semi-áridos, com temperaturas elevadas durante a maior parte do ano, baixo aporte de águas fluviais e com regimes pluviométricos curtos e escassos (FREIRE & MAIA, 1991; SOARES-FILHO & ALCANTARA-FILHO, 2002; PINHEIRO, 2003; SANTIAGO, PASSAVANTE & SILVA-CUNHA, 2005).

A principal espécie de camarão cultivada no Brasil é o camarão branco do pacífico *Litopenaeus vannamei*, que é considerada eurihalina, com boa capacidade em realizar tanto a hiper como a hipo-osmorregulação. Todavia, apesar desta habilidade em suportar uma vasta faixa de salinidade, a capacidade de osmorregulação deste crustáceo pode ser comprometida em salinidades acima de 40‰ (RODRIGUEZ, 1981). Sob condições de cultivo, a perda da capacidade de osmorregulação geralmente resulta em um crescimento corporal mais lento, menor taxa de sobrevivência e menor eficiência alimentar (ROBERTSON, LAWRENCE & CASTILLE, 1993).

Diversos estudos já elucidaram os efeitos da salinidade da água sobre a sobrevivência (OGLE, BEAUGEZ & LOTZ, 1992; PALACIOS *et al.*, 2004), os processos de muda (PANTE, 1990; WHEATLY & GANNON, 1995), o consumo de

oxigênio (VILLAREAL, HINOJOSA & NARANJO-PARAMO 1994; CHEN & NAN, 1995; ROSAS *et al.*, 2001a) e o crescimento dos camarões (BRAY, LAWRENCE & LEUNG-TRUJILLO, 1994; PONCE-PALAFOX, MARTINEZ-PALACIOS & ROSS, 1997; ROSAS *et al.*, 2001b). Entretanto, os estudos direcionados a uma melhoria do desempenho zootécnico e da capacidade de osmorregulação dos camarões através da nutrição, como alternativa para minimizar os efeitos adversos da alta salinidade, são ainda escassos.

O presente estudo objetivou avaliar o efeito da fonte de óleo e dos níveis de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) da dieta sobre o desempenho zootécnico e a resistência do camarão branco *L. vannamei* quando exposto a alta salinidade de cultivo. O trabalho também analisou o perfil lipídico e as características sensoriais de camarões alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Efeito da Salinidade na Fisiologia dos Camarões

Em ambientes considerados ideais para o cultivo do *L. vannamei* a salinidade deve situar-se ao redor de 20‰ (LI *et al.*, 2008). Esta concentração situa-se próxima ao ponto isosmótico da espécie de 718 mOsm/kg H₂O (salinidade de aproximadamente 24‰), condição na qual os gastos energéticos para a realização de osmorregulação são praticamente nulos (CASTILLE & LAWRENCE, 1981; CHEN & NAN, 1995). Sob condições hipersalinas, os camarões são forçados a empregar mecanismos fisiológicos de adaptação, visando à regulação da concentração iônica de seus fluídos corporais em relação ao ambiente externo, mantendo assim sua homeostasia (ROBERTSON, 1960; ROY *et al.*, 2007).

Os mecanismos de osmorregulação dos crustáceos consistem basicamente na modulação da permeabilidade das membranas a água, na troca ativa de íons como Na⁺, K⁺, H⁺, NH₄⁺ e Cl⁻ através de membranas e no balanceamento da concentração de substâncias osmoticamente ativas como K⁺ e Ca²⁺, aminoácidos livres e peptídeos no meio intracelular. Com isto, evita-se a desidratação ou o inchamento celular, os quais em casos mais severos podem levar ao murchamento irreversível ou a lise da célula (WALKER, 1993; DEATON & PIERCE, 1994).

Nos crustáceos, os principais órgãos envolvidos nestes processos regulatórios são as brânquias, que são altamente permeáveis e participam ativamente na absorção e excreção iônica; as antenas, realizando excreção, reabsorção e a retenção seletiva de íons; e em algumas espécies, o intestino, que também pode auxiliar na osmorregulação atuando na regulação hídrica do organismo (CLAYBROOKE, 1983; PÉQUEUX, 1995). O fluxo de íons nestas estruturas é possibilitado pela presença de células especializadas no transporte de cátions e ânions, os ionócitos. Estas células se distribuem principalmente pelos epitélios branquiais e nas glândulas antenais, caracterizadas pela presença de microvilosidades apicais e por invaginações basolaterais, podendo sofrer alterações em suas estruturas de acordo com a salinidade da água (CIOFFI, 1984; COMPÈRE *et al.*, 1989; BOUARICHA *et al.*, 1994; SHIRES *et al.*, 1994; HAOND, FLIK & CHARMANTIER, 1998).

A capacidade de osmorregulação dos camarões peneídeos é determinada pelo balanço entre a pressão osmótica do meio aquático e a pressão osmótica da hemolinfa destes animais, dependendo basicamente de dois mecanismos de regulação (CHARMANTIER *et al.*, 1989). A regulação anisomótica, desencadeada rapidamente

após alteração ambiental, visa manter em equilíbrio do fluído extracelular frente às variações de salinidade do meio externo, e a regulação isosmótica do fluído intracelular, que visa à manutenção do equilíbrio entre o meio intracelular em relação ao meio extracelular (PÉQUEUX, 1995).

Quando a salinidade diminui, os animais ativam mecanismos de hiperosmorregulação, visando à retenção de íons e a diminuição da entrada de água para a manutenção da pressão osmótica do organismo. Nestas condições, é observado um incremento na absorção ativa de sais pelos epitélios brânquias, um incremento nos níveis de aminoácidos livres na hemolinfa em relação aos tecidos e um conseqüente aumento na excreção de amônia, ambos resultantes do catabolismo protéico (CHEN & CHEN, 1992; LEI, HSIEH & CHEN, 1989; SCHMITT & UGLOW, 1997; ROSAS *et al.*, 1999; LEMOS, PHAN & ALVAREZ, 2001).

Já quando ocorre um incremento na salinidade, os mecanismos se voltam para a realização da hipo-osmorregulação, reduzindo-se a permeabilidade das membranas a perda de água, aumentando-se a excreção iônica ativa e a concentração de osmolitos no interior das células para a manutenção de seu volume (CLAYBROOK, 1983; PÉQUEUX, 1995; ROY *et al.*, 2007). Os principais aminoácidos encontrados sob forma livre, atuando como osmolitos orgânicos na regulação do volume das células em salinidades fora do ponto isosmótico dos camarões, são o ácido glutâmico, alanina, arginina, glicina, prolina e taurina (COBB *et al.*, 1975; MARANGOS *et al.*, 1989; McNAMARA *et al.*, 2004; HURTADO *et al.*, 2007).

Em condições extremas ao seu ponto isosmótico, a espécie *L. vannamei* chega a manter a osmolalidade de sua hemolinfa até 500 mOsm abaixo da osmolalidade do meio aquático, quando este é hipersalino (45‰ de salinidade), e até 550 mOsm acima, quando este é oligohalino (HURTADO *et al.*, 2007; ROY *et al.*, 2007). Em ambas as situações, ocorre uma elevação no consumo de oxigênio, em decorrência do aumento nas taxas respiratórias e do metabolismo protéico (CLAYBROOK, 1983; ROSAS *et al.*, 2001a).

A presença de numerosas mitocôndrias associadas às estruturas das células responsáveis pelo transporte de íons caracteriza a intensa atividade metabólica que pode ocorrer nestas regiões, sendo uma das principais funções desta organela fornecer ATP para os sistemas enzimáticos responsáveis pelo transporte iônico (MANTEL & FARMER, 1983; PÉQUEUX, 1995).

As principais enzimas atuantes nos processos de osmorregulação são a Na^+/K^+ -ATPase e a anidrase carbônica, ambas com atividade induzida pelo aumento ou redução da salinidade do meio. Este fato tem sido amplamente evidenciado nas brânquias de diversos crustáceos, exceto no caso da Na^+/K^+ -ATPase em alta salinidade, que pode apresentar atividade reduzida comparada a sua atividade no ponto isosmótico, sendo seu mecanismo de ação ainda não completamente compreendido (PÉQUEUX, GILLES & MARSHALL, 1988; HOLLIDAY, ROYE & ROER, 1990; BOUARICHA *et al.*, 1991; PÉQUEUX, 1995; ONKEN & PUTZENLECHNER, 1996; McNAMARA & TORRES, 1999; HENRY, 2001; PALACIOS *et al.*, 2004b; WEIHRAUCH *et al.*, 2004; HENRY, 2005; ROY *et al.*, 2007).

A energia demandada para suportar os processos de osmorregulação eleva a taxa metabólica, conseqüentemente aumentando a demanda e o consumo de oxigênio, o que pode gerar condições anaeróbicas e predispor a formação de radicais livres. Os radicais livres, formas reativas de oxigênio (superóxido O_2^- , hidroxila OH, hidroperoxila HO_2 e peróxido de hidrogênio H_2O_2) e de nitrogênio (óxido nítrico NO e dióxido de nitrogênio NO_2), quando acumulados em excesso, podem desencadear processos de peroxidação lipídica no organismo animal (CADENAS, 1995; FRIDOVICH, 1998).

A membrana, devido a sua composição lipídica e a área de exposição, é um dos componentes celulares mais afetados pelos radicais livres, os quais causam alterações estruturais que podem resultar desde a perda da seletividade a íons, até ao extravasamento do conteúdo de organelas, além de danos ao DNA celular, e em grau mais severo, a morte celular (MELLO-FILHO, HOFFMAN & MENEGHINI, 1983; HEBBEL, 1986; ARUOMA *et al.* 1989).

Naturalmente, o organismo possui defesa contra os radicais livres, conferida por componentes antioxidantes obtidos na dieta como os carotenóides e o alfa-tocoferol (TSUCHIHASHI *et al.*, 1995; SHIMIDZU, GOTO & MIKI, 1996; SUAREZ *et al.*, 1999; LIU *et al.*, 2007) e de um sistema enzimático de defesa antioxidante, composto principalmente pelas enzimas superóxido-dismutase, catalase, glutianona peroxidase dependente de selênio e glutianona S-transferase. Estas enzimas são responsáveis basicamente pela conversão dos radicais livres a produtos orgânicos, como a água e o oxigênio, ou a compostos de menor toxidez (SHAN, AW & JONES, 1990; WINSTON & DI-GIULIO, 1991; CADENAS, 1995; CAMPA-CÓRDOVA, HERNÁNDEZ-SAAVEDRA & ASCENCIO, 2002; TAVARES-SANCHÉZ *et al.*, 2004; TOGNI, 2007).

Em condições fisiológicas normais, os radicais livres são eficientemente neutralizados pela defesa oxidante, porém, quando o equilíbrio deste sistema é rompido a favor das formas reativas de oxigênio, desencadeiam-se os processos de peroxidação lipídica, podendo levar ao quadro de estresse oxidativo (KAPPUS & SIES, 1981; FAROOQUI, DAY & ZAMORANO, 1987; DI GIULIO *et al.*, 1989). O estresse gerado pela salinidade pode afetar não só a atividade das enzimas do sistema de defesa antioxidante, mas comprometer a imunocompetência dos camarões como um todo (WANG & CHEN, 2006; JOSEPH & PHILIP, 2007), além de também alterar a atividade das enzimas digestivas, a composição da hemolinfa e gerar mudanças no arranjo estrutural das células do hepatopâncreas (LI *et al.*, 2008). Conseqüentemente, o desempenho zootécnico dos camarões é negativamente afetado em condições hipersalinas (PÉREZ-VELÁZQUEZ *et al.*, 2007).

Além da salinidade, uma série de fatores pode influenciar na capacidade osmorregulatória dos camarões, como temperatura (WILLIAMS, 1960; BÜCKLE, BARÓN & HERNÁNDEZ, 2006), pH do meio (ALLAN & MAGUIRE, 1992), presença de poluentes e agentes estressantes (WENDELAAR BONGA & LOCK, 1992; LIGNOT, SPANINGS-PIERROT & CHARMANTIER, 2000), estado nutricional, idade e fase de vida (ROSAS *et al.*, 2001b; CHENG *et al.*, 2002; LEMAIRE *et al.*, 2002) e o estágio de muda (CHARMANTIER, SOYEZ & AQUACOP, 1994; GALINDO *et al.*, 2009). Estudos recentes, principalmente direcionados a condições de baixa salinidade de água, têm demonstrado que alguns componentes da dieta podem ser um fator auxiliar nos processos de osmorregulação dos camarões.

2.2 Nutrição em Alta Salinidade

Visando aumentar a capacidade de osmorregulação dos camarões em salinidades adversas, ou seja, fora da zona de “conforto” osmótico, pesquisas têm sido direcionadas a manipulação dos componentes dietéticos que possam gerar alterações morfofisiológicas benéficas e/ou auxiliarem nos processos metabólicos envolvidos na osmorregulação. Dentre estes componentes, destacam-se os fosfolipídios, colesterol, ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e nutrientes com poder antioxidante como a vitamina E (ROSAS *et al.*, 2001b; SAOUD, DAVIS & ROUSE, 2003; GONG *et al.*, 2004; SAOUD & DAVIS, 2005; HURTADO *et al.*, 2006; ROY, DAVIS & SAOUD, 2006; LIU *et al.*, 2007).

Hurtado *et al.* (2007) investigou os efeitos da suplementação de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) na capacidade osmorregulatória do *L. vannamei*, utilizando duas dietas isoprotéicas e isolipídicas com diferentes concentrações de AGPI no total de lipídeos da dieta (2,9 e 34%). Os camarões foram submetidos a exposições crônicas (21 dias de cultivo) e agudas (15 h) em salinidades de 5 e 50‰. Neste trabalho, os autores concluíram que a capacidade de osmorregulação do *L. vannamei* independe da suplementação de AGPI.

Entretanto, em trabalho anterior (HURTADO *et al.*, 2006), os autores observaram melhora no crescimento de camarões alimentados com dietas suplementadas com AGPI, quando em condições hipersalinas. Os resultados foram atribuídos a um maior aporte energético dos AGPI, auxiliando na redução da permeabilidade das membranas das brânquias.

A relação entre a presença de AGPI nas membranas com os processos de osmorregulação é evidenciada pela presença, em maiores concentrações, destes compostos em tecidos de peixes e de outros animais marinhos, quando comparados as suas respectivas espécies equivalentes de água doce (BELL *et al.*, 1986; SARGENT *et al.*, 1990). A permeabilidade à água é menor em animais que vivem em água doce do que em animais que vivem em água marinha ou salobra, da mesma maneira, como a permeabilidade aos íons Na^+ é reduzida em espécies marinhas (PROSSER, 1973; PÉQUEUX, 1995; RASMUSSEN & ANDERSEN, 1996).

Os processos de abertura e fechamento dos poros da membrana são responsáveis pela modulação da permeabilidade a água das células (MORRIS *et al.*, 1982; HAINES, 1994). Entretanto, se a exposição a condições adversas forem prolongadas e, uma vez fechados os poros, a permeabilidade dependerá da composição de ácidos graxos da membrana (MORRIS *et al.*, 1982). A permeabilidade da membrana aos íons Na^+ e H^+ é reduzida quando se aumenta a concentração de ácidos graxos de cadeia longa (PAULA *et al.*, 1996), podendo esta permeabilidade ser afetada também pela presença e pela posição de ligações duplas nos ácidos graxos (HAINES, 1994).

Um aumento nas concentrações do ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) foi reportado no intestino de trutas, após um dia de transferência da água doce para a água salgada (LERAY *et al.*, 1987). Morris *et al.* (1982) também já haviam relatado diminuição nas concentrações de AGPI nas brânquias de anfípodos expostos a longos períodos em água doce. Hurtado *et al.* (2007) obtiveram um incremento significativo na quantidade dos ácidos graxos DHA e eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-2) nas membranas

das brânquias de camarões da espécie *L. vannamei* alimentados com dietas suplementadas com AGPI por 21 dias.

Liu *et al.* (2007) observaram um aumento na resistência do *L. vannamei* a variações bruscas de salinidade quando estes foram alimentados com dietas suplementadas com 100 e 600 mg/kg de vitamina E. Os autores concluíram que a vitamina E pode ser utilizada nas dietas como antioxidante, auxiliando na regulação do balanço osmótico dos animais, minimizando o estresse oxidativo. Estas observações confirmam os efeitos conhecidos da vitamina sobre a inibição da peroxidação de lipídios (NIKI, 1987).

Produtos derivados do krill são fontes reconhecidas de ácidos graxos poliinsaturados, colesterol, fosfolipídios e astaxantina (pró-vitamina E) (FRICKE *et al.*, 1984; KATEVAS, 2003). Atualmente, duas espécies correspondem a praticamente todo o volume de captura comercial da espécie, *Euphausia superba* e *E. pacifica*. Segundo estimativas, estas espécies se encontram subexploradas em relação ao limite máximo de captura estabelecido pela Comissão de Conservação dos Recursos Marinhos Vivos da Antártica (*Commision for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, CCAMLR*) (NICOL & ENDO, 1999; NICOL *et al.*, 2000; TRATHAN *et al.*, 2001; NICOL & FOSTER, 2003). Desta maneira, o óleo destes crustáceos desponta como uma considerável fonte de lipídeos dietéticos para uso na aquicultura, com potencial de aumentar o desempenho biológico de camarões cultivados sob alta salinidade.

2.3 Alterações Qualitativas de Produtos Animais em Função da Dieta

Alterações em aspectos qualitativos de produtos de origem animal resultantes da manipulação dietética são amplamente conhecidas e estudadas em diversas áreas da nutrição animal, especialmente quando se altera a fonte de óleo utilizada nas rações. Atualmente, avanços no campo da medicina humana têm enumerado diversos benefícios a saúde com a inclusão dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) na dieta, como melhorias nas respostas antiinflamatórias (LEE *et al.*, 2006), na atividade cerebral (UAUY *et al.*, 1996), na redução do risco de problemas cardíacos (TEMPLE, 1996, SIMOPOULOS, 1999) e até no enriquecimento do leite materno (PATIN *et al.*, 2006; TINOCO *et al.*, 2007). Outro considerável fator é a alteração de comportamento da população moderna, que busca a cada dia um hábito de vida mais saudável (SIDHU, 2003).

Estes benefícios têm alavancado estudos direcionados ao enriquecimento com ácidos da família ômega-3 ($n-3$) de ovos de galinha (CHERIAN, GOEGER & AHN, 2000; CARRILLO-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2005; CACHALDORA *et al.*, 2008), leite bovino (GULATI, ASHES & SCOTT, 1999; OFFER *et al.*, 1999; SHINGFIELD *et al.*, 2006), carne bovina (KOOK *et al.*, 2002; FELTON & KERLEY, 2004; SCOLLAN *et al.*, 2006), carne de frango (PHETTPLACE & WATKINS, 1989; COETZEE & HOFFMAN, 2002), carne suína (OTTEN *et al.*, 1993; COATES *et al.*, 2009) e na aquicultura em espécies de água doce, como o peixe australiano *Murray cod* (*Maccullochella peelii peelii*, FRANCIS *et al.*, 2006), a tenca (TURCHINI *et al.*, 2007) e a tilápia (VISENTAINER, 2003; SHAPIRA *et al.*, 2009), que normalmente apresentam níveis reduzidos de AGPI quando comparada a espécies marinhas. Os AGPI são encontrados mais comumente em animais de origem marinha, entretanto, mesmo estas espécies estão sujeitas a variações significativas em sua composição em função da disponibilidade de alimento natural, época do ano, estágio de vida e quando mantidas em cativeiro, da composição da ração fornecida (MEYERS, 1994; KIESSLING *et al.*, 2001; RUEDA *et al.*, 2001).

Além da importância nutricional para alimentação humana, alguns estudos têm demonstrado que o perfil de ácidos graxos dos produtos de origem animal pode interferir no sabor dos mesmos, podendo assim torná-los mais ou menos atrativos aos consumidores (SCHEIDELER, FRONING & CUPPETT, 1997; WOOD *et al.*, 2005).

A manipulação da coloração de produtos aquícolas através da nutrição é outra ferramenta de grande interesse econômico, que também vem sendo amplamente pesquisada, principalmente na salmônica e na carcinicultura. Os consumidores normalmente utilizam a coloração como um indicador de qualidade, atribuindo a esta característica, maior sabor e frescor aos produtos alimentícios (SYLVIA *et al.*, 1996). A percepção da cor nos alimentos pode ainda suprimir fatores como o sabor e a textura na hora da escolha, mesmo que ambos sejam satisfatórios (LING *et al.*, 1996).

Além de influenciar a percepção qualitativa dos produtos, a coloração pode também interferir na disposição dos consumidores em pagar ou não um preço maior por um produto diferenciado (STEINE, ALFNES & RØRÅ, 2005; ALFNES *et al.*, 2006). Visando manter a boa aparência dos produtos aquícolas, produtores e fabricantes de rações têm adotado a utilização de pigmentantes artificiais ou buscando fontes alternativas de astaxantina como encontrado nas algas *Haematococcus pluvialis* e *Chlorella vulgaris* e na levedura *Phaffia rhodozyma* (GOUVEIA *et al.*, 1996; MORIEL

et al., 2005; PASSOS *et al.*, 2006), uma vez que os animais provenientes de cultivo normalmente apresentam menor pigmentação do que os provenientes da pesca (LATSCHA, 1989).

O grande entrave para a utilização destes suplementos nas dietas é o alto custo de inclusão, podendo no caso do salmão corresponder por até 16% do custo da ração, que compreende em média 50% do custo de produção (GUTTORMSEN, 2002). Além deste fato, assim como no caso dos alimentos transgênicos, órgãos como o FDA (*US Food and Drug Administration*) já estabeleceram normas obrigando fornecedores a informar aos consumidores sobre a origem da pigmentação, caso esta seja artificial. Smith & Lowney (2003) levantaram a hipótese de que quando o consumidor fosse informado sobre a origem artificial do pigmento, a motivação em adquirir ou pagar um maior preço pelo salmão poderia ser reduzida, fato que posteriormente foi evidenciado principalmente em categorias de produtos com coloração mais intensa (ALFNES *et al.*, 2006).

Em camarões peneídeos, como no caso do *L. vannamei*, a astaxantina é o pigmento mais abundante encontrado no organismo, sendo responsável por conferir a coloração amarelo-avermelhada tanto na musculatura abdominal, como no exoesqueleto quando cozidos (LATSCHA, 1989). Como a astaxantina não pode ser sintetizada pela via *de novo* em crustáceos, seus precursores devem ser obtidos via alimentação, tornando assim a pigmentação dos camarões limitada pela baixa concentração destes compostos nas rações (MEYERS, 1994).

Dentro deste contexto, o óleo de krill torna-se um potencial ingrediente a ser utilizado nas rações para o *L. vannamei*, tanto como fonte de ácidos graxos poliinsaturados, como também de astaxantina, com a vantagem de ser um ingrediente considerado natural (GRYNBAUM *et al.*, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Estudo

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC), situado no município de Eusébio, Ceará. O laboratório está localizado no entorno do Estuário do Rio Pacoti, nas coordenadas 35°00'0,25'' S e 38°25'22,57'' W.

3.2 Delineamento Experimental

O estudo foi dividido em três etapas. A primeira etapa avaliou o efeito de diferentes fontes lipídicas na dieta sobre o desempenho zootécnico (crescimento, sobrevivência, peso final, produtividade e conversão alimentar) do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*, cultivado em condições de alta salinidade.

Nesta etapa, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 com duas faixas de variação de salinidade e três dietas, com um mínimo de seis repetições por tratamento (FIGURA 1). Cada repetição correspondeu a um tanque de cultivo. As faixas de variação de salinidade da água foram fixadas entre 20 e 25‰ (**SIdeal**), correspondendo à faixa de conforto osmótico e produtividade ótima do *L. vannamei* (CASTILLE & LAWRENCE, 1981; LI *et al.*, 2008) e salinidade entre 40 e 45‰ (**SAlta**), correspondendo a uma condição ambiental estressante (RODRIGUEZ, 1981; PÉREZ-VELÁZQUEZ *et al.*, 2007).

Três fontes lipídicas foram empregadas na preparação das dietas experimentais: óleo de soja (*Glycine max*), óleo de peixe de anchoveta (*Engraulis ringers*) e óleo de krill antártico (*Euphausia superba*). As três dietas foram desenhadas para resultarem em níveis nutricionais semelhantes, com exceção dos níveis de ácidos graxos essenciais (AGE); ácido linoléico (LOA, C18:2n-6), ácido linolênico (LNA, C18:3n-3), ácido docosahexaenóico (DHA, C22:6n-3) e ácido eicosapentaenóico (EPA, C20:5n-2). Os níveis formulados destes AGE variaram de acordo com a inclusão das respectivas fontes de óleos utilizadas. Uma dieta utilizou o óleo de soja como fonte principal de lipídeos (dieta **SJA**), em outra o óleo de peixe (dieta **PXE**) e na terceira o óleo de krill (dieta **KRL**).

Adicionalmente, outras duas dietas foram formuladas, gerando outros dois tratamentos, ambas utilizando o óleo de krill para serem avaliadas na condição de

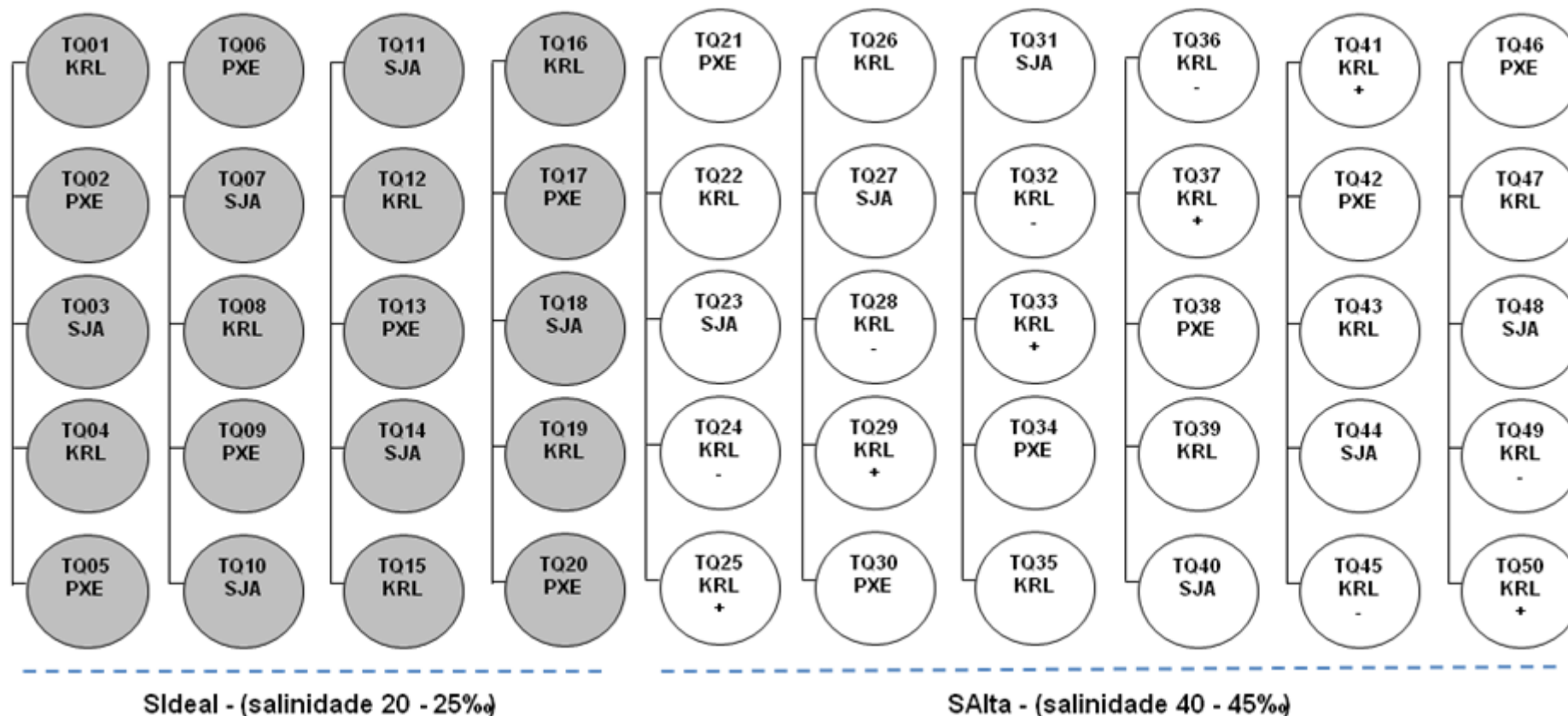


FIGURA 1. Distribuição das dietas experimentais em seus respectivos tanques de cultivo no sistema *indoor*. Os tanques na cor escura representam os tratamentos submetidos à condição de salinidade ideal (**Sideal**, 20 a 25% de salinidade), já os tanques de cor branca representam os tratamentos que foram submetidos à condição de salinidade alta (**SAIta**, 40 a 45% de salinidade). A abreviação TQ se refere a identificação dos tanques de cultivo.

SAlta, uma permitindo a máxima inclusão deste óleo na ração sem ultrapassar o nível máximo lipídico determinado na formulação (dieta **KRL+**), e outra com os níveis de AGE reduzidos em 25% em comparação a dieta **KRL** (dieta **KRL-**), totalizando assim oito tratamentos experimentais distribuídos em 50 tanques de cultivo experimental. Estes dois últimos tratamentos foram utilizados para permitir uma comparação entre as dietas que utilizaram o óleo de krill e para posterior avaliação sensorial dos camarões.

Na segunda etapa do trabalho foi determinada a sobrevivência do *L. vannamei* quando exposto a diferentes graus de estresse osmótico. Neste estudo foi também empregado um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 4 com três níveis de elevação de salinidade e quatro dietas com diferentes níveis de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), obtidos pela inclusão gradual de óleo de krill nas dietas experimentais. Os níveis de inclusão de óleo de krill nas dietas variaram de 0 g/kg (dieta **AGP_15**), 10,0 g/kg (dieta **AGP_45**), 25,0 g/kg (dieta **AGP_65**) e 40,0 g/kg (dieta **AGP_85**). O grau de estresse osmótico no qual os camarões foram submetidos variou de incrementos na salinidade da água de cultivo de 2, 3 e 4‰ ao dia, ao longo de cinco dias consecutivos, iniciando-se a partir de uma salinidade de 30‰ e finalizando nas salinidades de 40‰ (**SAL_1**), 45‰ (**SAL_2**) e 50‰ (**SAL_3**), respectivamente. Os 12 tratamentos experimentais foram distribuídos em triplicata no sistema *indoor* de cultivo totalizando 36 tanques de cultivo (FIGURA 2).

A terceira etapa do trabalho consistiu de uma avaliação sensorial dos camarões cultivados na primeira etapa do estudo. Para isto, foi conduzido um ensaio de preferência com consumidores visando avaliar o efeito das diferentes fontes de óleo utilizadas nas dietas **SJA**, **KRL**, **PXE** e **KRL+** sobre as características sensoriais de cor, textura e sabor da carne dos camarões despescados.

Nesta etapa do estudo, empregou-se o delineamento do tipo *best-worst scaling* (*i.e.*, metodologia na qual o avaliador é exposto a três amostras simultaneamente e tem de escolher a que mais lhe agradou e a que menos lhe agradou) para quatro tratamentos de acordo com Jaeger *et al.* (2008). Foram utilizados quatro grupos de 60 camarões ($11,4 \pm 2,0$ g, $n = 48$) os quais tinham sido previamente alimentados com as dietas **SJA**, **KRL**, **PXE** e **KRL+**, coletados no momento da despesca da primeira etapa do estudo e conservados sob temperatura de -22°C por duas semanas. Para evitar possíveis interferências causadas nas características sensoriais pelo fator salinidade, somente foram utilizados animais cultivados em água com condições de **SAlta**.

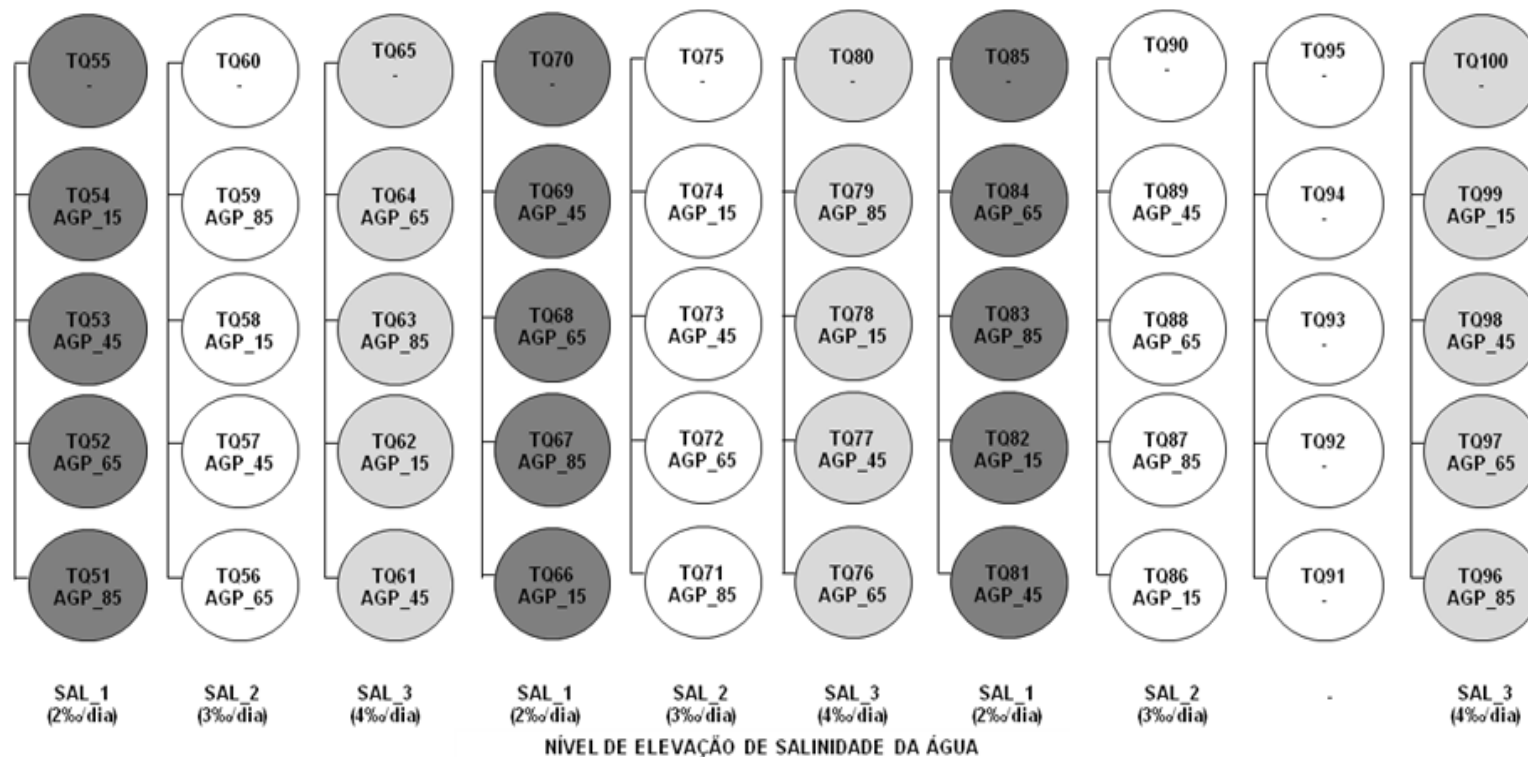


FIGURA 2. Distribuição dos tratamentos em função do perfil lipídico das dietas (AGP_15, AGP_45, AGP_65 e AGP_85) e do grau de estresse osmótico (SAL_1, SAL_2 e SAL_3) no qual os camarões foram submetidos. Os tanques na cor cinza escuro representam os tratamentos submetidos à elevação de salinidade mais branda (SAL_1, de 30 a 40‰), os tanques de cor branca representam os tratamentos submetidos à elevação de salinidade intermediária (SAL_2, de 30 a 45‰) e os tanques em cor cinza claro a elevação mais severa (SAL_3, de 30 a 50‰). A abreviação TQ se refere à identificação dos tanques de cultivo.

3.3 Sistema de Cultivo Experimental

Na primeira e segunda etapas do estudo, os camarões foram cultivados em tanques circulares de polipropileno (Plastsan Plásticos do Nordeste Ltda., Caucaia, CE) com capacidade volumétrica individual de 500 l e área de fundo de 0,57 m². Os tanques foram dispostos em células, contendo cada uma cinco unidades acopladas por meio de conexões de PVC com diâmetro de 50 mm. A estrutura se localiza no interior de um galpão fechado, sendo denominada de sistema *indoor* de cultivo. Neste sistema, os cultivos são realizados com iluminação artificial diária de 12 h (FIGURA 3A).

Cada célula foi equipada com um sistema de filtragem e recirculação de água, sendo equipadas individualmente por um filtro mecânico de areia de alta vazão (Dancor S.A. Indústria Mecânica, Rio de Janeiro, RJ) com área filtrante de 0,07 m², conectado a uma eletrobomba de serviço contínuo (WEG Indústrias S.A., Guarulhos, SP), monofásica, de potência de 1/4 cv e vazão nominal de 3,8 m³/h. Diariamente, o sistema de filtragem e recirculação da água operou por 14 h (das 1700 às 0700 h), reduzindo o material em suspensão na água oriundo de fezes de camarão e resíduos de ração e assim possibilitando a manutenção da condição de “água clara” durante todo estudo (FIGURA 3B).

Durante os cultivos, os tanques foram individualmente alimentados com dois pontos de aeração d'água, sendo o ar distribuído através de mangueiras de silicone localizadas em lados opostos do tanque com pedras porosas nas extremidades. A alimentação do sistema de aeração foi atendida continuamente durante os ciclos de cultivo (24 h/dia) por três compressores radiais (Ibram Indústria Brasileira de Máquinas e Equipamentos, São Paulo, SP), equipados com supressores de ruído e com motores trifásicos de 2,0 cv de potência. Um grupo gerador a diesel de potência contínua com 1.800 rpm (modelo D229-4, MWM Motores Diesel Ltda., São Paulo, SP) e 55-kVA (Kilo Volt Amperes ou 44 kW) ou 60 cv de potência foi empregado como fonte emergencial de energia. Todos os tanques foram cobertos com tampas com aberturas teladas para prevenir possíveis perdas de animais.

3.4 Formulação, Perfil Nutricional e Preparação das Dietas Experimentais

As dietas experimentais foram delineadas utilizando o *software* de formulação de mínimo custo Feedsoft[®] (Feedsoft Corporation, Richardson, Texas, EUA). Devido ao desconhecimento das exigências de ácidos graxos do *L. vannamei* (GONZÁLEZ-FÉLIX & PÉREZ-VELÁZQUEZ, 2002; GONZÁLEZ-FÉLIX *et al.*, 2002a, 2003),



FIGURA 3. A, vista superior dos tanques de 500 l do sistema *indoor* de cultivo utilizados no presente trabalho. B, vista interna de um tanque de cultivo povoado com camarões, detalhe para a condição de água clara mantida através de um sistema de filtragem e recirculação de água.

utilizou-se como referência os trabalhos de Glencross & Smith (1997, 1999, 2001) e Glencross *et. al* (2002a,b). Os autores trabalharam com o camarão marinho *Penaeus monodon* e determinaram as exigências lipídicas e de ácidos graxos da espécie, além do balanço ideal de ácidos graxos essenciais (AGE). Como no presente estudo não foram utilizadas fontes purificadas de ácidos graxos, as exigências de AGE foram reduzidas proporcionalmente em 20% e os níveis de LNA não foram fixados no sistema de formulação. Este procedimento foi adotado pelo fato de que as fontes lipídicas utilizadas no desenvolvimento das dietas apresentavam relativa baixa concentração de AGE, quando comparadas às formas puras, tornando o balanceamento recomendado pelos respectivos autores praticamente inatingível.

Na primeira etapa do estudo, as variações nas inclusões dos macro-ingredientes nas dietas experimentais alcançaram 1,5%, sendo que a inclusão de micro-ingredientes foi fixa, com exceção do colesterol e da lecitina de soja que variaram em função das inclusões das fontes lipídicas (TABELA 1). A dieta **KRL+** foi exceção devido à alta inclusão de óleo de krill, que obrigou a redução de farinha de vísceras de aves na dieta devido ao seu teor elevado de extrato etéreo. O nível médio de extrato etéreo formulado para as dietas experimentais alcançou $88,0 \pm 6,7$ g/kg (TABELA 2). Os teores de fosfolipídios e de colesterol seguiram recomendações de acordo com Gong *et al.* (2000).

O teor protéico das dietas foi de $353,0 \pm 13,0$ g/kg, sendo considerando como níveis mínimos na formulação para atender as exigências de aminoácidos essenciais apresentados por Akiyama, Dominy & Lawrence (1992) e Fox, Lawrence & Li-Chanb (1995). As fontes protéicas utilizadas foram o farelo de soja (447,8 g/kg de proteína bruta, PB), a farinha de vísceras de aves (640,4 g/kg PB), o concentrado protéico de soja (626,4 g/kg PB), o glúten de milho (649,9 g/kg PB) e a farinha de peixe de anchoveta (641,9 g/kg PB). A farinha de lula inteira compôs as dietas em 10,0 g/kg com função de elevar a atratividade (NUNES *et al.*, 2006), já que a inclusão de farinha de peixe foi limitada entre 60 e 75 g/kg visando restringir o aporte de ácidos graxos essenciais. De maneira semelhante se procedeu com a farinha de vísceras de aves. Com isso, se fez necessária à suplementação das dietas com o aminoácido sintético DL-metionina.

O nível energético das dietas foi formulado pela relação de 11,9 kcal de energia/g de proteína (COUSIN *et al.*, 1993), resultando em um nível médio de energia bruta de $17,69 \pm 0,2$ KJ/g. O teor médio de fibra bruta foi de $11,4 \pm 2,4$ g/kg e o de matéria mineral de $91,0 \pm 2,2$ g/kg. Os níveis e o balanço de cálcio e fósforo seguiram

recomendações de Davis, Lawrence & Gatlin (1993) e os teores de amido segundo Cuzon *et al.* (2000).

TABELA 1. Composição (g/kg, matéria natural) e valores nutricionais (g/kg, peso seco) das dietas experimentais empregadas no estudo para avaliar o efeito da fonte lipídica sobre o desempenho do camarão branco em condições de alta salinidade. Os valores nutricionais (analisados exceto quando indicado; em g/kg, peso seco) dos ingredientes empregados na composição das dietas são apresentados no rodapé da tabela. Os índices de peróxidos (meq/kg) e acidez (mg NaOH/g) foram analisados para fontes de óleo estudadas segundo AOAC (1990).

Ingredientes (g/kg, matéria natural)	Dietas/Composição				
	PXE	SJA	KRL	KRL-	KRL+
Farelo de soja ¹	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0
Farinha de trigo ²	298,7	300,0	299,8	300,0	291,5
Farinha de vísceras de aves ³	100,0	105,0	100,0	100,0	67,5
Farinha de peixe, Anchoveta ⁴	60,2	70,6	71,6	75,6	68,9
Quirera de arroz ⁵	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Concentrado protéico de soja ⁶	32,5	16,6	19,1	16,6	20,0
Óleo de peixe de Anchoveta ⁷	26,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Óleo de krill ⁸	0,0	0,0	48,3	14,5	55,0
Óleo de soja ⁹	10,0	34,5	4,4	21,2	3,8
Lecitina de soja ¹⁰	15,0	15,0	0,0	15,0	0,0
Colesterol ¹¹	0,0	1,30	0,0	0,0	0,40
Farinha de lula inteira ¹²	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Fosfato monobicálcico ¹³	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Cloreto de potássio (KCl)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Sal comum (NaCl)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Premix vitamínico-mineral ¹⁴	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Glúten de milho ¹⁵	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0
DL-metionina ¹⁶	8,0	8,0	8,0	8,0	4,6
Aglutinante sintético ¹⁷	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Vitamina C ¹⁸	2,0	2,0	1,8	2,0	1,3
Composição nutricional ¹⁹ (g/kg, peso seco)					
Umidade	111,10	96,70	95,60	98,90	90,00
Proteína bruta	351,80	354,40	353,50	351,80	353,10

Matéria mineral	93,70	89,50	91,00	91,00	82,30
Matéria fibrosa	12,00	9,00	13,30	13,30	12,00
Extrato etéreo	88,80	94,00	80,80	80,50	91,30
Energia bruta (KJ/g) ²⁰	17,5	17,9	17,6	17,6	17,5

¹Farelo de Soja 46. Bunge Alimentos S.A. (Luis Eduardo Magalhães, BA). 447,8 g/kg de proteína bruta (PB); 59,7% de extrato etéreo (EE); 64,5% de matéria mineral (MM); 54,0 g/kg de fibra bruta (FB); 82,2% de umidade (UM).

²Predileto Alimentos S.A. (Canoas, RS). 119,5 g/kg PB; 30,1 g/kg EE; 5,8 g/kg MM; 0,5 g/kg FB; 100,0 g/kg UM.

³NORDAL Nordeste Indl. de Derivados Animais Ltda. (Maracanaú, CE). 640,4 g/kg PB; 129,2 g/kg EE; 150,1 g/kg MM; 7,9 g/kg FB; 96,7 g/kg UM.

⁴COPEINCA Corporación Pesquera INCA S.A. (Lima, Perú). 631,9 g/kg PB; 62,3 g/kg EE; 158,3 g/kg MM; 0,9 g/kg FB; 104,4 g/kg UM.

⁵Brasília Alimentos Ltda. (Santa Cruz do Rio Pardo, SP). 81,8 g/kg PB; 17,5 g/kg EE; 8,8 MM; 1,1 g/kg FB; 93,3 g/kg UM.

⁶Sementes Selecta Ltda. (Goiânia, Goiás). 626,4 g/kg PB; 7,7 g/kg EE; 42,3 g/kg MM; 43,3 g/kg FB; 82,2 g/kg UM.

⁷COPEINCA Corporación Pesquera INCA S.A. (Lima, Perú). 980,0 g/kg EE. 5,18 meq/kg de peróxidos; 8,08 mg NaOH/g de acidez.

⁸QRILL™ oil, Aker Biomarine ASA (Oslo, Noruega), krill antártico *Euphausia superba*. 795 g/kg EE; 6,0 g/kg de colesterol (valores reportados pelo fabricante). 0,00 meq/kg de peróxidos; 9,39 mg NaOH/g de acidez.

⁹Bunge Alimentos S.A. (Luis Eduardo Magalhães, BA). 996,0 g/kg EE (ROSTAGNO *et al.*, 2005). 1,80 meq/kg de peróxidos; 0,08 mg NaOH/g de acidez.

¹⁰Cargill Nutrição Animal Ltda. (São Paulo, SP). 927,6 g/kg EE; 61,1 g/kg MM.

¹¹Cholesterol XG, Solvay Pharmaceuticals BV/NL (Weesp, Holanda). 91% de colesterol ativo (valor reportado pelo fabricante).

¹²Hinrichsen Trading S.A. (Santiago, Chile). 688,9 g/kg PB; 53,8 g/kg EE; 116,4 g/kg MM; 5,1 g/kg FB; 108,9 g/kg UM.

¹³Foscálcio® 20, Serrana Nutrição Animal Ltda. (Cascavel, PR). 200 g/kg (mínimo) de fósforo total; 210 g/kg (máximo) de cálcio (valores reportados pelo fabricante)

¹⁴Rovimix Camarão Intensivo. DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda. (São Paulo, SP). Níveis de garantia por kg do produto (segundo o fabricante): vitamina A, 1.250.000 UI; vitamina D3, 350.000 UI; vitamina E, 25.000 UI; vitamina K3, 500,0 mg; vitamina B1, 5.000,0 mg; vitamina B2, 4.000,0 mg; vitamina B6, 10,0 mg; ácido nicotínico, 15.000,0 mg; ácido pantotênico, 10.000,0 mg; biotina, 150,0 mg; ácido fólico, 1.250,0 mg; vitamina C, 25.000,0 mg; colina, 50.000,0 mg; inositol, 20.000,0 mg; ferro 2.000,0 mg; cobre, 3.500,0 mg; cobre quelado, 1.500,0 mg; zinco, 10.500,0 mg; zinco quelado, 4.500,0 mg; manganês, 4.000,0 mg; selênio, 15,0 mg; selênio quelado, 15,0 mg; iodo, 150,0 mg; cobalto, 30,0 mg; cromo, 80,0 mg; veículo, 1.000,0 g.

¹⁵Protenose®, Corn Products Brasil Ltda. (São Paulo, SP). 649,9 g/kg PB; 119,0 g/kg EE; 15,2 g/kg MM; 13,4 g/kg FB; 63,3 g/kg UM.

¹⁶Evonik Degussa Brasil Ltda. (São Paulo, SP). Níveis de garantia por kg do produto (segundo o fabricante): 999 g/kg (mínimo) de DL-metionina: 1 g/kg (máximo) UM.

¹⁷Pegabind™, Bentoli Agrinutrition (Texas, EUA). Aglutinante sintético a base de uréia formaldeído.

¹⁸Rovimix Stay-C® 35%, DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda. (São Paulo, SP). Ácido L-ascórbico 2-monofosfatado.

¹⁹Níveis analisados segundo AOAC (1990).

²⁰Determinada em bomba calorimétrica de Parr.

Para segunda etapa do estudo, as dietas experimentais foram formuladas mantendo-se a inclusão de todos os ingredientes fixa, com exceção das fontes de lipídeos e bentonita. Este último componente foi inserido nas fórmulas como ingrediente inerte. A dieta **AGP_15** (dieta ausente de óleo de krill) utilizou apenas o óleo de soja e a lecitina de soja como fonte de lipídeos, sendo considerada como dieta controle. As demais dietas **AGP_45**, **AGP_65** e **AGP_85** com inclusões de 10,0 g/kg, 25,0 g/kg e 40,0 g/kg de óleo de krill, respectivamente, foram formuladas com uma inclusão de 6,9 g/kg de óleo de peixe (TABELA 2).

Nesta etapa, a farinha de peixe foi utilizada na menor quantidade possível nas dietas (10,3 g/kg da dieta), visando evitar um grande aporte de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) advindo desta fonte. Da mesma maneira se procedeu com os níveis nutricionais, onde apenas os níveis de ácidos graxos variaram dentro de um mesmo nível lipídico, fixado em 85,0 g/kg da dieta.

As dietas experimentais e os camarões despescados referentes à primeira etapa do estudo foram submetidos à determinação do perfil de ácidos graxos através de cromatografia gasosa de alta resolução (Cromatógrafo HP 5890, equipado com uma coluna capilar SUPELCO – SP 2560, 100 m x 0,25 mm, acoplado a um detector de ionização de chama). A extração lipídica foi realizada de acordo com Bligh & Dyer (1959) e a saponificação e metilação da fração lipídica segundo Hartman & Lago (1979). As análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Análise Instrumental do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ANEXO A). As análises de carotenóides (astaxantina esterificada) das dietas foram realizadas através de cromatografia de alta eficiência (HPLC, do inglês *high performance liquid chromatography*) de acordo com Passos (2007), no Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

As dietas **PXE**, **KRL** e **KRL+** apresentaram maiores concentrações dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) e eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-2) em seu perfil lipídico, além de menores concentrações de ácido linoléico (LOA, C18:2n-6) e linolênico (LNA, C18:3n-3) devido à menor inclusão de óleo de soja (TABELA 3). Já as dietas **SJA** e **KRL-** apresentaram perfis inversos, resultando em menor relação AGPI:LOA+LNA quando comparadas as demais. Porém, estas dietas apresentaram grande proporção de ácidos graxos essenciais (AGE) devido à grande quantidade de LOA aportada através do óleo de soja.

TABELA 2. Composição (g/kg, matéria natural) e níveis nutricionais formulados (g/kg, matéria natural) das dietas experimentais empregadas no estudo para avaliar a resistência do camarão branco quando exposto a diferentes graus de elevação de salinidade. Os valores bromatológicos (analisados exceto quando indicado; em g/kg, peso seco) dos ingredientes empregados na composição das dietas são apresentados no rodapé da tabela.

Ingredientes (g/kg, matéria natural)	Dietas/Composição			
	AGP_15	AGP_45	AGP_65	AGP_85
Farelo de soja ¹	410,0	410,0	410,0	410,0
Farinha de trigo ²	253,4	253,2	253,1	253,0
Farinha de vísceras de aves ³	100,6	100,6	100,7	100,7
Farinha de peixe, Anchoveta ⁴	10,3	10,3	10,3	10,3
Concentrado protéico de soja ⁵	20,0	20,0	20,0	20,0
Óleo de peixe de Anchoveta ⁶	0,0	6,9	6,9	6,9
Óleo de krill ⁷	0,0	10,0	25,0	40,0
Óleo de soja ⁸	41,4	27,5	16,9	6,2
Lecitina de soja ⁹	14,7	11,7	7,1	2,5
Fosfato monobásico ¹⁰	13,0	13,0	13,0	13,0
Cloreto de potássio (KCl)	10,0	10,0	10,0	10,0
Sal comum (NaCl)	10,0	10,0	10,0	10,0
Premix vitamínico-mineral ¹¹	20,0	20,0	20,0	20,0
Glúten de milho ¹²	50,0	50,0	50,0	50,0
DL-metionina ¹³	2,1	2,1	2,1	2,1
Aglutinante sintético ¹⁴	7,0	7,0	7,0	7,0
Vitamina C ¹⁵	2,0	1,8	2,0	1,3
Betonita	36,8	37,0	37,3	37,6
Níveis nutricionais formulados (g/kg, matéria natural)				
Umidade	70,40	70,60	70,70	70,80
Proteína bruta	330,00	330,0	330,00	330,00
Matéria mineral	80,00	80,00	80,00	80,00
Matéria fibrosa	23,90	23,90	23,90	23,90
Energia bruta (KJ/g)	17,0	17,0	16,9	16,9

Extrato etéreo	85,00	85,00	85,00	85,00
Ácido linoléico ¹⁶	28,92	21,61	16,01	10,42
Ácido linolênico ¹⁷	3,33	2,46	1,78	1,10
Ácido eicosapentaenóico ¹⁸	0,23	2,30	3,65	4,99
Ácido docosahexaenóico ¹⁹	1,25	2,30	2,96	3,62
Somatório AGE ²⁰	33,73	28,67	20,75	20,13
Somatório AGPI ²¹	1,48	4,60	6,61	8,61
Colesterol	1,69	1,69	1,69	1,69
Fosfolipídeos	14,00	14,00	14,00	14,00

¹Farelo de Soja 46. Bunge Alimentos S.A. (Luis Eduardo Magalhães, BA). 447,8 g/kg de proteína bruta (PB); 59,7% de extrato etéreo (EE); 64,5% de matéria mineral (MM); 54,0 g/kg de fibra bruta (FB); 82,2% de umidade (UM).

²Predileto Alimentos S.A. (Canoas, RS). 119,5 g/kg PB; 30,1 g/kg EE; 5,8 g/kg MM; 0,5 g/kg FB; 100,0 g/kg UM.

³NORDAL Nordeste Indl. de Derivados Animais Ltda. (Maracanaú, CE). 640,4 g/kg PB; 129,2 g/kg EE; 150,1 g/kg MM; 7,9 g/kg FB; 96,7 g/kg UM.

⁴COPEINCA Corporación Pesquera INCA S.A. (Lima, Perú). 631,9 g/kg PB; 62,3 g/kg EE; 158,3 g/kg MM; 0,9 g/kg FB; 104,4 g/kg UM.

⁵Sementes Selecta Ltda. (Goiânia, Goiás). 626,4 g/kg PB; 7,7 g/kg EE; 42,3 g/kg MM; 43,3 g/kg FB; 82,2 g/kg UM.

⁶COPEINCA Corporación Pesquera INCA S.A. (Lima, Perú). 980,0 g/kg EE. 5,18 meq/kg de peróxidos; 8,08 mg NaOH/g de acidez.

⁷QRILL™ oil, Aker Biomarine ASA (Oslo, Noruega), krill antártico *Euphausia superba*. 795 g/kg EE; 6,0 g/kg de colesterol (valores reportados pelo fabricante). 0,00 meq/kg de peróxidos; 9,39 mg NaOH/g de acidez.

⁸Bunge Alimentos S.A. (Luis Eduardo Magalhães, BA). 996,0 g/kg EE (ROSTAGNO *et al.*, 2005). 1,80 meq/kg de peróxidos; 0,08 mg NaOH/g de acidez.

⁹Cargill Nutrição Animal Ltda. (São Paulo, SP). 927,6 g/kg EE; 61,1 g/kg MM.

¹⁰Foscálcio® 20, Serrana Nutrição Animal Ltda. (Cascavel, PR). 200 g/kg (mínimo) de fósforo total; 210 g/kg (máximo) de cálcio (valores reportados pelo fabricante).

¹¹Rovimix Camarão Intensivo. DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda. (São Paulo, SP). Níveis de garantia por kg do produto (segundo o fabricante): vitamina A, 1.250.000 UI; vitamina D3, 350.000 UI; vitamina E, 25.000 UI; vitamina K3, 500,0 mg; vitamina B1, 5.000,0 mg; vitamina B2, 4.000,0 mg; vitamina B6, 10,0 mg; ácido nicotínico, 15.000,0 mg; ácido pantotênico, 10.000,0 mg; biotina, 150,0 mg; ácido fólico, 1.250,0 mg; vitamina C, 25.000,0 mg; colina, 50.000,0 mg; inositol, 20.000,0 mg; ferro 2.000,0 mg; cobre, 3.500,0 mg; cobre quelado, 1.500,0 mg; zinco, 10.500,0 mg; zinco quelado, 4.500,0 mg; manganês, 4.000,0 mg; selênio, 15,0 mg; selênio quelado, 15,0 mg; iodo, 150,0 mg; cobalto, 30,0 mg; cromo, 80,0 mg; veículo, 1.000,0 g.

¹²Protenose®, Corn Products Brasil Ltda. (São Paulo, SP). 649,9 g/kg PB; 119,0 g/kg EE; 15,2 g/kg MM; 13,4 g/kg FB; 63,3 g/kg UM.

¹³Evonik Degussa Brasil Ltda. (São Paulo, SP). Níveis de garantia por kg do produto (segundo o fabricante): 999 g/kg (mínimo) de DL-metionina: 1 g/kg (máximo) UM.

¹⁴Pegabind™, Bentoli Agrinutrition (Texas, EUA). Aglutinante sintético a base de uréia formaldeído.

¹⁵Rovimix Stay-C® 35%, DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda. (São Paulo, SP). Ácido L-ascórbico 2-monofosfatado.

¹⁶LOA (C18:2n-6).

¹⁷LNA (C18:3n-3).

¹⁸EPA (C20:5n-3).

¹⁹DHA (C22:6n-3).

²⁰Somatório dos ácidos graxos essenciais (LOA+LNA+EPA+DHA).

²¹Somatório dos ácidos graxos poliinsaturados (EPA+DHA).

TABELA 3. Extrato etéreo¹ (g/kg da dieta), perfil lipídico² (% do total do EE) e conteúdo de carotenóides³ (ug/100 ul) das dietas experimentais empregadas para avaliar o efeito da fonte lipídica sobre o desempenho do *L. vannamei* cultivado em condições de alta salinidade.

Composição	Dietas Experimentais				
	PXE	SJA	KRL	KRL-	KRL+
Extrato etéreo ¹ (g/kg da dieta)	88,80	94,00	80,80	80,50	91,30
Perfil lipídico (% do total do EE)					
C12:0 (ácido láurico)	0,0	0,0	0,59	0,0	0,67
C14:0 (ác. mirístico)	3,56	0,98	12,29	5,41	13,99
C16:0 (ácido palmítico)	20,39	17,84	23,49	20,83	26,75
C16:1 cis (ácido palmitoléico)	5,28	2,07	10,73	4,78	12,22
C18:0 (ácido esteárico)	4,70	4,45	3,76	3,86	3,24
C18:1 cis (ácido oléico)	15,59	16,03	14,07	15,24	12,20
C18:2 cis (ácido linoléico)	28,32	44,71	16,21	33,66	13,96
C18:3 cis (ácido linolênico)	3,40	4,91	1,52	3,94	1,31
C20:4n6 (ácido araquidônico)	0,38	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:5n3 (ác. eicosapentaenóico)	5,09	0,65	5,34	2,33	6,80
C22:6n3 (ác. docosahexaenóico)	2,54	0,28	1,59	0,59	1,81
Somatório AGPI ⁴	8,01	0,93	6,93	2,92	8,61
Somatório LOA+LNA ⁵	31,72	49,62	17,73	37,60	15,72
Relação AGPI:LOA+LNA	0,25	0,02	0,39	0,08	0,55
Somatório AGE ⁶	39,72	50,55	24,66	40,52	24,42
Carotenóides (ug/100 ul)	14,70	13,80	21,40	12,60	24,70

¹Extração pelo método de Soxhlet, utilizando o hexano como solvente.

²Cromatografia gasosa segundo Bligh & Dyer (1959) e Hartman & Lago (1973).

³Astaxantina esterificada quantificada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC, do inglês *high performance liquid chromatography*), de acordo com Passos (2007).

⁴Somatório dos ácidos araquidônico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico.

⁵Somatório dos ácidos linoléico e linolênico.

⁶Somatório dos ácidos araquidônico, eicosapentaenóico, docosahexaenóico, linoléico e linolênico.

O processo de fabricação das rações se iniciou com a moagem do farelo de soja, da quirera de arroz, do glúten de milho e do concentrado protéico de soja em malha de 600 μm (moinho tipo Willye, modelo MA-680, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, SP). Subseqüentemente, estes ingredientes, a farinha de peixe e a de vísceras de aves foram individualmente peneirados em malha de 250 μm .

Após a moagem, os ingredientes foram dosados de acordo com cada fórmula em balança eletrônica de precisão (Ohaus Adventurer, Toledo do Brasil, São Paulo, SP) e misturados em uma bateadeira planetária industrial (G. Paniz, modelo BP-12 super, Caxias do Sul, RS) seguindo quatro etapas:

- (1) Pré-mistura e homogeneização dos micro-ingredientes (aglutinante sintético, fosfato monobásico, colesterol, sal comum (NaCl), cloreto de potássio (KCl), premix vitamínico-mineral, vitamina C e DL-metionina) em becker plástico com volume de 1.000 ml utilizando farinha de trigo como veículo.
- (2) Mistura na bateadeira dos macro-ingredientes (farelados) juntamente com a pré-mistura de micro-ingredientes por 10 min até homogeneização.
- (3) Adição dos ingredientes líquidos e dos óleos (lecitina de soja, óleos de soja, peixe e krill) e nova mistura por 10 min até a completa homogeneização.
- (4) Adição de água doce a uma temperatura média de 90°C aos ingredientes na proporção de 0,6:1,0, sendo estes misturados adicionalmente por 10 min até a formação de uma massa homogênea.

A massa obtida após os processos de mistura foi então modelada em formatos arredondados semelhante a “bolos” e submetida à cocção no vapor durante 30 min em uma cuscuzeira industrial (equipamento composto por uma panela circular com 15 cm de altura e 35 cm de diâmetro interno, com orifícios de 2-3 mm na parte inferior, na qual se acondicionou a massa, esta foi acoplada superiormente a outra panela de mesma dimensão, porém sem as aberturas inferiores, na qual se adicionou a água para fervura e suprimento de vapor). Após cocção, a massa foi prensada em um moedor industrial para carnes (C.A.F., modelo CAF-32, Rio Claro, SP) equipado com uma matriz de orifícios de 2,0 mm de diâmetro. Assim que prensada, obteve-se uma nova massa em forma de *spaghetti*, a qual foi acomodada em bandejas de aço inox forradas com folha de papel manilha para secagem.

A secagem foi realizada a 70°C em uma estufa com circulação e renovação de ar (Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, SP) durante aproximadamente 4 h. Durante este período, a massa foi cuidadosamente virada

a cada hora para que a secagem ocorresse de maneira uniforme. Após a secagem, a ração foi resfriada e triturada a *pellets* cilíndricos (comprimento médio de 5 mm) utilizando um multiprocessador doméstico (Walita Master, Philips do Brasil Ltda., Brasil).

Depois de triturada, a ração ainda passou por peneira de malha de 250 µm para retirada da fração de finos, sendo posteriormente embalada e identificada em sacos plásticos, armazenados sob temperatura de -22°C até sua utilização. Amostras dos óleos utilizados foram submetidas à análise de índice de peróxidos e acidez hidrolítica, enquanto amostras das dietas experimentais a análises bromatológicas (AOAC, 1990), cromatografia gasosa para determinação do perfil de ácidos graxos (ANEXO A) e de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) para determinação dos teores de carotenóides (PASSOS, 2007).

3.5 Fonte, Aclimação e Cultivo de Camarões

Pós-larvas (PL's) de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* em estágio de PL12 (12 dias no estágio pós-larval) foram adquiridas de uma larvicultura comercial (Sea Life Ltda., Cajueiro da Praia, PI) localizada a 506,4 km de distância do LANOA. O transporte dos animais foi realizado em sacos plásticos duplos com capacidade de 30 l, preenchidos em 40% de seu volume com água (23°C de temperatura e 30‰ de salinidade) e o restante com gás oxigênio. A densidade de transporte foi de 666 PL's/l, com duração média de 8 h.

Para a produção de juvenis, as PL's foram inicialmente submetidas a uma etapa de cultivo em sistema de berçários utilizando tanques de polipropileno (Plastsan Plásticos do Nordeste Ltda., Caucaia, CE) de 3.000 l previamente cheios com água com 30‰ de salinidade. Após aclimação e homogeneização, as PL's foram estocadas nos tanques berçários sob densidade de 2,4 PL's/l.

Durante o cultivo em berçários, as PL's foram alimentadas oito vezes ao dia (às 0700, 0900, 1100, 1300, 1500, 1700, 2300 e 0300 h) com uma ração comercial contendo um mínimo de 400 g/kg de proteína bruta (PB) e granulometria dos *pellets* inferior 0,50 mm (Camaronina 40 CR1, Evialis do Brasil Nutrição Animal Ltda., São Lourenço da Mata, PE). A ração foi ofertada em bandejas de alimentação de acordo com o consumo alimentar dos animais. A taxa alimentar empregada variou de 96 a 16% da biomassa estocada. Nos primeiros cinco dias pós-estocagem a ração foi suplementada com dietas larvais comerciais, lançadas diretamente sobre a água de

cultivo uma vez ao dia e sempre na última alimentação diurna às 1700 h. As dietas larvais utilizadas foram: S-Pak[®], E-Pak XL[®], Lansy Flake[®] (INVE Aquaculture Inc. Salt Lake City, EUA) e LiguaLife[®] PL (Cargill Animal Nutrition, Minneapolis, EUA).

Para a primeira etapa do estudo, foram empregados juvenis de *L. vannamei* com $0,65 \pm 0,28$ g de peso úmido ($n = 152$). Os animais foram transferidos e povoados em 50 tanques do sistema *indoor* sob densidade de 140 camarões/m² (80 camarões por tanque), em água clara com salinidade de $31 \pm 1,8\%$. Nesta etapa, os animais foram aclimatados ao sistema experimental por 22 dias, durante o qual foram alimentados com uma ração comercial contendo um mínimo de 400 g/kg de proteína bruta (PB) e granulometria dos *pellets* inferior a 1,0 mm (Cameronina 40 CR2, Evialis do Brasil Nutrição Animal Ltda., São Lourenço da Mata, PE). Ao final do período de aclimação realizou-se uma biometria nos camarões estocados, sendo todos os animais individualmente pesados e realojados sob densidade de 70 camarões/m² (40 camarões por tanque). O peso corporal (úmido) inicial dos camarões foi de $2,79 \pm 0,60$ g ($n = 1.200$).

Na segunda etapa do estudo, camarões com $1,71 \pm 0,4$ g ($n = 60$) de peso úmido foram transferidos de tanques de 1.000 l mantidos a céu aberto para tanques do sistema *indoor* com salinidade $30 \pm 0,9\%$ sob densidade de 70 camarões/m² (40 camarões por tanque). Precedendo o período experimental, os camarões foram aclimatados por 14 dias com uma ração comercial contendo um mínimo de 400 g/kg de proteína bruta (Cameronina 40 CR2, Evialis do Brasil Nutrição Animal Ltda., São Lourenço da Mata, PE), moída e repeletizada em laboratório para apresentar *pellets* com 2,0 mm de diâmetro. Após o 14º dia de aclimação, todos os animais passaram a ser alimentados com a dieta controle **AGP_15** (dieta ausente de óleo de krill) por sete dias. Este período de aclimação objetivou reduzir as reservas de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) dos camarões. Posteriormente, os animais passaram a ser alimentados com as suas respectivas dietas experimentais por mais sete dias, iniciando em seguida a elevação de salinidade da água nos tanques durante cinco dias. Durante este período, os animais permaneceram recebendo suas respectivas dietas experimentais.

Em ambas as etapas de cultivo, os camarões foram alimentados com as dietas experimentais duas vezes ao dia, sempre as 0730 e 1600 h. As dietas foram fornecidas em bandejas de alimentação confeccionadas com aro de PVC (14,3 cm de diâmetro e 3,5 de altura) forrado na parte inferior por uma tela de náilon (640 µm de abertura de

malha). Em cada unidade experimental foi alocada uma bandeja, sendo esta sempre depositada no centro do tanque.

Os camarões foram alimentados com base no consumo alimentar. Para isto, foi seguido um protocolo alimentar para ajustes individualizados na oferta de ração em cada tanque de cultivo e em cada horário de arraçoamento. As refeições foram determinadas com base nas sobras de ração coletadas das bandejas e pesadas a cada horário de arraçoamento. Quando observadas sobras inferiores a 10% da refeição ofertada, a quantidade de ração fornecida não foi alterada. No entanto, quando as sobras de ração alcançaram níveis iguais ou superiores a 10% do ofertado, o arraçoamento foi reduzido em 25%. Na ausência de sobra de ração na bandeja, a refeição foi incrementada em 10%. Desta maneira, as sobras coletadas no horário da alimentação da manhã (coletadas às 0700 h) foram utilizadas para calcular o ajuste da alimentação da tarde (às 1600 h). Da mesma forma, as sobras da alimentação da tarde (coletadas às 1530 h) ajustavam a refeição da manhã seguinte (às 0700 h).

3.6 Manipulação da Salinidade e Manejo da Água de Cultivo

Na primeira etapa do estudo, a condição de cultivo **SIdeal** foi alcançada realizando-se a adição de água doce nos tanques de cultivo. Na condição de cultivo **SAlta** adicionou-se água com salinidade de 50‰. Para a obtenção da água hipersalina foi utilizada uma caixa d'água de 20.000 l (Fortlev Ltda., Camaçari, BA) contendo água salgada a 31‰, na qual se adicionou sal marinho bruto (996,4 g/kg de cloreto de sódio, Cimsal Indústria Salineira, Mossoró, RN) na diluição de 1 kg de sal para cada 100 l de água até ser atingida a salinidade de 50‰. Uma vez alcançada esta salinidade, a água hipersalina foi transferida gradualmente para os tanques de cultivo. Nesta fase, os camarões foram submetidos aos ajustes de salinidade da água de acordo com os respectivos tratamentos.

Durante a primeira semana de aclimação, a salinidade dos tanques ($31 \pm 0,3\%$) foi mantida estável para o acondicionamento dos animais ao sistema *indoor*, sendo esta ajustada gradualmente através de trocas d'água realizadas em dias alternados ao longo dos 15 dias subsequentes, visando prevenir um possível estresse aos animais. A adição de água doce ou hipersalina foi realizada individualmente nos tanques promovendo redução ou elevação média diária na salinidade da água de $1,2 \pm 0,2$ e $1,4 \pm 0,2\%$ respectivamente. No início do período experimental a salinidade da água dos tanques na condição de **SIdeal** foi de $22 \pm 0,4\%$ e nos tanques da condição de **SAlta** de $41 \pm 0,4\%$.

Na primeira etapa de cultivo, para manutenção dos parâmetros de qualidade de água dentro de níveis considerados aceitáveis, se realizaram renovações d'água com frequência quinzenal nas primeiras seis semanas de cultivo, passando para frequência semanal a partir da 7ª semana. Os filtros do sistema de filtração e recirculação de água foram lavados e higienizados duas vezes durante o período experimental, visando manter a eficiência dos processos de limpeza e qualidade da água.

Na segunda etapa do estudo, o procedimento de elevação da salinidade da água de cultivo ocorreu semelhante à primeira etapa. Para tanto, água hipersalina (com 52‰) foi adicionada sempre no último tanque de cada bateria (tanques não povoados com camarão), utilizando uma marcação volumétrica correspondente as respectivas elevações. Após a adição da água no último tanque, o sistema de recirculação foi acionado por 10 min para promover a mistura da água nos demais tanques de cada célula. A elevação da salinidade da água foi realizada durante cinco dias consecutivos, iniciando-se com uma salinidade de $29,7 \pm 0,3\%$. Durante o período experimental, os animais mortos foram contabilizados diariamente, sempre na manhã seguinte ao manejo de troca de água. Ao final do 5º dia realizou-se a despesca dos camarões, sendo contabilizados todos os animais vivos.

Em ambas as etapas de cultivo, o pH, a salinidade e a temperatura da água de cultivo foram monitoradas diariamente em todos os tanques de cultivo, sempre no mesmo horário do dia, às 0900 h.

3.7 Parâmetros de Desempenho Zootécnico

Ao final do período experimental foram avaliados os índices zootécnicos de sobrevivência (%), peso médio final (g), ganho de biomassa (g), crescimento semanal (g) e fator de conversão alimentar (FCA, g a base seca), baseado no consumo alimentar aparente de cada dieta experimental. Para possibilitar o cálculo do consumo alimentar aparente foram realizados testes de físicos nas dietas experimentais relativos à taxa de absorção de água e lixiviação de matéria seca para os intervalos de alimentação adotados no estudo. Para as análises físicas das dietas, foi utilizada a metodologia descrita por Carvalho & Nunes (2006).

No transcorrer do período experimental da primeira etapa do estudo foram realizadas biometrias no 24º, 48º e no 64º dias de cultivo (despesca). Nas biometrias do 24º e do 48º dia, mensurou-se individualmente o peso de 10 camarões de cada tanque em balança de precisão (Ohaus Adventurer, Toledo do Brasil, São Paulo, SP). O peso

úmido corporal dos camarões foi determinado em recipiente plástico cheio de água dos respectivos tanques de coleta dos animais (previamente tarado) como forma de minimizar o estresse causado pelo procedimento. Na despesca, todos os animais vivos foram contados e pesados individualmente.

3.8 Avaliação Sensorial dos Camarões

Na terceira etapa do estudo foi realizado um ensaio de preferência com consumidores de camarão visando avaliar o efeito das diferentes fontes de óleo utilizadas nas dietas experimentais sobre as características sensoriais de cor, textura e sabor da carne dos camarões. Foram empregados os camarões despescados ao final da primeira etapa do estudo. Quatro grupos de camarões foram aleatoriamente designados com as letras A (camarões alimentados com a dieta **PXE**), B (**KRL+**), C (**KRL**) e D (**SJA**) e distribuídos esquematicamente de acordo com a metodologia utilizada (TABELA 4).

O teste consistiu em quatro rodadas de provas, nas quais os provadores receberam três amostras de camarão para serem avaliadas, totalizando 12 camarões por julgador. As amostras foram servidas aos provadores em pratos plásticos descartáveis separados e individualmente identificados com os números 1, 2 e 3. A seqüência de números foi sempre mantida na ordem citada para evitar vícios de resposta por alguma determinada amostra (reconhecimento da amostra pela letra de aleatorização).

O preparo das amostras se iniciou com o descongelamento dos camarões, seguido do descabeçamento manual (não se efetuou a retirada do exoesqueleto da cauda) e posterior escorrimento em água mineral. Em uma panela de aço (20 cm de diâmetro, 8,5 cm profundidade e 2,8 l de volume) os camarões foram cozidos por 5 min. Cada grupo foi cozido separadamente, sendo a panela cheia com 1,5 l de água com sal comum (NaCl) dissolvido na concentração de 3,33 g/l a cada processo de cozimento. Os camarões foram colocados na água somente após o início da fervura. Após o processo de cocção, a água foi escoada e cada grupo foi acondicionado em caixas térmicas de isopor (3 l de volume e dimensão interna de 194 x 104 x 134 mm) internamente recobertas com folhas de papel alumínio.

Para as avaliações sensoriais foram utilizados 20 provadores não treinados (10 homens e 10 mulheres) recrutados entre os alunos dos cursos de graduação e pós-graduação do LABOMAR/UFC. Antecedendo o início das degustações, os avaliadores foram instruídos sobre os procedimentos do teste e orientados a desconsiderar o fator

tamanho e forma dos camarões. Nenhum participante recebeu informações quanto aos tratamentos experimentais nos quais os mesmos foram submetidos. As provas ocorreram simultaneamente para todos os julgadores em sala climatizada (24°C), sendo que guardanapos e água mineral foram disponibilizados a vontade para os participantes.

Ao receber as amostras, cada participante avaliou seqüencialmente a coloração, a textura e o sabor dos camarões, registrando em um formulário de papel a amostra que mais o agradou e a que menos o agradou para os respectivos fatores (APÊNDICE A). Cada rodada de prova somente se iniciava quando todos os julgadores haviam encerrado as anotações da rodada anterior, não sendo permitida a comunicação entres os julgadores.

Adicionalmente, realizou-se a análise dos estágios de muda dos camarões utilizados no teste, com o objetivo de suportar possíveis diferenças significativas para a variável textura. As análises foram realizadas de acordo com Oliveira-Cesar *et al.* (2006) avaliando em microscópio eletrônico (aumento de 40x) a setogênese do endopodito esquerdo do urópodo dos camarões. Para as demais variáveis, se utilizou como suporte as análises realizadas na carne dos camarões e nas dietas experimentais da primeira etapa do estudo.

Com as respostas obtidas nas avaliações sensoriais foram gerados escores de preferência de coloração, textura e sabor para cada amostra por participante (APÊNDICE B). Os escores foram gerados atribuindo-se valores para cada escolha realizada: valor 1, quando uma amostra foi escolhida como a preferida; valor -1, quando uma amostra foi negativamente escolhida; e, valor 0, quando uma amostra não foi escolhida. Como cada amostra foi provada três vezes pelos participantes entre as quatro rodadas, os escores das amostras variaram entre -3 e 3. Com a soma dos escores dos 20 participantes obteve-se o valor agregado final para cada amostra e fator.

TABELA 4. Padrão de distribuição das amostras durante as rodadas de provas utilizadas nas avaliações de cor, textura e sabor dos camarões alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo.

Camarão	Rodada de Prova	Amostra	Nº do Prato	Tratamento (Dieta)
1	1	B	1	KRL+
2		C	2	KRL
3		A	3	PXE
4	2	D	1	SJA
5		A	2	PXE
6		B	3	KRL+
7	3	A	1	PXE
8		D	2	SJA
9		C	3	KRL
10	4	C	1	KRL
11		B	2	KRL+
12		D	3	SJA

3.9 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* SPSS, versão Windows 15.0.0 (Statistical Package for Social Sciences Inc., Chicago, Illinois, EUA). A Análise de Variância Univariada (ANOVA) foi aplicada para determinar as diferenças estatísticas entre três ou mais tratamentos após constatação da normalidade dos dados e da homogeneidade das variâncias pelo teste Kolgoromov-Smirnov e pelo teste de Bartlett respectivamente. O teste *a posteriori* de Tukey HSD foi utilizado para examinar as diferenças estatísticas individuais entre tratamentos, quando observadas diferenças estatísticas ao nível de significância de 0,05. O teste *t* de Student foi aplicado para testar a igualdade entre duas variáveis.

Na primeira etapa do estudo, a análise em modelo fatorial foi utilizada para verificar o efeito das condições de salinidade, das dietas e de possíveis interações entre os fatores no desempenho zootécnico dos camarões. Na segunda etapa do estudo, a análise em modelo fatorial foi utilizada para verificar os efeitos das dietas, dos níveis de elevação de salinidade e de possíveis interações entre os fatores na sobrevivência dos camarões.

Os valores gerados nas avaliações sensoriais foram submetidos à análise descritiva e as frequências de escolhas foram comparadas através do teste não paramétrico U de Mann-Whitney, depois de constatada a não normalidade das respostas pelo teste de Kolgoromov-Smirnov e realizada a ordenação das mesmas. As correlações entre as respostas foram avaliadas pelo teste de correlação de Spearman e por correlação linear simples.

4 RESULTADOS

4.1 Parâmetros de Qualidade de Água

Na primeira etapa de cultivo, a salinidade e o pH da água de cultivo se mantiveram dentro dos limites pré-estabelecidos durante o período experimental, não variando significativamente ($P > 0,05$, ANOVA; TABELA 5) entre as dietas experimentais dentro de mesma condição de salinidade (**SIdeal**, $23 \pm 1,2\%$ e **SAlta**, $44 \pm 2,0\%$).

Como era de se esperar, foi observada diferença estatística significativa na salinidade da água de cultivo quando se comparou a condição de cultivo **SIdeal** e **SAlta** ($P < 0,05$, teste t ; TABELA 5). O mesmo padrão foi observado para o pH e a temperatura da água ($P < 0,05$, teste t ; TABELA 5). As diferenças entre os valores de pH e de temperatura entre as condições **SAlta** e **SIdeal** podem ter sido ocasionadas por pequenos picos de queda e ascensão destas variáveis, ocasionadas pelas renovações de água empregadas no estudo.

Ao longo do período experimental, o pH da água teve tendência a diminuir, provavelmente devido ao maior aporte de ração, volume de fezes e excretas gerados pelos animais em maior estágio de desenvolvimento. Quanto à temperatura, um leve incremento foi observado do início ao final do ciclo. Apesar das pequenas diferenças entre as condições de cultivo **SIdeal** e **SAlta**, os níveis situaram-se dentro de padrões considerados ideais para o camarão *L. vannamei*. Desta maneira, não foram ponderadas como fontes consideráveis de variação (WYBAN, WALSH & GODIN, 1995; HERNÁNDEZ *et al.*, 2006).

Na segunda etapa do ensaio, as elevações de salinidade alcançadas diariamente nos tanques experimentais se mantiveram dentro dos limites pré-estabelecidos, variando estatisticamente entre os diferentes graus de desafio ($P < 0,05$, ANOVA; TABELA 6). A elevação de salinidade diária na condição **SAL_1** foi de $1,9 \pm 0,2\%$ (média \pm desvio padrão), na condição **SAL_2** foi de $3,0 \pm 0,3\%$ e na condição **SAL_3** de $4,1 \pm 0,1\%$.

4.2 Desempenho Zootécnico

No início do período experimental (dia 0), os camarões apresentaram pesos iniciais estatisticamente similares nas distintas condições de salinidade ($P > 0,05$, ANOVA; TABELA 7). No entanto, na condição de salinidade ideal (**SIdeal**), diferenças significativas no peso corporal dos camarões foram observadas no 24º dia de cultivo ($P < 0,05$, ANOVA). Neste dia, os camarões alimentados com a dieta **PXE** alcançaram um

TABELA 5. Parâmetros de qualidade de água (pH, salinidade e temperatura) mensurados durante a primeira etapa do estudo nos diferentes tratamentos e condições de salinidade empregadas. Linhas com letras iguais indicam diferença não significativa entre dietas ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD. Valores em parênteses indicam o número de leituras individuais em cada tratamento.

Condição ¹	Dieta ²	pH	Salinidade	Temperat. (°C)
S Ideal	PXE	7,27 ± 0,44 (343)	23 ± 1,2 (343)	27,4 ± 0,43 (343)
	SJA	7,27 ± 0,26 (294)	23 ± 1,3 (294)	27,4 ± 0,49 (294)
	KRL	7,28 ± 0,26 (343)	23 ± 1,3 (343)	27,3 ± 0,46 (343)
	ANOVA <i>P</i> *	0,964	0,914	0,570
S Alta	PXE	7,34 ± 0,22 (294)	44 ± 2,0 (294)	27,4 ± 0,52a (294)
	SJA	7,35 ± 0,21 (294)	44 ± 2,0 (294)	27,7 ± 0,55b (294)
	KRL	7,35 ± 0,22 (294)	44 ± 2,0 (294)	27,6 ± 0,72b (294)
	KRL-	7,35 ± 0,21 (294)	44 ± 2,0 (294)	27,6 ± 0,58b (291)
	KRL+	7,35 ± 0,20 (294)	44 ± 2,0 (294)	27,4 ± 0,49a (294)
	ANOVA <i>P</i> *	0,719	0,996	< 0,001
S Ideal		7,27 ± 0,33 (980)	23 ± 1,2 (980)	27,3 ± 0,46 (980)
S Alta		7,35 ± 0,21 (1470)	44 ± 2,0 (1470)	27,5 ± 0,46 (1470)
Valor de <i>P</i> **		< 0,001	< 0,001	< 0,001

¹Condição **S**Ideal corresponde a uma faixa de variação de salinidade pré-estabelecida entre 20 e 25‰ e condição **S**Alta varia de 40 a 45‰.

²**PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL-** (2,92% de AGPI), 14,5 g/kg de óleo de krill e 21,2 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja.

*Análise de Variância Univariada (ANOVA).

**Teste *t* de Student.

TABELA 6. Salinidade diária da água (média \pm desvio padrão, $n = 12$) observada nos tanques de cultivo de cada tratamento na segunda etapa do estudo. A elevação da salinidade ocorreu ao longo de cinco dias. Linhas com letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os graus de elevação de salinidade ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD.

Estresse Osmótico	Graus de Elevação na Salinidade da Água (%) ^{1,2}			ANOVA <i>P</i> *
	SAL_1	SAL_2	SAL_3	
1° dia	32,0 \pm 0,0a	33,0 \pm 0,4b	33,6 \pm 0,5c	< 0,001
2° dia	34,2 \pm 0,4a	36,2 \pm 0,4b	37,7 \pm 0,7c	< 0,001
3° dia	35,9 \pm 0,3a	38,8 \pm 0,6b	41,7 \pm 0,4c	< 0,001
4° dia	38,0 \pm 0,0a	42,0 \pm 0,0b	46,0 \pm 0,0c	< 0,001
5° dia	39,7 \pm 0,5a	44,8 \pm 0,4b	50,1 \pm 0,7c	< 0,001

¹Valores representam a média \pm desvio padrão dos tanques de todos os tratamentos em um mesmo nível de elevação ($n = 12$).

²SAL_1, elevação de salinidade 30 a 40‰ (2‰/dia); SAL_2, elevação de 30 a 45‰ (3‰/dia) e SAL_3, elevação de 30 a 50‰ (4‰/dia).

*Análise de Variância Univariada (ANOVA).

TABELA 7. Peso médio corporal (\pm desvio padrão) do camarão *L. vannamei* ao longo da primeira etapa do estudo. Os animais foram submetidos a duas condições de salinidade (**SIdeal**, $23 \pm 1,2\%$ e **SAlta**, $44 \pm 2,0\%$) e alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas e concentrações de ácidos graxos poliinsaturados. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dietas utilizadas em cada condição de salinidade ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD.

Condição ¹	Dieta ²	Dias de Cultivo			
		0	24	48	64
SIdeal	PXE	2,61 \pm 0,56	5,87 \pm 0,90a	9,17 \pm 1,49a	11,12 \pm 1,80a
	SJA	2,74 \pm 0,54	6,06 \pm 1,03a	9,64 \pm 1,20ab	11,52 \pm 1,60b
	KRL	2,73 \pm 0,51	6,61 \pm 1,01b	10,02 \pm 1,36b	12,03 \pm 1,70c
ANOVA <i>P</i> *		0,099	< 0,001	< 0,001	< 0,001
SAlta	PXE	2,75 \pm 0,59	6,25 \pm 1,13	9,38 \pm 1,44	10,96 \pm 1,82a
	SJA	2,82 \pm 0,62	6,29 \pm 1,31	9,09 \pm 1,61	10,86 \pm 1,86a
	KRL	2,79 \pm 0,64	6,72 \pm 1,26	9,75 \pm 1,86	11,91 \pm 2,29b
	KRL-	2,77 \pm 0,58	6,21 \pm 0,86	9,14 \pm 1,39	10,88 \pm 1,62a
	KRL+	2,85 \pm 0,57	6,49 \pm 1,28	9,73 \pm 1,64	11,79 \pm 1,92b
ANOVA <i>P</i> *		0,953	0,105	0,053	< 0,001

¹Condição **SIdeal** corresponde a uma faixa de variação de salinidade pré-estabelecida entre 20 e 25‰ e condição **SAlta** varia de 40 a 45‰.

²**PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL-** (2,92% de AGPI), 14,5 g/kg de óleo de krill e 21,2 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja.

*Análise de Variância Univariada (ANOVA).

peso médio de $5,87 \pm 0,90$ g, estatisticamente inferior aos animais alimentados com a dieta **SJA** e **KRL** ($P < 0,05$, teste de Tukey HSD). No 48º dia de cultivo, o peso corporal dos animais alimentados com a dieta **PXE** diferiu apenas dos animais alimentados com a dieta **KRL** ($P < 0,05$, teste de Tukey HSD), porém, ambos foram similares aos animais alimentados com a dieta **SJA** ($P > 0,05$, teste de Tukey HSD).

Na despesca, os camarões alimentados com a dieta **KRL** sob a condição de salinidade ideal (**Sideal**) exibiram um peso corporal mais elevado entre todas as dietas avaliadas ($P < 0,05$, teste de Tukey HSD). Surpreendentemente, os camarões alimentados com a dieta **PXE** foram os que alcançaram o menor peso corporal na condição **Sideal** ($P > 0,05$, teste de Tukey HSD).

Na condição de salinidade alta (**SAlta**), somente foram observadas diferenças estatísticas no peso corporal dos camarões após 64 dias de cultivo ($P < 0,05$, ANOVA). Os camarões alimentados com as dietas contendo as maiores inclusões de óleo de krill (**KRL** e **KRL+**) exibiram um maior peso corporal em relação à menor inclusão de krill (**KRL-**) e em relação às demais dietas contendo outras fontes lipídicas (**PXE** e **SJA**; $P < 0,05$, teste de Tukey HSD; TABELA 7). Através das diferenças no peso corporal dos camarões submetidos aos diferentes graus de salinidade da água (*i.e.*, **Sideal** e **Salta**), pode-se observar um provável efeito da salinidade sobre o desempenho dos camarões.

Durante a primeira etapa do estudo, o crescimento semanal dos camarões foi superior a 0,9 g (TABELA 8). Contudo, diferente do peso corporal, o crescimento somente exibiu diferença estatística significativa entre dietas quando os animais foram submetidos à condição **Sideal** de cultivo ($P < 0,05$, ANOVA). Nesta condição, o crescimento dos camarões alimentados com a dieta **KRL** foi mais elevado frente aos camarões alimentados com as dietas **PXE** e **SJA** ($P < 0,05$, teste de Tukey HSD). Na condição **SAlta** não foi observada diferença significativa para o crescimento dos camarões alimentados com as diferentes dietas ($P > 0,05$, ANOVA).

Ao final da primeira etapa do estudo, os camarões alcançaram uma sobrevivência elevada, entre $90,0 \pm 7,9\%$ e $96,0 \pm 2,6\%$ ($P < 0,05$, ANOVA; TABELA 8). Apesar das diferenças encontradas no peso corporal dos camarões na despesca em função das dietas e das salinidades avaliadas, estes resultados não se refletiram em diferenças no ganho de biomassa ($P > 0,05$, ANOVA; TABELA 8). Contudo, o fator de conversão alimentar (FCA na base seca) dos grupos experimentais apresentou valores estatisticamente distintos ($P > 0,05$, ANOVA; TABELA 8). Na condição **Sideal**, os animais alimentados com a dieta **KRL** atingiram o menor FCA ($1,87 \pm 0,2$), seguidos

TABELA 8. Crescimento semanal (g), produtividade (g/m²), sobrevivência final (%) e fator de conversão alimentar (FCA) alcançado pelo *L. vannamei* na primeira etapa do estudo. Os animais foram submetidos a duas condições de salinidade (**S**ideal, 23 ± 1,2‰ e **S**alta, 44 ± 2,0‰) e alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas e concentrações de ácidos graxos poliinsaturados. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dietas utilizadas em cada condição de salinidade ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD. Valores apresentados como média ± desvio padrão.

Condição ¹	Dieta ²	Crescimento (g/semana)	Sobrevivência (%)	Produtividade (g/m ²)	FCA
	PXE	0,93 ± 0,06a	91,8 ± 4,5	533 ± 64	3,17 ± 0,4a
S ideal	SJA	0,96 ± 0,04a	92,5 ± 3,5	555 ± 35	2,32 ± 0,2b
	KRL	1,02 ± 0,05b	90,0 ± 7,9	569 ± 73	1,87 ± 0,2c
	ANOVA <i>P</i> *	< 0,050	0,550	0,099	< 0,001
	PXE	0,90 ± 0,08	93,7 ± 4,7	529 ± 58	2,98 ± 0,6a
	SJA	0,88 ± 0,09	95,0 ± 2,6	536 ± 54	2,05 ± 0,5bc
S alta	KRL	0,99 ± 0,01	96,2 ± 5,5	598 ± 123	2,00 ± 0,5c
	KRL-	0,89 ± 0,05	95,0 ± 4,2	531 ± 28	2,52 ± 0,3abc
	KRL+	0,98 ± 0,04	94,1 ± 5,2	555 ± 75	2,81 ± 0,4ab
	ANOVA <i>P</i> *	0,081	0,370	0,953	< 0,001

¹Condição **S**ideal corresponde a uma faixa de variação de salinidade pré-estabelecida entre 20 e 25‰ e condição **S**alta varia de 40 a 45‰.

²**PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL-** (2,92% de AGPI), 14,5 g/kg de óleo de krill e 21,2 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja.

*Análise de Variância Univariada (ANOVA).

dos animais alimentados com as dietas **SJA** ($2,32 \pm 0,2$) e **PXE**, respectivamente ($3,17 \pm 0,4$; $P < 0,05$, teste de Tukey HSD). Uma tendência semelhante foi observada na condição **SAlta**. Os camarões alimentados com a dieta **KRL** exibiram um menor FCA comparado com aqueles alimentados com a dieta **PXE** ($P < 0,05$, teste de Tukey HSD), embora não tenham se diferenciado da dieta **SJA** ($P > 0,05$, teste de Tukey HSD). Entre as dietas com níveis diferenciados de krill, os camarões alimentados com **KRL+** exibiram um maior FCA comparado com camarões alimentados com **KRL** ($P < 0,05$, teste de Tukey HSD).

Através de análise fatorial foi constatado que não houve interação significativa para o peso corporal final, crescimento semanal, ganho de biomassa e FCA dos camarões alimentados com as dietas **PXE**, **SJA** e **KRL** e as condições de salinidade **SIdeal** e **SAlta** ($P < 0,05$, MANOVA; TABELA 9). A salinidade da água somente exerceu efeito significativo sobre o peso corporal final dos camarões ($P > 0,05$, ANOVA), enquanto a fonte lipídica da dieta teve influência significativa sobre todos os parâmetros zootécnicos ($P > 0,05$, ANOVA), com exceção do ganho de biomassa ($P < 0,05$, ANOVA). Neste caso, a alimentação dos camarões com a dieta **KRL** resultou em um peso corporal e crescimento semanal mais elevado e um FCA mais baixo em relação às dietas **PXE** e **SJA** ($P < 0,05$, ANOVA).

O desdobramento do peso úmido corporal dos camarões em função da condição de salinidade adotada (*i.e.*, **SIdeal** e **SAlta**) revelou uma perda significativa de desempenho nos animais alimentados com a dieta **SJA** quando cultivado em **SAlta** ($P < 0,05$, teste *t* de Student; FIGURA 4). Para os animais alimentados com as dietas **PXE** e **KRL** não houve diferença estatística significativa no peso corporal entre **SIdeal** e **SAlta** ($P > 0,05$, teste *t* de Student).

4.3 Resistência ao Estresse Osmótico

A mortalidade dos camarões submetidos a aumentos de salinidade ao longo de cinco dias variou em função do grau do estresse osmótico a que foram submetidos ($P < 0,05$, ANOVA, TABELA 10). A análise fatorial dos dados revelou que não houve efeito significativo das dietas sobre a mortalidade dos animais ($P > 0,05$, ANOVA). Não foram verificadas interações significativas para mortalidade entre os fatores salinidade e dieta ($P > 0,05$, MANOVA; TABELA 10). Desta forma, independentemente do perfil lipídico das dietas utilizadas (**AGP_15**, **AGP_45**, **AGP_65** e **AGP_85**), o efeito sobre a

TABELA 9. Análise fatorial (duas salinidades x três dietas) do peso corporal final, crescimento semanal, produtividade e fator de conversão alimentar (FCA) do camarão branco *L. vannamei*. Os animais foram submetidos a duas condições de salinidade (**SIdeal**, 23 ± 1,2‰ e **SAlta**, 44 ± 2,0‰) e alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas e concentrações de ácidos graxos poliinsaturados. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dietas na condição **SAlta** de salinidade ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD. Valores apresentados como média ± desvio padrão.

Fator	Dieta	Peso Corporal (g)	Crescimento (g/semana)	Produtividade (g/m ²)	FCA
Dieta ¹	PXE	11,05 ± 1,83a	0,91 ± 0,08a	531 ± 59	3,08 ± 0,5a
	SJA	11,18 ± 1,77a	0,92 ± 0,09a	545 ± 56	2,19 ± 0,4a
	KRL	11,97 ± 2,01b	1,01 ± 0,01b	582 ± 96	1,93 ± 0,3b
ANOVA P*		< 0,001	0,010	0,203	< 0,001
Condição ²	SIdeal	11,56 ± 1,77	0,97 ± 0,07	552,06 ± 60	2,46 ± 0,6
	SAlta	11,21 ± 2,05	0,92 ± 0,11	554,18 ± 90	2,34 ± 0,7
ANOVA P*		< 0,002	0,082	0,937	0,410
Valor de P (D x S)**		0,050	0,650	0,709	0,433

¹**PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL-** (2,92% de AGPI), 14,5 g/kg de óleo de krill e 21,2 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja.

²Condição **SIdeal** corresponde a uma faixa de variação de salinidade pré-estabelecida entre 20 e 25‰ e condição **SAlta** varia de 40 a 45‰.

*Valor de P de acordo com a Análise de Variância Bifatorial (Two-Way ANOVA).

**Valor de P para a interação dos fatores.

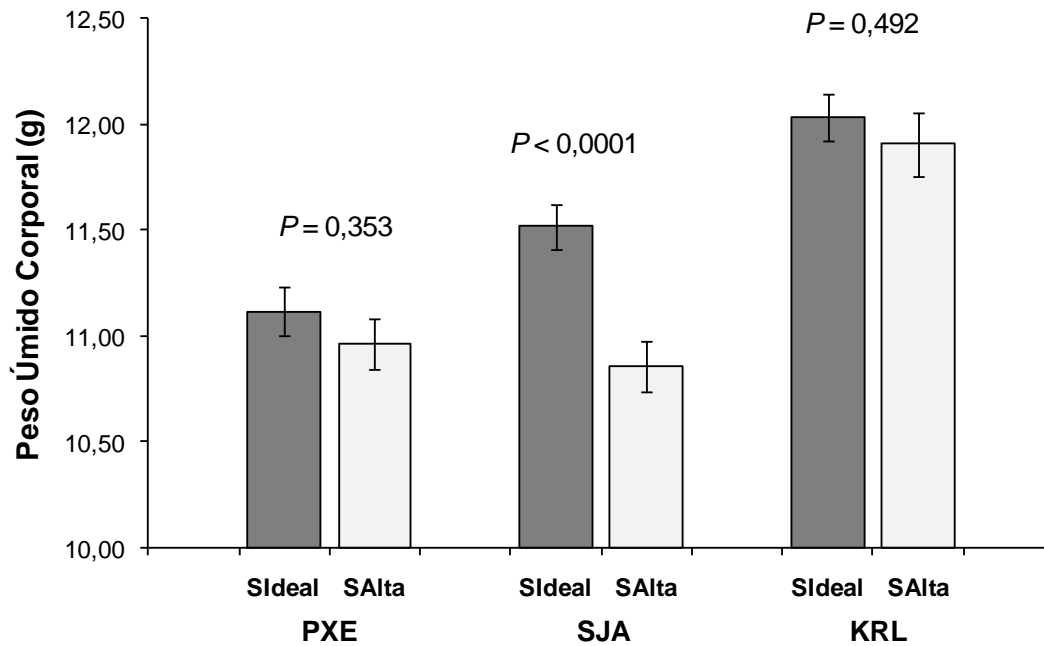


FIGURA 4. Desdobramento dos dados da análise fatorial para o parâmetro peso corporal final (média \pm erro padrão) do camarão *L. vannamei* alimentado com dietas contendo óleo de peixe (**PXE**), óleo de soja (**SJA**) e óleo de krill (**KRL**), cultivados sob condição de salinidade **Sideal** ($23 \pm 1,2\%$) e **SAlta** ($44 \pm 2,0\%$). **PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja.

TABELA 10. Significância dos fatores salinidade e dieta e da interação entre ambos sobre a mortalidade do *L. vannamei* após estresse osmótico.

Fator	Dieta	Mortalidade Diária após Estresse Osmótico (%)				
		1° Dia	2° Dia	3° Dia	4° Dia	5° Dia
Dieta ¹	AGP_15	8,22 ± 13,56	15,11 ± 13,69	9,39 ± 8,62	33,67 ± 18,68	11,39 ± 19,22
	AGP_45	8,06 ± 9,58	20,00 ± 17,32	17,22 ± 16,46	23,89 ± 14,74	6,94 ± 3,25
	AGP_65	5,00 ± 6,50	23,06 ± 20,34	18,06 ± 17,45	23,33 ± 16,30	3,89 ± 3,56
	AGP_85	5,00 ± 5,87	19,44 ± 19,23	17,78 ± 19,88	21,39 ± 12,63	6,67 ± 3,75
ANOVA <i>P</i> *		0,811	0,378	0,096	0,266	0,467
Condição ²	SAL_1	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a	1,25 ± 2,50a	26,88 ± 12,11ab	4,79 ± 3,28
	SAL_2	10,63 ± 12,11b	23,54 ± 10,47b	14,58 ± 6,64b	35,38 ± 15,79a	6,08 ± 3,60
	SAL_3	9,08 ± 8,69b	34,67 ± 12,55c	31,00 ± 12,79c	14,46 ± 12,56b	10,79 ± 16,56
ANOVA <i>P</i> *		0,026	< 0,001	< 0,001	0,004	0,316
Valor de <i>P</i> (D x S)**		0,969	0,495	0,600	0,783	0,399

¹Os níveis de inclusão de óleo de krill nas dietas variaram de 0 g/kg (dieta **AGP_15**), 10,0 g/kg (dieta **AGP_45**), 25,0 g/kg (dieta **AGP_65**) e 40,0 g/kg (dieta **AGP_85**).

²O grau de estresse osmótico no qual os camarões foram submetidos variou de incrementos de 2, 3 e 4‰ ao dia ao longo de cinco dias consecutivos, iniciando-se a partir de uma salinidade de 30‰ e finalizando nas salinidades de 40‰ (**SAL_2**), 45‰ (**SAL_3**) e 50‰ (**SAL_4**), respectivamente

*Valor de *P* de acordo com a Análise de Variância Bifatorial (Two-Way ANOVA). Letras superscriptas diferentes na mesma coluna denotam diferenças significativas denotadas pelo Teste de Tukey HSD.

**Valor de *P* para a interação dos fatores.

resistência dos camarões foi o mesmo para tratamentos dentro da mesma faixa de elevação de salinidade (**SAL_1**, **SAL_2** e **SAL_3**).

Ao longo dos cinco dias após o estresse osmótico, ocorreu um aumento acumulativo nas mortalidades de camarão, indiferente da faixa de elevação de salinidade a que foram submetidos (FIGURA 5). Contudo, as sobrevivências aumentaram na medida em que ocorreu um incremento nas faixas de elevação diária da salinidade ($P < 0,05$, teste de Tukey HSD). Ao final dos cinco dias de observação, as sobrevivências mais elevadas foram alcançadas para a faixa de elevação **SAL_1** (de 30 a 40‰), seguido da **SAL_2** (de 30 a 45‰) e finalmente a **SAL_3** (de 30 a 50‰). No quinto dia, os animais submetidos ao estresse osmótico mais severo (**SAL_3**) apresentaram 100% de mortalidade, em salinidade final de $50 \pm 0,7\%$. Os camarões submetidos a elevações diárias de 3‰ de salinidade (**SAL_2**) obtiveram $9,8 \pm 2,2\%$ de sobrevivência final, em salinidade média de $44,8 \pm 0,4\%$. Já na condição de estresse osmótico mais brando (**SAL_1**) foi observada sobrevivência média final de $67,1 \pm 8,9\%$ em salinidade final de $39,7 \pm 0,5\%$.

4.4 Perfil Lipídico dos Camarões

Em ambas as condições de salinidade **SIdeal** e **SAlta**, a utilização dos óleos de krill e peixe nas dietas **KRL** e **PXE**, respectivamente, resultou em maiores níveis de ácidos graxos poliinsaturados (C20:5n3, EPA e C22:6n3, DHA) na carne dos camarões quando comparado com a dieta contendo óleo de soja (**SJA**; TABELA 11). Por sua vez, as dietas com maiores níveis de óleo de soja (**SJA** e **KRL-**) apresentaram concentrações mais elevadas dos ácidos linoléico e linolênico (C18:2n-6, LOA e C18:3n-3, LNA, respectivamente). Houve uma redução na relação de AGPI/LOA+LNA na musculatura do *L. vannamei* na medida em que houve uma maior inclusão de óleo de soja nas dietas. Nos animais alimentados com a dieta **KRL+** não foi detectado a presença de LOA.

Quantidades significativas do ácido mirístico (C14:0) foram detectadas nos animais alimentados com a dieta **SJA** em ambas as salinidades avaliadas (**SIdeal** e **SAlta**). Contudo, o ácido mirístico foi encontrado na cauda dos animais alimentados com as dietas **PXE** e **SJA** em **SIdeal** e com a dieta **KRL+** em **SAlta**. Os camarões alimentados com as dietas **KRL** e **KRL+** apresentaram concentrações do ácido palmitoléico (C16:1) pelo menos duas vezes superiores aos demais, além de maior quantidade do ácido heptadecanóico (C17:0). As maiores concentrações de ácido

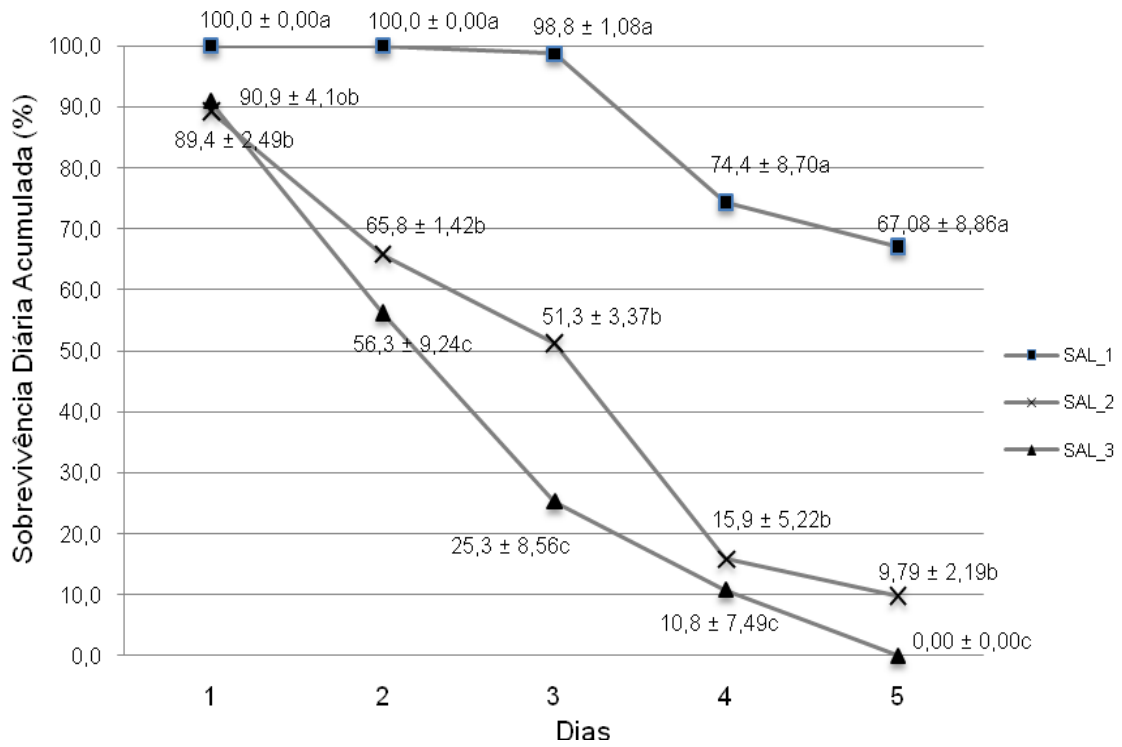


FIGURA 5. Sobrevivência diária acumulada (média ± desvio padrão) do camarão *L. vannamei* após incrementos de 2, 3 e 4‰ ao dia na salinidade da água de cultivo ao longo de cinco dias consecutivos, iniciando-se a partir de uma salinidade de 30‰ e finalizando nas salinidades de 40 (SAL_1), 45 (SAL_2) e 50‰ (SAL_3), respectivamente.

TABELA 11. Perfil lipídico¹ (% do total do EE) do abdômen² do camarão *L. vannamei* alimentado com dietas contendo diferentes fontes lipídicas por 64 dias em tanques com água clara sob diferentes condições de salinidade.

Composição	Dietas ³ /(S I deal, 23 ± 1,2‰)			Dietas ³ /(S A lta, 44 ± 2,0‰)				
	PXE	SJA	KRL	PXE	SJA	KRL	KRL-	KRL+
Perfil lipídico (% do total do EE)								
C12:0 (ácido láurico)	0,39	-	0,76	-	-	-	-	0,88
C14:0 (ác. mirístico)	25,18	26,28	23,88	29,03	24,63	27,16	25,71	27,18
C16:0 (ácido palmítico)	0,86	0,85	2,91	1,46	0,48	3,02	0,81	2,90
C16:1 cis (ácido palmitoléico)	0,80	0,67	1,02	0,99	0,60	1,21	0,64	1,04
C17:0 (ác. heptadecanóico)	11,21	10,39	10,29	12,04	11,59	10,98	12,12	10,25
C18:0 (ácido esteárico)	11,26	11,30	11,42	11,62	11,05	12,94	10,65	11,79
C18:1 cis (ácido oléico)	14,64	27,31	11,63	14,93	26,94	11,10	20,56	11,53
C18:2 cis (ácido linoléico)	0,69	1,21	0,67	0,63	1,30	0,54	0,85	-
C18:3 cis (ácido linolênico)	0,41	-	-	-	-	-	-	-
C20:1 cis (ác.cis-11-eicosanóico)	1,55	2,03	0,92	-	1,80	0,76	1,66	0,74
C20:4n6 (ácido araquidônico)	1,79	1,66	1,16	1,74	1,33	0,94	1,11	1,20
C20:5n3 (ác. eicosapentaenóico)	12,42	6,06	14,97	10,10	6,60	11,50	10,40	13,92
C22:6n3 (ác. docosahexaenóico)	7,13	3,69	6,55	5,34	3,53	4,22	4,37	5,66
Somatório AGPI ⁴	19,55	9,75	21,52	15,44	10,13	15,72	14,77	19,58

Somatório LOA+LNA ⁵	15,33	28,52	12,30	15,56	28,24	11,64	21,41	11,53
Relação AGPI:LOA+LNA	1,28	0,34	1,75	0,99	0,36	1,35	0,69	1,70
Somatório AGE ⁶	34,88	28,86	33,82	31,00	38,37	27,36	36,18	31,11

¹Cromatografia gasosa segundo Bligh & Dyer (1959) e Hartman & Lago (1973).

²Carne do abdômen com exoesqueleto aderido.

³**PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL-** (2,92% de AGPI), 14,5 g/kg de óleo de krill e 21,2 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja.

⁴Somatório dos ácidos araquidônico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico.

⁵Somatório dos ácidos linoléico e linolênico.

⁶Somatório dos ácidos araquidônico, eicosapentaenóico, docosahexaenóico, linoléico e linolênico.

araquidônico (C20:4n6) foram encontradas em animais alimentados com a dieta **PXE**. Os ácidos oléico (C18:1) e esteárico (C18:0) foram os que exibiram maior variação na cauda dos camarões alimentados com as diferentes dietas.

4.5 Características Sensoriais da Cauda

Os camarões alimentados com a dieta **KRL+** obtiveram o maior escore total (35) nas avaliações para o parâmetro coloração (FIGURA 6), alcançando ainda o maior percentual de escolhas positivas (65%) pelos julgadores (APÊNDICE C). Os animais alimentados com a dieta **KRL** apresentaram escore total inferior (23) e menor percentual de escolhas positivas (50%), porém, sem diferenciar-se estatisticamente dos camarões alimentados com a dieta **KRL+** ($P > 0,05$, teste U de Mann-Whitney).

Os camarões alimentados com a dieta **PXE** obtiveram escore total negativo (-21) devido ao elevado percentual de escolhas negativas e neutras obtidas durante as avaliações sensoriais (46 e 42% respectivamente). O grupo **PXE** foi significativamente menos atrativo ($P < 0,05$, teste U de Mann-Whitney) aos consumidores quando comparado as amostras de camarões alimentados com dietas contendo óleo de krill (**KRL** e **KRL+**). Porém, os camarões do grupo **PXE** foram mais atrativos comparados aos animais alimentados com a dieta **SJA** ($P < 0,05$, teste U de Mann-Whitney). Esta última apresentou o menor escore total (-37), totalizando 68% de rejeição.

Não foram encontradas diferenças significativas na preferência dos consumidores para o parâmetro textura da carne entre os diferentes grupos experimentais testados ($P > 0,05$, teste U de Mann-Whitney). Os camarões provenientes do grupo **PXE** obtiveram o maior escore total (7), seguido do grupo **KRL** (1), **SJA** e **KRL+** (ambos com escore negativo -4). As frequências de escolhas positivas variaram entre 28 e 37% (menos de 10 pontos percentuais). Ressalta-se que através da análise dos estágios de muda dos camarões utilizados no teste sensorial pode ser constatada uma grande variabilidade, tanto dentro de cada tratamento como entre os tratamentos avaliados (TABELA 12).

As respostas de preferência pelo atributo sabor resultaram em padrão semelhante às respostas por coloração, porém, variando em menor intensidade. Os animais alimentados com a dieta **KRL+** obtiveram o maior valor agregado e o maior percentual de escolhas positivas (11 e 48% respectivamente), porém não se diferenciaram estatisticamente dos animais alimentados com a dieta **KRL** ($P < 0,05$, teste U de Mann-Whitney; FIGURA 6). Os camarões do grupo **KRL** e **PXE** obtiveram o mesmo

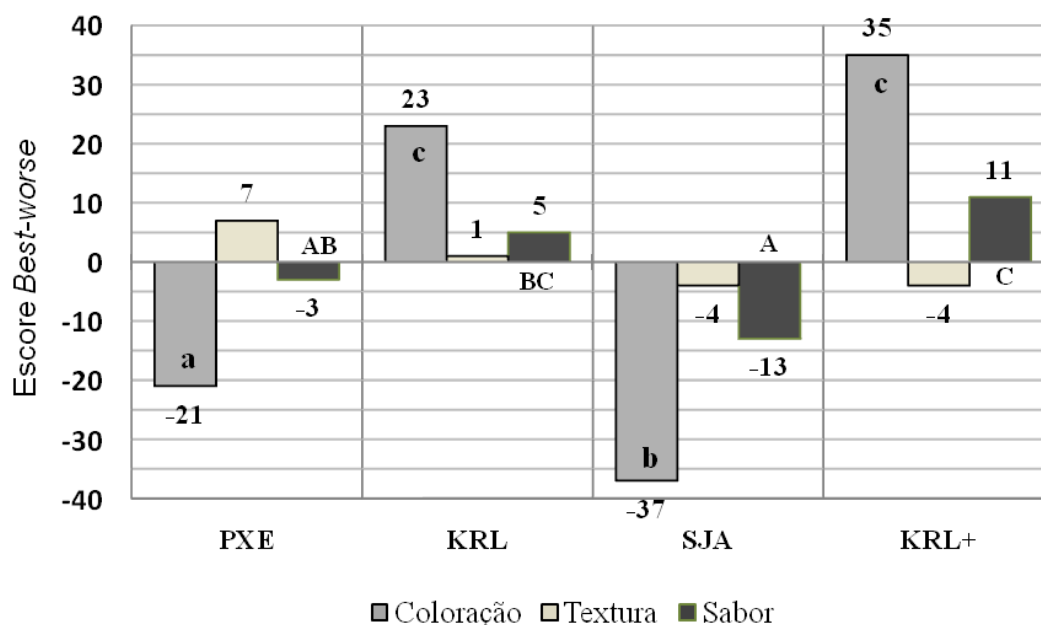


FIGURA 6. Escores totais de preferência obtidos para amostras de cauda de camarões alimentados com dietas contendo diferentes fontes lipídicas (**PXE**, óleo de peixe e soja; **KRL** óleo de krill; **SJA**, óleo de soja e **KRL+**, óleo de krill em maior concentração) e cultivados em condição de alta salinidade (**SALta**, $44 \pm 2,0\%$). Os resultados representam o somatório das avaliações sensoriais de 20 provadores ($n = 60$ para cada amostra). Letras minúsculas e maiúsculas diferentes nas barras cinza claro e cinza escura representam, respectivamente, diferença estatisticamente significativa para frequência de escolhas positivas para os parâmetros coloração e sabor, ambas denotadas pelo teste U de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$). **PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja.

TABELA 12 Distribuição percentual dos estágios de muda observados nos camarões da espécie *L. vannamei* utilizados na realização de teste de avaliação sensorial. Valores em parênteses indicam número de indivíduos nos respectivos estágios. Estágios de muda avaliados de acordo com Oliveira-Cesar *et al.* (2006) através de análise microscópica da setogênese do endopodito do urópodo dos camarões.

Estágio de Muda	Diets Experimentais ¹			
	PXE (%)	SJA (%)	KRL (%)	KRL+ (%)
A - (pós-muda)	-	8,3 (1)	8,3 (1)	16,7 (2)
B - (pós-muda avançada)	16,7 (2)	16,7 (2)	8,3 (1)	25,0 (3)
C - (intermuda)	8,3 (1)	25,0 (3)	8,3 (1)	-
D0 – (pré-muda)	16,7 (2)	-	33,3 (4)	16,7 (2)
D1 – (pré-muda inicial)	16,7 (2)	33,3 (4)	41,7 (5)	8,3 (1)
D2 -(pré-muda intermediária)	8,3 (1)	8,3 (1)	-	16,7 (2)
D3 - (pré-muda avançada)	33,3 (4)	8,3 (1)	-	16,7 (2)
E - (em muda)	-	-	-	-
Total	100,0 (12)	100,0 (12)	100,0 (12)	100,0 (12)

¹**PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja.

percentual de escolhas positivas ($P > 0,05$, teste U de Mann-Whitney), porém, quase a metade de escolhas negativas. Por sua vez, os camarões alimentados com a dieta **PXE** e **SJA** foram estatisticamente similares ($P > 0,05$, teste U de Mann-Whitney) no atributo sabor, ambos com escores negativos e alto percentual de rejeição (escores -3 e -13 e 40 e 40% de rejeição, respectivamente). As escolhas pela preferência de sabor não se apresentaram significativamente correlacionadas com as preferências pelo atributo coloração segundo teste de correlação de Spearman (coeficiente de correlação $r = 0,100$ e $P = 0,061$). Apesar da similaridade entre as respostas, as preferências pelo atributo sabor dos camarões não foi influenciado significativamente pelas escolhas de coloração.

Os ácidos graxos correlacionados positivamente pela análise de regressão linear com as respostas de sabor foram o ácido palmitoléico ($R^2 = 0,92$; $n = 4$) e o ácido eicosapentaenóico ($R^2 = 0,91$; $n = 4$), e em menor intensidade o ácido heptadecanóico ($R^2 = 0,70$; $n = 4$) e o ácido mirístico ($R^2 = 0,60$; $n = 4$), sendo este último encontrado apenas no perfil lipídico dos animais alimentados com a dieta **KRL+** (TABELA 11). Os ácidos graxos correlacionados negativamente com a preferência dos consumidores pelo fator sabor foram o ácido linolênico ($R^2 = - 0,94$; $n = 4$), linoléico ($R^2 = - 0,85$; $n = 4$) e o ácido esteárico ($R^2 = - 0,63$; $n = 4$).

O ácido docosahexaenóico obteve correlação positiva, porém esteve fracamente correlacionado com as respostas de sabor ($R^2 = 0,48$; $n = 4$). Como sua participação percentual no perfil lipídico foi relativamente menor do que ao do ácido eicosapentaenóico, o somatório de AGPI do perfil lipídico resultou em alta correlação com a preferência por sabor ($R^2 = 0,92$; $n = 4$). Por outro lado, um padrão semelhante foi obtido quando se comparou o somatório de LOA e LNA do perfil dos camarões provados com as preferências dos consumidores, obtendo-se uma alta correlação negativa ($R^2 = - 0,86$; $n = 4$). A maior correlação foi observada para o fator sabor quando se comparou os resultados da quantidade de AGPI e o somatório de quantidade de LOA e LNA ($R^2 = 0,99$; $n = 4$).

5 DISCUSSÃO

5.1 Efeitos da Salinidade e Dieta sobre o Desempenho Zootécnico

Na primeira etapa do estudo, embora tenham sido observadas diferenças na temperatura e no pH da água de cultivo entre as condições experimentais **SIdeal** ($23 \pm 1,2\%$) e **SAlta** ($44 \pm 2,0\%$), os parâmetros situaram-se dentro de níveis considerados ideais para o cultivo do camarão *L. vannamei* (WYBAN, WALSH & GODIN, 1995; HERNÁNDEZ *et al.*, 2006). As sobrevivências alcançadas após os 64 dias de cultivo foram altas (acima de 90%), não se diferenciando estatisticamente entre os níveis de salinidade utilizados (**SIdeal** vs. **SAlta**) e em função da fontes de óleos e dos níveis de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) das dietas (**PXE**, 7,1; **SJA**, 0,8; **KRL**, 5,6; **KRL-**, 2,9 e **KRL+**, 7,9 g/kg da dieta).

Os índices de sobrevivência obtidos no presente estudo foram semelhantes aos alcançados por González-Félix *et al.* (2002c, 2003b) em trabalhos realizados com juvenis do *L. vannamei*. No primeiro ensaio, os autores avaliaram o efeito da inclusão de 50 g/kg de diferentes fontes de óleo (coco, amendoim, *menhaden*, linhaça e soja) em dietas com ou sem suplementação de lecitina (31 g/kg da dieta) em salinidade de 24,8‰ por 56 dias. Em outra etapa do estudo, os autores avaliaram o efeito da suplementação de 5,0 g/kg de diferentes ácidos graxos (ácidos linoléico, linolênico, araquidônico, eicosapentaenóico, docosaexaenóico e de uma mistura de ácidos graxos poliinsaturados, AGPI) em salinidade de 25‰ por 42 dias. Em ambos os trabalhos não foi reportado efeito significativo das fontes de óleo e dos níveis de AGPI sobre a sobrevivência do *L. vannamei*.

Em outro estudo, González-Félix *et al.* (2002a) observou detrimento na sobrevivência do *L. vannamei* quando cultivado por 42 dias em salinidade de 25‰ e alimentado com dietas contendo 3,6 g/kg de ácido docosaexaenóico (DHA). Em contraste aos resultados de González-Félix *et al.* (2002a), no presente estudo, não foi observada diferença significativa na sobrevivência dos camarões em função dos níveis de DHA das dietas. Os camarões alimentados com as dietas **PXE**, **KRL** e **KRL+** com níveis mais elevados de DHA (4,52, 4,31 e 6,21 g/kg da dieta, respectivamente) não exibiram nenhum sinal de detrimento na sobrevivência.

Hurtado *et al.* (2006) avaliando dietas com níveis de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) de 2,3 e 26,9 g/kg por 21 dias em salinidades 5, 30 e 50‰ também não observaram efeito significativo sobre a sobrevivência do *L. vannamei*. Entretanto, a sobrevivência dos camarões em salinidade baixa (5‰) foi inferior as

obtidas em salinidade intermediária (30‰) e alta (50‰). Estes últimos resultados corroboram com o presente estudo, visto que não houve diferença na sobrevivência do *L. vannamei* nas salinidades de $23 \pm 1,2\%$ (**SIdeal**) e $44 \pm 2,0\%$ (**SAlta**).

Outros trabalhos também indicam que condições de cultivo em água oligohalina são mais estressantes aos camarões peneídeos. Os estudos apontam como fator negativo a sobrevivência o desbalanço do perfil iônico da água (carência dos íons K^+ e Mg^{2+}) e a pouca habilidade de camarões juvenis em realizar a hiper-osmorregulação (SAOUD *et al.*, 2003; GONG *et al.*, 2004). Zhu *et al.* (2004) reportaram que o balanço ótimo de Na:K para o *L. vannamei* cultivado em salinidade 30‰ é de aproximadamente 40 a 43:1. Em águas com baixa salinidade, a relação Na:K pode chegar até 232:1, situação que aumenta os gastos energéticos dos camarões e pode levar a redução no desempenho zootécnico e nas respostas imunológicas (ZHU *et al.*, 2004; ROY, DAVIS & SAOUD, 2006; JOSEPH & PHILIP, 2007).

No presente estudo, na condição de salinidade **SIdeal** ($23 \pm 1,2\%$), a dieta **KRL** proporcionou aos camarões um crescimento semanal e peso corporal final mais elevado frente às dietas **SJA** e **PXE** (1,02, 0,96 e 0,93 g, respectivamente). Embora em **SAlta** ($44 \pm 2,0\%$) não se constatou um efeito da fonte lipídica sobre o crescimento semanal dos camarões, na despesca, ficou evidente que pesos corporais mais elevados foram alcançados com camarões alimentados com as dietas contendo maiores concentrações de óleo de krill (dietas **KRL** e **KRL+** com 48,3 e 55,0 g de óleo de krill por kg de dieta, respectivamente).

Nas condições de alta salinidade (**SAlta**) o menor peso corporal dos camarões alimentados com as dietas **SJA** e **KRL-** frente às dietas **KRL** e **KRL+** pode ser atribuído aos menores níveis de AGPI (ácidos araquidônico, eicosapentaenóico e docosaenaenóico) da dieta. Resultados semelhantes foram alcançados por Hurtado *et al.* (2006). Os autores reportaram uma redução no crescimento do *L. vannamei* alimentado com dietas contendo baixos níveis de AGPI (2,3 g/kg da dieta) quando cultivado em 50‰ de salinidade. No entanto, os níveis de AGPI observados no presente estudo não explicam as diferenças no peso final dos camarões alimentados com as dietas **KRL** e **KRL+** versus **PXE**. Todas estas dietas apresentaram níveis de AGPI muito semelhantes (entre 6,93 e 8,61% do total do extrato etéreo da dieta). O somatório dos ácidos graxos essenciais (AGE) foi à única variável do perfil lipídico das dietas **KRL** e **KRL+** que notadamente se diferenciou da dieta **PXE**. Nas duas, o somatório dos AGE não ultrapassou 25% do total do EE da dieta, enquanto na dieta **PXE** o AGE alcançou 40%

do total do EE. No presente trabalho, também ficou evidenciado que quando em alta salinidade um maior aporte dos ácidos linoléico (LOA) e linolênico (LNA) não promove um maior peso corporal dos camarões, como constatado através dos resultados alcançados com a dieta **SJA** em **SAlta**.

No presente estudo, os camarões alimentados com as dietas **SJA** e **PXE** não se diferenciaram em termos de crescimento semanal (0,96 versus 0,93 g em **SIdeal** e 0,88 versus 0,90 g em **SAlta**, respectivamente). Porém, em condições normais de salinidade (**SIdeal**), o *L. vannamei* alimentado com **SJA** alcançou um maior peso corporal na despesca frente a animais alimentados com **PXE** ($11,52 \pm 1,60$ versus $11,12 \pm 1,80$ g, respectivamente). Estes resultados diferem dos obtidos por González-Félix *et al.* (2002a) e Lim *et al.* (1997).

González-Félix *et al.* (2002c) encontraram taxas de crescimento instantâneo maiores para indivíduos do *L. vannamei* quando alimentados com dietas contendo óleo de *menhaden* (*Brevoortia tyrannus*) em relação a animais alimentados com dietas contendo óleo de soja. Lim *et al.* (1997), trabalhando com a mesma espécie (salinidade de 35‰ por 70 dias) obteve maiores taxas de sobrevivência (81,7 versus 60,0%, respectivamente) e peso final (4,0 versus 2,6 g, respectivamente) em camarões alimentados com óleo de *menhaden* frente ao óleo de soja. Contudo em ambos os estudos, os autores empregaram inclusões de óleo de peixe, níveis lipídicos e de AGPI superiores aos utilizados no presente trabalho. González-Félix *et al.* (2002c) usou uma inclusão de 50,0 g/kg de óleo de peixe na dieta, atingindo um nível lipídico e de AGPI de 103,8 g/kg e 15,73 g/kg, respectivamente. Da mesma forma, Lim *et al.* (1997) fez a inclusão de 65 g/kg de óleo de peixe resultando em nível de 22,32 g/kg de AGPI na dieta. No presente estudo, a inclusão de óleo de anchoveta foi de 26,6 g/kg resultando em um nível lipídico de 88,8 g/kg e 7,11 g/kg de AGPI na dieta **PXE**.

No presente estudo, a dieta **SJA** apresentou um maior aporte dos ácidos linolênico (LOA) e linoléico (LNA) comparado a dieta **PXE** (somatório de 49,62% de LOA+LNA versus 31,72% de LOA+LNA do total do EE da dieta, respectivamente). Por outro lado, na dieta **PXE** houve um maior aporte dos ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosaexaenóico (DHA) comparado a dieta **SJA** (7,63% de EPA+DHA versus 0,93% de EPA+DHA do total do EE da dieta, respectivamente). Estes resultados sugerem que o melhor desempenho dos camarões alimentados com a dieta **SJA** em condições ideais de salinidade (**SIdeal**) frente aqueles alimentados com a dieta **PXE** pode ser atribuído a níveis mais elevados dos ácidos graxos LOA e LNA. O camarão *L.*

vannamei possui hábito alimentar mais onívoro comparado a outras espécies de peneídeos (SANDIFER *et al.*, 1993; LEMOS *et al.*, 2004; CHEN, ZEIN-ELDIN & ALDRICH, 2009) e, portanto uma maior habilidade em utilizar fontes protéicas vegetais. Quando na ausência de estresse osmótico, o *L. vannamei* parece também fazer uma boa utilização de lipídeos de fontes vegetais (DAVIS & ARNOLD, 2000; AMAYA, DAVIS & ROUSE, 2007).

Contudo, González-Félix *et al.* (2003b) mesmo em salinidade e tempo de cultivo semelhantes (25‰ por 42 dias) ao utilizado no presente estudo (**Sideal**, $23 \pm 1,2\%$ por 64 dias), obteve pesos finais mais elevados quando o *L. vannamei* foi alimentado com dietas suplementadas com 5,0 g/kg dos ácidos graxos araquidônico (ARA), eicosapentaenóico (EPA) e docosaexaenóico (DHA) frente às suplementadas com 5,0 g/kg dos ácidos linoléico (LOA) e linolênico (LNA). Os autores atribuíram um maior valor nutricional aos AGPI's (ARA, EPA e DHA) quando comparados aos ácidos LOA e LNA isoladamente. Os autores propuseram ainda que as exigências de ácidos graxos essenciais da espécie podem ser atendidas unicamente através dos AGPI e que as exigências quantitativas de LOA e LNA parecem ser menores do que as de AGPI.

González-Félix *et al.* (2003) estudou o efeito da suplementação de LOA e LNA (2,5, 5,0 e 10,0 g/kg da dieta) e de diferentes relações de LNA/LOA (0,98, 3,28 e 8,80) em dietas para o *L. vannamei* em salinidade de 25‰ por 42 dias. Os autores não observaram efeito benéfico da inclusão de LOA e LNA em comparação a uma dieta basal. Os camarões alimentados com as dietas suplementadas com LOA e LNA também exibiram menor taxa de crescimento e peso final quando comparados com indivíduos alimentados com uma dieta suplementada com AGPI (4,21 g/kg da dieta e relação LNA/LOA de 0,75). No presente estudo, as variações na relação LNA/LOA entre as dietas experimentais foram baixas (**PXE**, 0,12; **SJA**, 0,11; **KRL**, 0,09; **KRL-**, 0,12 e **KRL+**, 0,09) e menores que as dietas do estudo de González-Félix *et al.* (2003). No presente estudo, não foi possível estabelecer uma relação entre o balanço de LNA/LOA das dietas experimentais com os índices de desempenho zootécnico do *L. vannamei*.

No presente estudo, apesar das diferenças constatadas nas taxas de crescimento e no peso corporal dos camarões, a produtividade (em g/m^2) não foi afetada significativamente por nenhum fator experimental (salinidade e dieta). A produtividade alcançada no presente estudo variou entre 529 ± 58 e 598 ± 123 g/m^2 (dieta **PXE** e **KRL** em **SAlta**, respectivamente). Não houve diferença na produtividade de camarão alcançada entre **Sideal** e **SAlta**, assim como não foram verificados efeitos significativos

da salinidade e da dieta em análise fatorial. Contrariamente, Hurtado *et al.* (2006) observou efeito significativo da salinidade na biomassa final de camarão após 21 dias de cultivo do *L. vannamei*. Os autores reportaram que camarões cultivados em salinidade 30‰ apresentaram um maior ganho de biomassa comparado a animais cultivados em salinidade 5‰ e 50‰, independentemente da suplementação de AGPI.

Os camarões alimentados com a dieta **KRL** em **Sideal** foram mais eficientes em converter alimento que os animais alimentados com as dietas **PXE** e **SJA**. A dieta **SJA** por sua vez atingiu um fator de conversão alimentar (FCA) estatisticamente menor comparada à dieta **PXE**. Em **SAlta**, a dieta **KRL** apresentou novamente o menor FCA, porém sem diferir da dieta **SJA** e **KRL**-. A maior conversão alimentar foi novamente observada para a dieta **PXE**, que não se diferenciou das dietas **KRL+** e **KRL-** em **SAlta**. Em análise fatorial, somente o fator experimental “dieta” agiu de forma significativa sobre o FCA, confirmando o melhor desempenho na conversão dos animais alimentados com a dieta **KRL** frente aos alimentados com **PXE** e **SJA**.

Estes resultados também diferem dos obtidos por González-Félix *et al.* (2002c). Os autores não observaram diferenças no FCA do *L. vannamei* alimentado com diferentes fontes de óleo (coco, amendoim, *menhaden*, linhaça e soja) em salinidade 24,8‰ por 56 dias. Contudo, contrário a González-Félix *et al.* (2002c), Hurtado *et al.* (2006) constataram efeito significativo da salinidade no consumo e na conversão alimentar da mesma espécie. Os autores reportaram que quanto maior a salinidade da água, menor foi o consumo alimentar observado. Os camarões alimentados com dietas contendo baixos níveis de AGPI (2,3 g/kg da dieta) em salinidade 50‰ atingiram FCA significativamente maior quando comparado a animais sob um mesmo regime alimentar em salinidade de 30‰.

Os FCA's obtidos no presente trabalho foram mais elevados que os encontrados pelos demais autores ($2,46 \pm 0,6$ em **Sideal** e $2,34 \pm 0,7$ em **SAlta**). Hurtado *et al.* (2006) obteve médias globais de FCA de 1,3 (30‰ de salinidade) e 1,7 (5 e 50‰ de salinidade). Já González-Félix *et al.* (2002c) obteve média de 1,3 (24,8‰ de salinidade) e Lim *et al.* (1997) médias de 1,9 (35‰ de salinidade). Entretanto, as diferenças no peso final dos camarões, tempo de cultivo e nas metodologias de fabricação de dietas e de manejo alimentar dos diferentes trabalhos não permitem fazer uma comparação direta entre estes valores.

De acordo com González-Félix *et al.* (2002b) as exigências do *L. vannamei* parecem ser satisfeitas com a inclusão de 5,0 g de AGPI por kg de dieta, podendo esta

quantidade ser ainda menor. Os resultados do presente estudo apontam para confirmação desta exigência, uma vez que os camarões alimentados com as dietas **SJA** e **KRL-** com níveis de AGPI de 0,9 e 2,4 g/kg, respectivamente, alcançaram um crescimento mais lento e um menor peso corporal final comparado aqueles animais alimentados com as dietas **KRL** e **KRL+** (5,6 e 7,9 g/kg de AGPI na dieta, respectivamente).

Nenhum efeito adicional significativo no desempenho do *L. vannamei* foi alcançado com a elevação dos níveis de 5,6 para 7,9 g/kg de AGPI na dieta (**KRL** e **KRL+** respectivamente). Isto indica que não há necessidade de aumentar os níveis de AGPI em alta salinidade (40 a 45‰), além do limite de 5,6 g/kg. Glencross *et al.* (2002a) cultivando o *Penaeus monodon* em salinidade 35‰, também não observou incremento de desempenho da espécie quando os níveis de AGE foram elevados de 30 para 43 e 56 g/kg em dietas contendo 75 g/kg de lipídeos. No mesmo trabalho, os autores ainda verificaram uma queda no desempenho de animais alimentados com uma dieta contendo altos teores lipídicos (135 g/kg), independente da concentração de AGE. Segundo González-Félix *et al.* (2002b) pode ocorrer efeitos deletérios no desempenho do *L. vannamei* com inclusões acima de 20,0 g/kg de AGPI na dieta. Apesar deste fato não ter sido observado por Hurtado *et al.* (2006), fica claro que a extrapolação dos níveis lipídicos da dieta, além das exigências da espécie, pode não ser vantajosa.

Comparando os resultados obtidos no presente estudo com trabalhos realizados com o *P. monodon* (GLENCROSS & SMITH, 1997, 1999, 2001a,b; GLENCROSS *et al.*, 2002a,b), observou-se que os níveis de AGPI exigidos para o melhor desempenho são mais baixos para o *L. vannamei*. Glencross *et al.* (2002) obteve máximo crescimento para o *P. monodon* utilizando dietas com níveis lipídicos de 75,0 g/kg e com concentrações de AGE de 30,0 e 43,0 g/kg. No presente estudo, com a espécie *L. vannamei*, os melhores resultados foram encontrados em dietas contendo níveis lipídicos de 80,8 e 90,3 g/kg e concentrações de AGE de 19,9 e 20,3 g/kg (dietas **KRL** e **KRL+** respectivamente). Contudo, o balanço entre os ácidos EPA e DHA utilizados no presente trabalho (dieta **KRL**: 3,35:1 e **KRL+**: 3,75:1) foi diferente da relação de 1:1 sugerida para o camarão tigre (GLENCROSS & SMITH, 1999, 2001a). O mesmo ocorreu com as relações sugeridas para os ácidos LOA e LNA. As relações sugeridas para o *P. monodon* são de aproximadamente 0,66:1 (GLENCROSS & SMITH, 1999, 2001a), enquanto que no presente estudo foram de 10,66:1 (dietas **KRL** e **KRL+**).

A diferença no balanceamento dos níveis de ácidos graxos das dietas experimentais do presente estudo deveu-se a impossibilidade de se alcançar os perfis sugeridos pela literatura utilizando fontes de óleo convencionais. O óleo de soja apresenta quantidades de LOA cerca de sete vezes mais elevadas que de LNA, enquanto o óleo de krill possui uma quantidade de EPA duas vezes maior que de DHA (FRICKE *et al.*, 1984; ROSTAGNO *et al.*, 2005). Assim, independentemente do balanço entre EPA e DHA na dieta, um nível mínimo de 5,0 g/kg de AGPI na dieta para o *L. vannamei* foi suficiente para evitar uma redução de desempenho zootécnico em salinidades acima de 40‰.

González-Félix *et al.* (2003b) verificaram que a suplementação de 5,6 g/kg de ácido araquidônico (ARA) em dietas para o *L. vannamei* cultivado sob salinidade de 25‰ promoveu um desempenho zootécnico (sobrevivência, crescimento e peso corporal final) semelhante a animais alimentados com dietas contendo 5,7 g de EPA e 5,8 g de DHA por kg de dieta. No presente estudo, o ARA não apresentou uma correlação com o desempenho zootécnico do *L. vannamei*, sendo somente detectado em baixa quantidade na dieta **PXE** (0,3 g/kg da dieta). Os camarões alimentados com a dieta **PXE** apresentaram um desempenho zootécnico significativamente menor comparado àqueles alimentados com as dietas **KRL** e **KRL+**.

De maneira geral, no presente estudo, a suplementação de AGPI das dietas com óleo de krill resultou em melhor desempenho (em termos de crescimento e peso corporal) para o *L. vannamei* tanto em **SIdeal** ($23 \pm 1,2\%$) quanto em **SAlta** ($44 \pm 2,0\%$). A superioridade desta fonte lipídica sobre o óleo de peixe pode estar correlacionado com a presença de compostos antioxidantes como a astaxantina (provitamina E) em sua composição. As dietas com maiores inclusões de óleo de krill (**KRL** e **KRL+**) apresentaram maiores concentrações de carotenóides (21,40 e 24,70 ug/100 ul, respectivamente) frente às demais dietas (**PXE**, 14,70 ug/100 ul; **SJA**, 13,80 ug/100 ul; e, **KRL-**, 12,60 ug/100 ul). Estes compostos, além de conferir maior estabilidade ao óleo, possuem ação antioxidante sobre o organismo animal, e podem ter ocasionado um efeito benéfico adicional a suplementação de 112,5 mg/kg de vitamina E das dietas (FRICKE *et al.*, 1984; NIKI, 1987; GRYNBAUM *et al.*, 2005).

Chien & Jeng (1992) reportaram um efeito benéfico da astaxantina sobre o desempenho do *Marsupenaeus japonicus*, observando maior sobrevivência em camarões alimentados com dietas suplementadas com astaxantina. Da mesma maneira, Darachai *et al.* (1998) observaram maior sobrevivência em pós-larvas do *P. monodon*

alimentadas com dietas suplementadas com astaxantina. Os autores também verificaram que a utilização de fontes naturais do carotenóide (*Haematococcus pluvialis*) foi mais eficaz no aumento da resistência dos camarões frente a fontes sintéticas de suplementação. Deste modo, no presente estudo, a ação antioxidante destes compostos pode ter auxiliado no desempenho de camarões expostos por período contínuo (64 dias) a condições de alta salinidade da água ($44 \pm 2,0\%$).

Os índices de peróxido obtidos para o óleo de soja (1,80 meq/kg) se mantiveram dentro dos padrões nacionais de qualidade estabelecidos para a nutrição humana (ANVISA, 1999) e o do óleo de peixe (5,18 meq/kg) dentro dos limites recomendados pelo NRC (1993) para salmonídeos. Não foram detectadas quantidades significativas de peróxidos no óleo de krill.

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, ficou clara a importância da presença dos AGPI na dieta para o *L. vannamei*, especialmente quando cultivado em salinidades próximas ou acima de 40‰. Os níveis mínimos de AGPI de 5,0 g/kg da dieta sugeridos por González-Félix *et al.* (2002b) e aqui confirmados, podem ser aplicados na formulação de rações comerciais para o *L. vannamei* e nortear futuros estudos sobre o balanceamento de ácidos graxos. A relação e o efeito dos diferentes ácidos graxos sobre o desempenho do camarão branco, bem como sua ação em condições de alta salinidade ainda não estão claramente elucidadas. Desta forma, são necessários novos estudos visando o estabelecimento de níveis e estratégias de suplementação de AGPI's para um máximo desempenho do *L. vannamei* em alta salinidade.

5.2 Efeitos do Aporte Lipídico sobre a Resistência ao Estresse Osmótico

No presente trabalho, a elevação dos níveis de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) das dietas experimentais através da suplementação com óleo de krill não foi capaz de aumentar a resistência do *L. vannamei* quando exposto a diferentes graus de estresse osmótico. A sobrevivência dos animais foi determinada pela severidade da variação diária de salinidade (**SAL_1**, salinidade de 30 a 40‰; **SAL_2**, de 30 a 45‰ e **SAL_3**, de 30 a 50‰). Os camarões foram capazes de tolerar elevações diárias na salinidade de até 2‰ por três dias consecutivos, passando a apresentar mortalidade significativa nos dias subsequentes. Quando o grau de elevação de salinidade variou entre 3 e 4‰ ao dia, os animais sucumbiram já no primeiro dia, alcançando mortalidades de 100% após 5 dias.

A ausência de efeito significativo da suplementação de AGPI das dietas sobre a sobrevivência do *L. vannamei* observadas no presente trabalho, corrobora com os resultados obtidos por Hurtado *et al.* (2007). Os autores não obtiveram incremento na capacidade osmorregulatória do *L. vannamei* quando a espécie foi submetida a um estresse agudo e crônico (15 h e 21 dias, respectivamente). Os animais foram alimentados com dietas suplementadas com AGPI (26,9 mg/kg da dieta) e submetidos a uma redução na salinidade de 30 a 5‰ e a um aumento de salinidade de 30 a 50‰, respectivamente. Os autores observaram que a regulação osmótica da espécie foi atingida nas primeiras 15 h de aclimação, utilizando uma elevação de salinidade de 1,6‰/h. Através do presente estudo, pôde-se evidenciar que elevações diárias instantâneas acima de 3‰ ao dia foram prejudiciais ao *L. vannamei*, causando mortalidade significativa já no primeiro dia pós-elevação.

Darachai *et al.* (1998) observaram um efeito benéfico da suplementação com fontes de astaxantina natural (*Haematococcus pluvialis*) e sintética em teste de resistência com pós-larvas de *Penaeus monodon* em baixa salinidade. Os animais alimentados com dietas sem suplementação de astaxantina atingiram uma mortalidade acumulada de 50% mais rapidamente comparado a animais alimentados com uma dieta suplementada com astaxantina. Em posterior estudo com pós-larvas da mesma espécie com 6,7 mg de peso corporal, Chien, Pan & Hunter (2003) reportaram que a suplementação com 71,5 mg/kg de astaxantina durante 56 dias promoveu maior sobrevivência (70 vs. 52%) e peso final (3,6 vs. 3,4 g). Os autores concluíram ainda que a astaxantina, aparentemente é um nutriente semi-essencial para o *P. monodon*, particularmente em condições de estresse.

Liu *et al.* (2007) utilizaram uma suplementação de 100 e 600 mg/kg de vitamina E por 35 dias em dietas para o *L. vannamei*. Os autores reportaram um incremento nas respostas do sistema antioxidante dos camarões, gerado pelo aumento na atividade das enzimas superóxido dismutase, catalase e glutianona peroxidase. Não foram observadas mortalidades quando os animais foram submetidos a testes de estresse osmótico por 24 horas partindo de uma salinidade 30‰ para salinidades 5, 15, 30 e 50‰. He, Lawrence & Liu (1993) já haviam relatado efeito positivo da suplementação de vitamina E para o *L. vannamei*, determinando as exigências da espécie em aproximadamente 100 mg/kg.

No presente estudo, o nível de vitamina E (112,5 mg/kg) aportado através da suplementação contida no premix vitamínico-mineral pode ter equalizado as respostas das dietas nas diferentes salinidades. Um possível efeito benéfico da suplementação

com óleo de krill não pode ser observado, uma vez que com as inclusões utilizadas aportou-se pouca astaxantina (pró-vitamina E). No presente estudo, o aporte adicional pela inclusão de óleo de krill de pró-vitamina E foi de 3, 7 e 11 mg/kg nas dietas **AGP_45**, **AGP_65** e **AGP_85** respectivamente. Para demais espécies de camarões como o *M. japonicus*, *P. monodon* e *Macrobrachium rosenbergii*, suplementações em torno de 200 mg/kg são capazes de ativar o sistema de defesa antioxidante (KANAZAWA, 1985; DANDAPAT, CHAINY & RAO, 2000; LEE & SHIAU, 2004).

No presente estudo, a alta mortalidade obtida nos animais expostos a **SAL_2** (salinidade 30 a 45‰) e **SAL_3** (salinidade 30 a 50‰) pode ter sido acentuada pelo curto período de alimentação com as dietas experimentais (sete dias) antecedendo o estresse osmótico. Além disso, precedendo este período, os camarões tinham sido alimentados por sete dias com a dieta controle **AGP_15** (dieta deficiente em AGPI, 1,48 g/kg da dieta), objetivando exaurir a reservas de AGPI. Em comparação, Hurtado *et al.* (2007) alimentaram camarões por 21 dias com as respectivas dietas experimentais precedendo o período de estresse osmótico. Já Liu *et al.* (2007) alimentou os animais por 35 dias.

No presente estudo, não foram mensuradas as quantidades de ácidos graxos nas brânquias, hepatopâncreas ou musculatura dos animais e nem as atividades de enzimas atuantes nos processos de osmorregulação com a Na^+/K^+ -ATPase, anidrase carbônica e catalase. Entretanto, pela ausência de efeito das dietas e da suplementação de AGPI nos resultados obtidos, sugere-se que no período experimental utilizado não houve alterações significativas estruturais e metabólicas nos camarões que auxiliassem na regulação osmótica frente às diferentes condições de estresse.

5.3 Efeitos do Perfil Lipídico sobre as Características Sensoriais da Cauda

A alteração do perfil de ácidos graxos em função da fonte de óleo da dieta já foi extensamente comprovada em diversos trabalhos com diferentes espécies aquícolas. As fontes lipídicas de origem marinha normalmente resultam em maior deposição de AGPI na musculatura dos animais (ver revisão realizada por TURCHINI, TORSTENSEN & NG, 2009). As maiores concentrações de EPA e DHA encontradas na musculatura dos camarões alimentados com dietas com maiores níveis de AGPI (dietas **PXE**, **KRL** e **KRL+**) frente às dietas com menores níveis (**SJA** e **KRL-**) corroboram com os resultados observados por Guary *et al.* (1976) para o *M. japonicus*, Catacutan (1991) e por Kumaraguru vasagam, Ramesh & Balasubramanian (2005) para o *P. monodon* e por

González-Félix *et al.* (2002c, 2003) e Hurtado *et al.* (2006) para o *L. vannamei*. Nestes trabalhos foi reportada uma maior concentração de AGPI foi observado em camarões alimentados com dietas contendo maiores destes ácidos graxos (ácidos araquidônico, eicosapentaenóico e docosaexaenóico).

Um fato particular observado no presente trabalho foi que além da influência da fonte lipídica, houve diferenças nos perfis de ácidos graxos do *L. vannamei* em função das diferentes condições de salinidade de cultivo (**SIdeal**, $23 \pm 1,2\%$ e **SAlta**, $44 \pm 2,0\%$). Comparando os perfis dos animais alimentados com mesma dieta nas diferentes salinidades pode-se observar uma marcante redução dos níveis de AGPI e LNA. Foram encontradas reduções de mais de 20% de AGPI nos camarões alimentados com as dietas **PXE** (de 19,55% de AGPI em **SIdeal** para 15,44% em **SAlta**, respectivamente) e **KRL** (de 21,52 de AGPI em **SIdeal** para 15,72% em **SAlta**, respectivamente). Um comportamento contrário foi observado em animais alimentados com a dieta **SJA**, os quais apresentaram um aumento de 3,90% de AGPI em seu perfil.

Diferentemente, Hurtado *et al.* (2006) não encontraram alterações significativas nas concentrações de AGPI nas brânquias do *L. vannamei* em função da exposição crônica (por 21 dias) a salinidades 5, 30 e 50‰. Os autores somente observaram diferenças em função da suplementação de AGPI da dieta (2,3 e 26,9 g/kg). No hepatopâncreas, os autores detectaram um incremento das concentrações de ARA, EPA e DHA em animais cultivados em salinidade de 5‰ e alimentados com a dieta contendo o menor nível de AGPI. Também foi observada uma redução na quantidade de DHA em animais cultivados em salinidade de 5‰ e alimentados com dietas contendo maiores níveis de AGPI.

Em outro estudo, Hurtado *et al.* (2007) não observaram um efeito significativo da salinidade na concentração dos ácidos ARA, EPA e DHA nas brânquias do *L. vannamei* em exposição aguda (por 15 h) e crônica (por 21 dias) a salinidades de 5, 30 e 50‰. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que houve uma redução nas concentrações de AGPI na musculatura do *L. vannamei* quando cultivado por 64 dias em **SAlta** ($44 \pm 2,0\%$). Esta observação corrobora com os efeitos reportados por Hurtado *et al.* (2006). Estes autores reportaram um melhor desempenho zootécnico em alta salinidade quando camarões tiveram suas dietas suplementadas com AGPI. Assim, no presente estudo, a menor concentração de AGPI encontrada na musculatura dos camarões em salinidade alta ($44 \pm 2,0\%$) pode evidenciar uma maior utilização

metabólica dos mesmos, tanto para obtenção de energia para a osmorregulação como para manutenção da composição de ácidos graxos das brânquias.

Suontama *et al.* (2007) encontraram um aumento linear nos níveis do ácido graxo eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3) no músculo dos peixes *Hippoglossus hippoglossus* (*halibut* do atlântico) e *Salmo salar* (salmão do atlântico), alimentados com dietas contendo níveis crescentes de substituição da farinha de peixe pela farinha de krill (*northern krill*, *Thysanoessa inermis*). A substituição de 60% da farinha de peixe da dieta pela farinha de krill promoveu um aumento significativo nas concentrações de EPA na musculatura dos peixes, quando comparadas as alcançadas por uma dieta controle (somente com farinha de peixe).

Um resultado semelhante foi alcançado no presente trabalho e provavelmente se deve a alta relação entre a quantidade de EPA em relação ao DHA encontrada no óleo do krill (2:1). Desta maneira, para se atingir um nível mínimo de DHA na formulação obrigatoriamente se aportou o dobro de EPA. Em dados revisados por Turchini, Torstensen & Ng (2009) a relação média de EPA:DHA encontrada em óleos de peixe de origem marinha é de $1,63 \pm 0,3:1$. Esta relação pode ser alterada e as quantidades de AGPI se tornarem praticamente insignificantes caso a matéria-prima utilizada para a extração do óleo sejam provenientes de espécies de água doce (ARRUDA, 2004).

No presente estudo, vale salientar que as diferentes inclusões dos óleos nas dietas não foram realizadas visando à substituição intencional do óleo de peixe pelo óleo de krill, mas sim resultantes dos níveis almejados na formulação de lipídeos e ácidos graxos. Na dieta **KRL** fez-se a inclusão de 48,3 g/kg de óleo de krill, sendo superior a inclusão do óleo de peixe na dieta **PXE** (26,6 g/kg). Porém, a concentração de EPA no músculo dos animais alimentados com a dieta **KRL**- (14,5 g/kg de óleo de krill) foi ligeiramente superior aos alimentados com a dieta **PXE** em salinidade alta ($44 \pm 2,0\%$).

No presente estudo, as quantidades de ácido esteárico aumentaram em todos os camarões com um aumento de salinidade. De maneira geral, os animais alimentados com dietas contendo suplementação de AGPI tiveram tendência a reduzir a concentração destes ácidos em seu perfil lipídico quando em condições de alta salinidade. Isto resultou na diminuição do balanço entre AGPI/LOA + LNA na carne e a conseqüente redução na concentração total de ácidos graxos essenciais. Um comportamento inverso foi observado nos camarões alimentados com a dieta **SJA**.

A maior aceitação dos consumidores pelos animais alimentados com as dietas contendo óleo de krill nas rações pode ser atribuída provavelmente ao efeito da dieta. As dietas **KRL** e **KRL+** continham concentrações superiores do pigmento astaxantina em comparação as dietas **SJA** e **PXE** (21,40 e 24,70, contra 13,80 e 14,70 ug/100 ul, respectivamente), resultantes das concentrações encontradas em suas respectivas fontes de óleo.

Supamattaya *et al.* (2005) alimentando o camarão *P. monodon* por 6 semanas com fontes suplementares de astaxantina (100 mg/kg de Lucanthin Pink[®]), beta-caroteno (125 e 250 mg/kg, Lucarotin[®]), Betatene[®] (250 mg/kg) e com a microalga *Spirulina* (3% da dieta) obteve aumento médio de $44,0 \pm 3,8\%$ nas concentrações de astaxantina dos tecidos dos animais comparados a uma dieta controle. A maior concentração obtida no músculo pelos autores foi de 32 mg/kg, valor intermediário aos encontrados para mesma espécie em camarões provenientes da pesca e de cultivo, 54,1 e 18,7 mg/kg, respectivamente (LATSCHA, 1989).

Em revisão realizada por Diler & Dilek (2002) as concentrações sugeridas para suplementação da dieta com astaxantina visando o realce da pigmentação estão entre 75 e 100 mg/kg de dieta para um fornecimento no período de três meses antecedente a despesca e de 40 a 50 mg/kg se o período de suplementação for de seis meses.

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem a reflexão de que esta recomendação pode ser relativa quando se considera a percepção dos consumidores, já que estes foram capazes de distinguir e apresentar preferência significativa pelos camarões alimentados com dietas **PXE** frente à **SJA**. As referidas dietas continham pequenas diferenças nas concentrações de astaxantina (13,80 e 14,70 ug/100 ul, respectivamente). Entretanto, os consumidores não demonstram o mesmo comportamento em relação aos camarões alimentados com a dieta **KRL+** frente à dieta **KRL**. Estas dietas continham quantidades de astaxantina relativamente mais discrepantes que as anteriores (24,70 e 21,40 ug/100 ul, respectivamente). Além disso, com apenas um mês e meio de suplementação, Supamattaya *et al.* (2005) conseguiu aumentar em até 70% a quantidade de astaxantina no camarão *P. monodon* em comparação ao valor proposto por Latscha (1989) de 54,1 mg/kg.

Göçer *et al.* (2006) obteve aumentos significativos no conteúdo de astaxantina na carne do camarão *Penaeus semisulcatus* suplementando por 60 dias com dietas contendo 100 mg/kg de astaxantina sintética, 6,6% de pimenta vermelha e 2,4% da flor cravo-de-defunto (do inglês *marigold flower*). Estas duas últimas dietas corresponderam

a uma suplementação de 100 mg/kg de beta-caroteno. Apesar da boa assimilação dos pigmentos das dietas contendo fontes vegetais de carotenóides, as mesmas causaram um impacto negativo na sobrevivência dos camarões.

As alterações na musculatura de crustáceos ao longo das fases de muda ocorrem em função da necessidade do músculo se acomodar ao novo exoesqueleto em formação, ocorrendo inicialmente à atrofia do mesmo para posterior reacomodação (MYKLES & SKINNER, 1982; SHEAN & MYKLES, 1995). Apesar de Oliveira-Cesar *et al.* (2006) terem reportado que o fenômeno do atrofiamento muscular não ocorre de maneira drástica no abdômen do *L. vannamei*, alterações histológicas e bioquímicas foram observados nas fibras musculares principalmente durante os estágios de pré-muda e pós-muda. No presente estudo, este fato pode ter sido o principal determinante nas respostas de textura, tornando a avaliação ainda mais subjetiva tendo em vista a utilização de provadores não treinados.

Desta maneira, para se estabelecer dados confiáveis referentes a preferências pela textura em camarões, se faria necessária a utilização de animais em mesmo estágio do ciclo de muda. Futuros estudos estabelecendo as respostas dos consumidores aos diferentes estágios de muda, bem como a correlação dos mesmos com análises instrumentais de alta precisão para avaliação da textura da carne, auxiliarão a obter uma melhor compreensão da influência desta variável na aceitação dos camarões

No presente estudo, a utilização de diferentes fontes de óleo na alimentação dos animais resultou em distintos perfis de ácidos graxos na carne do *L. vannamei*, que por sua vez estiveram altamente correlacionados com as respostas obtidas dos provadores. A aceitabilidade aos camarões tanto aumentou em função da inclusão do óleo de krill nas dietas ($R^2 = 0,82$), como diminuiu com a inclusão do óleo de soja ($R^2 = -0,84$), sendo as respostas altamente correlacionadas pelo balanço dos óleos na dieta ($R^2 = 0,97$).

A definição do sabor dos alimentos é relacionada à interação de uma série de compostos responsáveis pelos estímulos sensoriais e químicos como aminoácidos livres, ácidos orgânicos, peptídeos, minerais e bases quaternárias de amônio (RUTLEDGE & HUDSON, 1990). Contudo, a ação dos ácidos graxos sobre a palatabilidade dos alimentos para humanos, bem como seus mecanismos e ações específicas sobre o sabor ainda não claramente definidas (MATTESS, 2009). Diversos trabalhos avaliando a inclusão de fontes lipídicas têm encorajado a correlação dos mesmos com a variável sabor nas avaliações sensoriais. Os resultados obtidos no presente estudo estão de

acordo com Waagbø *et al.* (1993). Os autores obtiveram uma associação positiva das características organolépticas em filés de salmão com o aumento dos níveis de ácido graxos da família $n-3$.

Através dos resultados obtidos neste estudo pode-se evidenciar que a fonte de óleo utilizada na dieta, bem como suas respectivas concentrações de AGPI e carotenóides, podem afetar significativamente as características sensoriais dos camarões, refletindo diretamente na aceitação pelos consumidores. A metodologia utilizada no presente trabalho teve alto poder discriminativo, porém não foi capaz de mensurar de forma precisa, as intensidades de variação entre os grupos experimentais. Assim se fazem necessários mais estudos visando o estabelecimento de relações mais precisas de dose/tempo de exposição/resposta dos camarões, bem como a percepção destas pelos consumidores. Outros fatores essenciais a serem considerados são as características particulares do mercado alvo, classe do produto em questão, além dos impactos econômicos causados pelas alterações.

6. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que:

- (1) O óleo de krill na inclusão de 48,3 e 55,0 g/kg da dieta promoveu maiores taxas de crescimento e maior peso médio final ao *L. vannamei* cultivado por 64 dias tanto em salinidades ideais como em altas.
- (2) O óleo de krill apresentou-se como uma fonte de lipídeos completa, não sendo necessária a suplementação dietética com fosfolipídios e colesterol.
- (3) Níveis acima de 5,6 g/kg de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) na dieta promovem melhor desempenho zootécnico ao *L. vannamei* em alta salinidade, não havendo efeito benéfico adicional com a elevação dos níveis para 7,9 g/kg da dieta.
- (4) As fontes de óleo utilizadas nas dietas influenciaram o perfil de ácidos graxos do *L. vannamei*, que apresentaram maiores concentrações de AGPI quando alimentados com dietas contendo óleo de peixe e krill frente ao óleo de soja.
- (5) A quantidade de AGPI foi reduzida nos perfis de ácidos graxos de animais alimentados com dietas com maiores níveis de AGPI (**PXE** e **KRL**) quando cultivados em alta salinidade, sendo o inverso observado quando alimentado com a dieta com baixos níveis de AGPI (**SJA**).
- (6) A suplementação com até 8,6 g/kg de AGPI utilizando o óleo de krill em dietas com 112,5 mg/kg vitamina E não aumentou a resistência do *L. vannamei* submetido a diferentes graus de estresse osmótico.
- (7) Elevações de salinidade diária acima de 2‰ ocasionaram mortalidades significativas após o terceiro dia. Elevações diárias na salinidade superiores a 3‰ ocasionaram mortalidades significativas no primeiro dias após elevação, acarretando mortalidades massivas em cinco dias.
- (8) As características sensoriais da cauda do *L. vannamei* foram alteradas significativamente em função das fontes de óleo utilizadas na dieta. A

coloração e o sabor da carne do foram positivamente afetadas por inclusões acima de 48,6 g/kg de óleo de krill na dieta.

- (9) A utilização do óleo de soja em dietas para *L. vannamei* causou detrimento nos atributos de coloração e sabor. Uma alta correlação entre a presença de AGPI na carne e as preferências por sabor foram observadas, assim como uma alta correlação negativa com o somatório de LOA e LNA.
- (10) A melhor palatabilidade da carne do *L. vannamei* foi obtida com a inclusão de 55,0 e 48,3 g/kg de óleo de krill na dieta. Entretanto, a menor inclusão do óleo não se diferenciou da dieta com 26,6 g/kg de óleo de peixe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. Williams, S. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 15^a Edição. Arlington, VA, EUA, 1990. 1200 p.
- AKIYAMA, D.M.; DOMINY, W.G.; LAWRENCE, A.L. Penaeid shrimp nutrition. In: Fast, A.W., Lester, L.J. (Eds), **Marine Shrimp Culture: Principles and Practice**. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands, 1992. pp. 535–568.
- ALFNES, F.; GUTTORMSEN, A.G.; STEINE, G.; KOLSTAD, K. Consumers' willingness to pay for the color of salmon: a choice experiment with real economic incentives **American Journal of Agricultural Economics**, v. 88(4), p. 1050–1061. 2006.
- ALLAN, G.L.; MAGUIRE, G.B. Effects of pH and salinity on survival, growth and osmoregulation in *Penaeus monodon* Fabricius. **Aquaculture**, v. 107, p. 33–47. 1992.
- AMAYA, E.; DAVIS, D.A.; ROUSE, D.B. Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 262, p. 419-425. 2007.
- ANVISA, 1999. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999**. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais. Disponível em: <http://legis.bvs.br/leisref/public>. Acesso em: 18 de dezembro de 2009.
- ARUOMA, O.I.; HALLIWELL, B.; GAJEWSKI, E.; DIZDAROGLU, M. Damage to the bases in DNA induced by hydrogen peroxide and ferric ion chelates. **Journal of Biological Chemistry**, v. 264 p. 20.509-20.512. 1989.
- ARRUDA, L.F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* para a obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. 78 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- ARREDONDO-FIGUEROA, J.L.; PEDROZA-ISLAS, R.; PONCE-PALAFIX, J.T.; VERNON-CARTER, E.J. Pigmentation of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) with esterified and saponified carotenoids from red chili (*Capsicum annuum*) in comparison to astaxanthin. **Revista Mexicana de Ingenieria Quimica**, v. 2, p. 101-108. 2003.

- BELL, M.V.; HENDERSON, R.J.; SARGENT, J.R. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 83, p. 711–719. 1986.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917. 1959.
- BOUARICHA, N.; THUET, P.; CHARMANTIER, G.; CHARMANTIER-DAURES, M.; TRILLES, J.P. Na⁺–K⁺ ATPase and carbonic anhydrase activities in larvae, postlarvae, and adults of the shrimp *Penaeus japonicus* (Decapoda, Penaeidea). **Comparative Biochemistry Physiology**, v. A 100, p. 433–437. 1991.
- BOUARICHA, N.; CHARMANTIER-DAURES, M.; THUET, P.; TRILLES, J.-P.; CHARMANTIER, G. Ontogeny of osmoregulatory structures in the shrimp *Penaeus japonicus* Crustacea, Decapoda.. **The Biological Bulletin**, v. 186, p. 29–40. 1994.
- BOYD, J.C.; TUKER, C.S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. New York, Usa: Springer-verlag, 1998. 720 p.
- BRAY, W.A.; LAWRENCE, A.L.; LEUNG-TRUJILLO, J.R. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity. **Aquaculture**, v. 122, p. 133–146. 1994.
- BÜCKLE, L.F.; BARÓN, B.; HERNÁNDEZ, M. Osmoregulatory capacity of the shrimp *Litopenaeus vannamei* at different temperatures and salinities, and optimal culture environment. **Revista de Biología Tropical**, v. 54 (3), p. 745-753. 2006.
- CACHALDORA, P.; GARCÍA-REBOLLAR, P.; ALVAREZ, C.; DE BLAS, J.C.; MÉNDEZ, J. Effect of type and level of basal fat and level of fish oil supplementation on yolk fat composition and n-3 fatty acids deposition efficiency in laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 141, p. 104–114. 2008.
- CADENAS, E. Mechanism of oxygen activation and reactive oxygen species detoxification. In: Ahmad, S. (Ed) **Oxidative stress and Antioxidant Defenses in Biology**, Chapman & Hall, New York, 1995. p.1-61.
- CAMPA-CÓRDOVA, A.I.; HERNÁNDEZ-SAAVEDRA, N.Y.; ASCENCIO, F. Superoxid dismutase as modulator of immune function in American white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 133-Parte C, p. 557–565. 2004.
- CARRILLO-DOMÍNGUEZ, S.; CARRANCO-JAUREGUI, M.E.; CASTILLO-DOMIÍNGUEZ, R.M.; CASTRO-GONZÁLEZ, M.I.; AVILA-GONZÁLEZ, E.;

- PÉREZ-GIL, F. Cholesterol and n-3 and n-6 fatty acid content in eggs from laying hens fed with red crab meal (*Pleuroncodes planipes*). **Poultry Science**, v. 84, p. 167–172. 2005.
- CARVALHO, E. A.; NUNES, A. J. P. Effects of feeding frequency on feed leaching loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. **Aquaculture**, v. 252, p. 494–502. 2006.
- CASTILLE, F.L.; LAWRENCE, A.L. The effect of salinity on the osmotic sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. A 68, p. 75–80. 1981.
- CATACUTAN, M.R. Growth and fatty acid composition of *Penaeus monodon* juveniles fed various lipids. **The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh**, v. 43, p. 47–56. 1991.
- CAVALCANTI, L.B. **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. 148 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- CHARMANTIER, G.; BOUARICHA, N.; CHARMANTIER-DAURES, M.; THUET, P.; TRILLES, J.-P. Salinity tolerance and osmoregulatory capacity as indicators of the physiological state of penaeid shrimps. **European Aquaculture Society, Special Publication**, v. 10, p. 65–66. 1989.
- CHARMANTIER, G.; SOYEZ, C.; AQUACOP. Effect of molt stage and hypoxia on osmoregulatory capacity in the penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 178, p. 233–246. 1994.
- CHEN, C.Y.; CHEN, S.F. Effects of nitrite on growth and molting of *Penaeus monodon* juveniles. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 101C, p. 453–458. 1992.
- CHEN, J.C.; NAN, F.H. Oxygen consumption and ammonia-N excretion of *Penaeus chinensis* (Osbeck, 1765) juveniles at different salinity levels (Decapoda, Penaeidea). **Crustaceana**, v. 68, p.712–719. 1995.
- CHEN, H.Y.; ZEIN-ELDIN, Z.P.; ALDRICH, D.V. Combined effects of shrimp size and dietary protein source on the growth of *Penaeus setiferus* and *P.vannamei*. **Journal of the World Mariculture Society**, v. 16, p. 288–296. 2009.

- CHENG, W.; LIU, C.H.; YAN, D.F.; CHEN, J.C. Haemolymph oxyhemocyanin, protein, osmolality, and electrolyte levels of white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* in relation to size and molt stage. **Aquaculture**, v. 211(1-4), p. 325-339. 2002.
- CHERIAN, G.; GOEGER, M.P.; AHN, D.U. Dietary conjugated linoleic acid with fish oil alters yolk n-3 and trans fatty acid content and volatile compounds in raw, cooked, and irradiated eggs¹. **Poultry Science**, v. 81, p. 1571–1577. 2002.
- CHIEN, Y.H.; JENG, S.C. Pigmentation of kuruma prawn (*Penaeus japonicus* Bate) by various pigment sources and levels and feeding regimes. **Aquaculture**, v. 102, p. 333-346. 1992.
- CHIEN, Y.H.; PAN, C.H.; HUNTER, B. The resistance of physical stresses by *Penaeus monodon* juveniles fed diets supplemented with astaxanthin. **Aquaculture**, v. 216, p. 177-191. 2003.
- CIOFFI, M. Comparative ultrastructure of arthropod transporting epithelia. **American Zoologist**, v. 24, p. 139–156. 1984.
- CLAYBROOK, D.L. Nitrogen metabolism. In: Mantel, L.H. Ed. **The Biology of Crustacea, Internal Anatomy and Physiological Regulation**, v. 5. Academic Press, New York, 1983. p. 163–213.
- COATES, A.M.; SIOUTIS, S.; BUCKLEY, J.D.; HOWE, P.R.C. Regular consumption of n-3 fatty acid-enriched pork modifies cardiovascular risk factors. **British Journal of Nutrition**, v. 101, p. 592–597. 2009.
- COBB, B.F.; CONTE, F.S.; EDWARDS, M.A. Free amino acids and osmoregulation in penaeid shrimp. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 23, p. 1172–1174. 1975.
- COETZEE, G.J.M.; HOFFMAN, L.C. Effects of various dietary n-3/n-6 fatty acid ratios on the performance and body composition of broilers. **South African Journal of Animal Science**, v. 32(3), p. 175-184. 2002.
- COMPÈRE, P.; WANSON, S.; PÈQUEUX, A.; GILLES, R.; GOFFINET, G. Ultrastructural changes in the gill epithelium of the green crab *Carcinus maenas* in relation to the external salinity. **Tissue Cell**, v. 21, p. 299–318. 1989.
- COUSIN, M.; CUZON, G.; BLANCHET, E.; RUELLE, F.; AQUACOP. Protein requirements following an optimum dietary energy to protein ratio for *P. vannamei* juveniles. In: In: KAUSHIK, S.J., LUQUET, P. (Ed.). **Proceedings of the**

- Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop: *Fish nutrition in practice***, INRA, Paris, France, 1993. p. 599-606.
- CUZON G.; ROSAS C.; GAXIOLA G.; TABOADA G.; VAN WORMHOUDT A. Utilization of carbohydrates by shrimp. In: CRUZ-SUÁREZ, L.E.; RICQUE-MARIE, D.; TAPIA-SALAZAR, M.; OLVERA-NOVOA, M.A.; CIVERA-CERECEDO, R. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memórias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 19-22 de Novembro, 2000. Mérida, Yucatán. P. 328-339. 2000.
- DANDAPAT, J.; CHAINY, G.B.N.; RAO, K.J. Dietary vitamin-E modulates antioxidant defense system in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 127(Part C), p. 101–115. 2000.
- DARACHAI, J.; PIYATIRATITIVORAKUL, S.; KITTA KOOP, P.; NITITHAMYONG, C.; MENASVETA, P. Effects of astaxanthin on larval growth and survival of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*. In FLEGEL, T.W. (ed) **Advances in shrimp biotechnology**. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, Thailand, 1998. P. 117-122.
- DAVIS, D.A.; ARNOLD, C.R. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 185, p. 291-298. 2000.
- DAVIS, D.A.; LAWRENCE, A.L.; GATLIN, D.M. Response of *Penaeus Vannamei* to dietary calcium, phosphorus and calcium: phosphorus ratio. **Journal of World Aquaculture Society**, v. 24, p. 504–515. 1993.
- DEATON, L.E.; PIERCE, S.K. Introduction: cellular volume regulation — mechanisms and control. **Journal of Experimental Zoology**, v. 268, p. 77–79. 1994.
- DILER, I.; DILEK, K. Significance of pigmentation and use in aquaculture. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 2, p. 97–99. 2002.
- DI GIULIO, R.T.; WASHBURN, P.C.; WENNING, R.J.; WINSTON, G.W.; JEWELL, C.S. Biochemical responses in aquatic animals: a review of determinants of oxidative stress. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 8, p. 1103–1123. 1989.
- ESTEVEVES, F.A. **Fundamentos da Limnologia**. 2ª edição, Rio de Janeiro, Brasil: Interciência/finep, 1998. 602 p.

- FAROOQUI, M.Y.H.; DAY, W.W.; ZAMORANO D.M. Glutathione and lipid peroxidation in the aging rat. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 88B: p. 177-80. 1987.
- FELTON, E.E.D.; KERLEY, M.S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science.**, v.82, p.1794-1805. 2004.
- FOX, J.M.; LAWRENCE, A.L.; LI-CHANB, E. Dietary requirement for lysine by juvenile *Penaeus vannamei* using intact and free amino acid sources. **Aquaculture**, v. 13 (1), p. 279-290. 1995.
- FRANCIS, D.S.; TURCHINI, G.M.; JONES, P.L.; DE SILVA S.S. Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. **Aquaculture**, v. 253, p. 547–556. 2006.
- FREIRE, G. S. S.; MAIA, L. P. Regime hidrodinâmico do estuário do rio Pacoti – Ceará. **Revista de Geologia da Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, v. 4, p. 29-32. 1991.
- FRICKE, H.; GERCKEN, G.; SCHREIBER, W.; OEHLenschLÄGER, J. Lipids, sterol and fatty acid composition of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). **Lipids** v. 19, p. 821–827. 1984.
- FRIDOVICH, I. Oxygen toxicity: a radical explanation. **Journal of Experimental Biology**, v. 201, p. 1.203-1.2009. 1998.
- GALINDO, C.; GAXIOLA, G.; CUZON, G.; CHIAPPA-CARRARA, X. Physiological and biochemical variations during the molt cycle in juvenile *Litopenaeus vannamei* under laboratory conditions. **Journal of Crustacean Biology**, v. 29(4), p. 544-549. 2009.
- GLENCROSS, B.D.; SMITH, D.M. Comparison of triacylglycerols, esterified and free fatty acids as neutral lipid sources in diet of the prawn *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, v. 159, p. 67-85. 1997.
- GLENCROSS, B.D.; SMITH, D.M. The dietary linoleic and linolenic fatty acids requirements of the prawn *Penaeus monodon*. **Aquaculture Nutrition**, v. 5, p.53-63. 1999.
- GLENCROSS, B.D.; SMITH, D.M. Optimizing the essential fatty acids, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid in the diet of the prawn *Penaeus monodon*. **Aquaculture Nutrition**, v. 7, p. 101-112. 2001a.

- GLENCROSS, B.D.; SMITH, D.M. A study of the arachidonic acid requirements of the giant tiger prawn *Penaeus monodon*. **Aquaculture Nutrition**, v. 7, p. 59-69. 2001b.
- GLENCROSS, B.D.; SMITH, D.M.; THOMAS, M.R.; WILLIAMS, K.C. Optimizing the essential fatty acids in the diet for weight gain of the prawn, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, v. 204, p. 85–99. 2002a.
- GLENCROSS, B.D.; SMITH, D.M.; THOMAS, M.R.; WILLIAMS, K.C. The effect of dietary n-3 and n-6 fatty acid balance on the growth of the prawn *Penaeus monodon*. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, p. 43-51. 2002b.
- GÖÇER, M.; YANAR, M.; KUMLU, M.; YANAR, T. The Effects of Red Pepper, Marigold Flower, and Synthetic Astaxanthin on Pigmentation, Growth, and Proximate Composition of *Penaeus semisulcatus*. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, v. 30, p. 359-365. 2006.
- GONG, H.; LAWRENCE, A.L.; JIANG, D.H.; CASTILLE, F.L.; GATLIN, D.M. Lipid nutrition of juvenile *Litopenaeus vannamei*. Dietary cholesterol and de-oiled soy lecithin requirements and their interaction. **Aquaculture**, v. 190, p. 305–324. 2000.
- GONG, H.; JIANG, D.H.; LIGHTNER, D.V.; COLLINS, C.; BROCK, D. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultured in the Arizona desert. **Aquaculture Nutrition**, v. 10, p. 227–236. 2004.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L.; GATLIN, D.M.; LAWRENCE, A.L.; PÉREZ-VELÁZQUEZ, M. Effect of dietary phospholipid on essential fatty acid requirements and tissue lipid composition of *Litopenaeus vannamei* juveniles. **Aquaculture**, v. 207, p. 151–167. 2002a.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L.; GATLIN, D.M.; LAWRENCE, A.L.; PÉREZ-VELÁZQUEZ, M. Effect of various dietary lipid levels on quantitative essential fatty acid requirements of juvenile pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33(3), p. 330–340. 2002b.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L.; LAWRENCE, A.L.; GATLIN, D.M.; PÉREZ-VELÁZQUEZ, M. Growth, survival and fatty acid composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* fed different oils in the presence and absence of phospholipids. **Aquaculture**, v. 205, p. 325–343. 2002c.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L.; LAWRENCE, A.L.; GATLIN, D.M.; PÉREZ-VELÁZQUEZ, M. Nutritional evaluation of fatty acid for the open thelycum

- shrimp *Litopenaeus vannamei*: I. Effect of dietary linoleic and linolenic acids at different concentrations and ratios on juvenile shrimp growth, survival and fatty acid composition. **Aquaculture Nutrition**, v. 9, p. 105–113. 2003.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L.; PÉREZ-VELÁZQUEZ, M. Current status of lipid nutrition of Pacific white shrimp *L. vannamei*. In: CRUZ-SUÁREZ, L.E., RICQUE-MARIE, D., TAPIA-SALAZAR, M., GAXIOLA-CORTÉS, M.G., SIMÕES, N., (Eds.). **Avances en Nutrición Acuícola VI**. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3-6 Septiembre, 2002. Cancun, Quintana Roo. México, pp: 35-45. 2002.
- 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.
- GRYNBAUM, M. D.; HENTSCHEL, P.; PUTZBACH, K.; REHBEIN, J.; KRUCKER, M.; NICHOLSON, G.; ALBERT, K. Unambiguous detection of astaxanthin and astaxanthin fatty acid esters in krill (*Euphausia superba* Dana). **Journal of Separation Science**, v. 28, p. 1685-1693. 2005.
- GUARY, J.V.; KAYAMA, M.; MURAKAMI, Y.; CECCALDI, H.J. The effect of a fat-free diet and compounded diets supplemented with various oils on moults, growth and fatty acid composition of prawn *Penaeus japonicus*. **Aquaculture**, v. 7, p. 245– 254. 1976.
- GULATI, S.K.; ASHES, J.R.; SCOTT, T.W. Hydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids and their incorporation into milk fat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, p. 57–64. 1999.
- GUTTORMSEN, A.G. “Input Factor Substitutability in Salmon Aquaculture”. **Marine Resource Economics**, v. 2, p. 91–102. 2002.
- HAINES, T.H. Water transport across biological membranes. **FEBS Letters**, v. 346, p. 115–122. 1994.
- HAOND, C.; FLIK, G.; CHARMANTIER, G. Confocal laser scanning and electron microscopical studies on osmoregulatory epithelia in the branchial cavity of the lobster *Homarus gammarus*. **Journal of Experimental Biology**, v. 201, p. 1817–1833. 1998.
- HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22 n.8, p. 475-476. 1973.

- HE, H.; LAWRENCE, A.L.; LIU, R. Vitamin E requirement of *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 118, p. 245–255. 1993.
- HEBBEL, RP. Erythrocyte antioxidants and membrane vulnerability. **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, v. 107, p. 401-404. 1986.
- HENRY, R.P. Environmentally mediated carbonic anhydrase induction in the gills of euryhaline crustaceans. **Journal of Experimental Biology**, v. 204, p. 991–1002. 2001.
- HENRY, R.P. Critical salinity, sensitivity, and commitment of salinity mediated carbonic anhydrase induction in the gills of two euryhaline species of decapod crustaceans. **Journal of Experimental Zoology**, v. 303A, p. 45–56. 2005.
- HERNÁNDEZ, M.R.; BÜCKLE, L.F.R.; PALACIOS, B.; BENJAMÍN-BARON, S. Preferential behavior of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) by progressive temperature–salinity simultaneous interaction. **Journal of Thermal Biology**, v. 31, p. 565–572. 2006.
- HOLLIDAY, C.W.; ROYE, D.B.; ROER, R.D. Salinity-induced changes in branchial Na⁺/K⁺-ATPase activity and transepithelial potential difference in the brine shrimp *Artemia salina*. **Journal of Experimental Biology**, v. 151, p. 279-296. 1990.
- HURTADO, M. A.; RACOTTA, I. S.; ARJONA, O.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M.; GOYTORTUA, E.; CIVERA, R.; PALACIOS, E. Effect of hypo- and hyper-saline conditions on osmolality and fatty acid composition of juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) fed low- and high-HUFA diets. **Aquaculture Research**, v. 37, p. 1316-1326. 2006.
- HURTADO, M.A.; RACOTTA, I.S.; CIVERA, R.; IBARRA, L.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, E.; PALACIOS, E. Effect of hypo and hypersaline conditions on osmolality and Na⁺/K⁺-ATPase activity in juvenile shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed low- and high-HUFA diet. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. A 147, p. 703–710. 2007.
- JAEGER, S. R.; JØRGENSEN, A.S.; AASLYNG, M.D.; WENDER, L.P.B. Best–worst scaling: An introduction and initial comparison with monadic rating for preference elicitation with food products. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 579-588. 2008.
- JOSEPH, A.; PHILIP, R. Acute salinity stress alters the haemolymph metabolic profile of *Penaeus monodon* and reduces immunocompetence to white spot syndrome virus infection. **Aquaculture**, v. 272, p. 87-97. 2007.

- KANAZAWA, A. Nutrition of penaeid prawn and shrimp. *In: TAKI, Y. et al. International Conference on Culture of Penaeid Prawns/Shrimps. 1.* Aquaculture Department Southeast Asian Fishers Developmental Center, Iloilo, Philippines, 1985. p. 123-130.
- KAPPUS, H.; SIES, H. Toxic drug effects associated with oxygen metabolism: redox cycling and lipid peroxidation. **Experimentia**, v. 37, p. 1223–1241. 1981.
- KATEVAS, D. S., 2003. The Krill. Aquafeed Homepage. Disponível em: www.aquafeed.com. Acesso em: 18 de junho de 2008.
- KIESSLING A.; PICKOVA J.; JOHANSSON L.; ÊSGÆRD T.; STOREBAKKEN T.; KIESSLING K-H. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. **Food Chemistry**, v. 73, p. 271-284. 2001.
- KOOK, K.; CHOI, B.H.; SUN, S.S.; GARCIA, F.; MYUNG, K.H. Effect of fish oil supplementation on growth performance, ruminal metabolism and fatty acid composition of longissimus muscle in Korean cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 15, p. 66–71. 2002.
- KUMARAGURU VASAGAM, K.P.; RAMESH, T.S.; BALASUBRAMANIAN, T. Dietary value of different vegetable oil in black tiger shrimp *Penaeus monodon* in the presence and absence of soy lecithin supplementation: Effect on growth, nutrient digestibility and body composition. **Aquaculture**, v.250, p. 317-324. 2005.
- LATSCHA, T. The role of astaxanthin in shrimp pigmentation. Advances in Tropical Aquaculture. *In: AQUACOP IFremer. Actes de Colloque 9*, p. 319-325. 1989.
- LERAY, C.; CHAPELLE, S.; DUPORTAIL, G.; FLORENTZ, A. Changes in fluidity and 22:6(n-3) content in phospholipids of trout intestinal brush-border membrane as related to environmental salinity. **Biochemistry Biophysics Acta**, v. 778, p. 233–238. 1984.
- LEE, M.H.; SHIAU, S.Y. Vitamin E requirements of juvenile grass shrimp, *Penaeus monodon*, and effects on non-specific immune responses. **Fish Shellfish Immunology**, v. 16, p. 475–485. 2004.
- LEI, C.H.; HSIEH, L.H.; CHEN, C.K. Effects of salinity on the oxygen consumption and ammonia-N excretion of young juvenile of the grass shrimp, *Penaeus monodon*. **Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica**, v. 28, p. 245–256. 1989.

- LEMAIRE, P.; BERNARD, E.; MARTINEZ-PAZ, J.A.; CHIM, L. Combined effect of temperature and salinity on osmoregulation of juvenile and subadult *Penaeus stylirostris*. **Aquaculture**, v. 209, p. 307-317. 2002.
- LEMOS, D.; DEL TORO A.N.; CORDOVA-MURUETA, J.H.; GARCIA-CARRENO, F. Testing feeds and feed ingredients for juvenile pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: in vitro determination of protein digestibility and proteinase inhibition. **Aquaculture**, v. 239, p. 307-321. 2004.
- LEMOS, D.; PHA.N. V.N.; ALOVAREZ, G. Growth, oxygen consumption, ammonia-N excretion, biochemical composition and energy content of *Farfantepenaeus paulensis* Pérez-Farfante (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) early postlarvae in different salinities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 261, p. 55-74. 2001.
- 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.
- LIGNOT, J.H.; SPANINGS-PIERROT, C.; CHARMANTIER, G. Osmoregulatory capacity as a tool in monitoring the physiological condition and the effect of stress in crustaceans. **Aquaculture**, v. 191, p. 209–245. 2000.
- LIM, C.; AKO, H.; BROWN, C.L.; HAHN, K. Growth response and fatty acid composition of juvenile *Penaeus vannamei* fed different sources of dietary lipid. **Aquaculture**, v. 151, p. 143–153. 1997.
- LING, P. P.; RUZHITSKY, V. N.; KAPANIDIS, A. N.; LEE, T.C. Measuring the colour of food. **Chemical Technology**, v. 11(3), p. 46-52. 1996.
- LIU, Y.; WANG, W.; WANG, A.; WANG, J.; SUN, R. Effects of dietary vitamin E supplementation on antioxidant enzyme activities in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) exposed to acute salinity changes. **Aquaculture**, v. 265, p. 351–358. 2007.
- MANTEL L.H.; FARMER, L.L. Osmotic and ionic regulation. In: Bliss, D.E.; Mantel, L.H. (Ed), **The biology of Crustacea: Internal anatomy and physiological regulation**. Academic Press, New York, 1983. p. 53-161.
- MARANGOS, C.; BROGREN, C.H.; ALLIOT, E.; CECCALDI, H.J. The influence of water salinity on the free amino acid concentration in muscle and hepatopancreas of adult shrimps, *Penaeus japonicus*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 17, p. 589–594. 1989.

- MATTES, R.D. Is There a Fatty Acid Taste? **Annual Review of Nutrition**, v. 29, p. 305-327. 2009.
- MCNAMARA J.C.; TORRES, A.H. Ultracytochemical location of Na⁺/K⁺-ATPase activity and effect of high salinity acclimation in gill and renal epithelia of the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii* (Crustacea, Decapoda). **Journal of Experimental Zoology**, v. 284, p. 617-628. 1999.
- MCNAMARA J.C.; GREENE L.J.; ROSA J.C.; AUGUSTO A.S. Adjustment of free amino acid pools in different tissues and hemolymph of the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii* (Crustacea, Decapoda) during salinity acclimatation. **Marine and Freshwater Behavior and Physiology**, v. 37(3), p. 193-208. 2004.
- MELLO-FILHO, A.C.; HOFFMAN, M.E.; MENEGHINI, R. Cell killing and DNA damage by hydrogen peroxide are mediated by intracellular iron. **Biochemical Journal**, v. 218, p. 273-5. 1983.
- MORIEL, D.G.; CHOCIAI, M.B.; MACHADO, I.M.P.; FONTANA, J.D.; BONFIM, T.M.B. Effect of feeding methods on the astaxanthin production *Phaffia rhodozyma* in fed-batch Process. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 223, p. 787-790. 2005.
- MORRIS, R.J.; LOCKWOOD, A.P.M.; DAWSON, M.E. An effect of acclimation salinity on the fatty acid composition of the gill phospholipids and water flux of the amphipod crustacean *Gammarus duebeni*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. A 72, p. 497-503. 1982.
- MEYERS, S.P. Developments in world aquaculture, feed formulations, and role of carotenoids. **Pure and Applied Chemistry**, v. 66(5), p. 1069-1076. 1994.
- MYKLES, D.L.; SKINNER, D.M. Crustacean muscles: atrophy and regeneration during molting. In: TWAROG, B.M., LEVINE, R.J.C., DEWEY, M.M. (Eds.), **Basic Biology of Muscles: A Comparative Approach**. Raven Press, New York, 1982. pp. 337-357.
- NICOL, S.; ENDO, Y. Krill fisheries: development, management and ecosystem implications. **Aquatic Living Resources**, v. 12, p. 105-120. 1999.
- NICOL, S.; FOSTER, J. Recent trends in the fishery for Antarctic krill. **Aquatic Living Resources**, v. 16, p. 42-45. 2003.
- NICOL, S.; PAULY, T.; BINDOFF, N.L.; STRUTTON, P.G. "BROKE" a biological/oceanographic survey off the coast of East Antarctica (80-150°E) carried out in January-March 1996. **Deep-Sea Research**. v. Part 2, p. 2281-2297. 2000.

- NIKI, E. Antioxidants in relation to lipid peroxidation. **Chemistry and Physics of Lipids**, v. 44, p. 227–253. 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) **Nutrient Requirements of Fish**. National Academy Press, 1993. Washington, DC, USA. 114 p.
- 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. 2006.
- OFFER, N.W.; MARSDEN, M.; DIXON, J.; SPEAKE, B.K.; THACKER, F.E.; Effect of dietary fat supplements on levels of n-3 polyunsaturated fatty acids, trans acids and conjugated linoleic acid in bovine milk. **Animal Science**, v. 69, p. 613–625. 1999.
- OGLE J.; BEAUGEZ K.; LOTZ J.M. Effects of salinity on survival and growth of post-larvae *Penaeus vannamei*. **Gulf Research Reports**, v. 8, p. 415-421. 1992.
- OLIVEIRA-CESAR, J.R.; ZHAO, B.; MALECHA, S.; AKO, H., YANG, J. Morphological and biochemical changes in the muscle of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* during the molt cycle. **Aquaculture**, v. 261, p. 688-694. 2006.
- ONKEN, H.; PUTZENLECHNER, M. A V-ATPase drives active, eletrogenic and Na⁺-independent Cl⁻ absorption across the gills of *Eriocheir sinensis*. **Journal of Experimental Biology**, v. 198, p. 767-774. 1996.
- OTTEN, W.; WIRTH, C.; LAIZZO, P.A.; EICHINGER, H.M. A high omega 3 fatty acid diet alters fatty acid composition of heart, liver, kidney, adipose tissue and skeletal Muscle in Swine. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 37, p. 134-141. 1993.
- PALACIOS, E.; BONILLA, A.; PÉREZ, A.; RACOTTA, I. S.; CIVERA, R. Influence of highly unsaturated fatty acids on the responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) post-larvae to low salinity. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 299, p. 201– 215. 2004.
- PALACIOS, E.; BONILLA, A.; LUNA, D.; RACOTTA, I.S. Survival, Na⁺/K⁺-ATPase and lipid responses to salinity challenge in fed and starved white pacific shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae. **Aquaculture**, v. 234, p. 497–511. 2004b.
- PANTE, M.J.R. **Influence of environmental stress on the heritability of molting frequency and growth rate of the penaeid shrimp, *Penaeus vannamei***. 1990.

- Dissertação (Mestrado) - University of Houston-Clear Lake, Houston, TX, USA. 1990.
- PASSOS, R.; BEIRÃO, L.; PALAVRA, A.; MENDES, R.; NOBRE, B.; GOUVEIA, L. Astaxanthin from the yeast *Phaffia rhodozyma*. Supercritical carbon dioxide and organic solvents extraction. **Journal of Food Technology**, v. 4(1), p. 59-63. 2006.
- PASSOS, R. **Extração e caracterização química de carotenóides provenientes de biomassas de interesse para aqüicultura**. 2007. 77 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2007.
- PATIN, R.V.; VÍTOLO, M.R.; VALVERDE, M.A.; CARVALHO, P.O.; PASTORE, G.M.; LOPEZ, F.A. Influência da ingestão de sardinha nos níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série w3 no leite materno. **Jornal de Pediatria**, v. 86, nº1, p. 63-69. 2006.
- PAULA, S.; VOLKOV, A.G.; VAN HOEK, A.N.; HAINES, T.H.; DEAMER, D.W. Permeation of protons, potassium ions, and small polar molecules through phospholipid bilayers as a function of membrane thickness. **Biophysics Journal**, v. 70, p. 339–348. 1996.
- PÉQUEUX, A.; GILLES, R.; MARSHALL, W.S. NaCl transport in gills and related structures. In: R. Greger (ed), **Advances in Comparative and Environmental Physiology**, Berlin, Heidelberg, 1988. p. 1-73.
- PÉQUEUX, A. Osmotic regulation in crustaceans. **Journal of Crustacean Biology**, v. 15, p. 1-60. 1995.
- PEREZ-VELAZQUEZ, M.; GONZÁLEZ-FÉLIX, M. A.; JAIMES-BUSTAMENTE, F.; MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R.; TRUJILLO-VILLALBA, D.A.; DAVIS, D.A. Investigation of the effects of salinity and dietary protein level on growth and survival of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 38(4), p. 475-485. 2007.
- PETERSON, D.H.; JAEGER, H.K.; SAVAGE, G.M.; WASHBURN, G.N.; WESTERS, H. Natural coloration of trout using xanthophylls. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 95, p. 408–414. 1966.
- PHETTEPLACE, H.W.; WATKINS, B.A. Effects of various n-3 lipid sources on fatty acid compositions in chicken tissues. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 2, p. 104-117. 1989.

- PINHEIRO, L. de S. **Riscos e gestão ambiental no estuário do rio Malcozinhado, Cascavel – CE**. 2003. 230 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- PONCE-PALAFIX, J.; MARTINEZ-PALACIOS, C. A.; ROSS, L. G. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. **Aquaculture**, v. 157, p. 107-115. 1997.
- PROSSER, C. L. (Ed.) **Comparative Animal Physiology**. 3rd ed. Philadelphia, Usa: W. B. Saunders Co., 1973. 966 p.
- BOYD, J.C.; TUKER, C.S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. New York, Usa: Springer-verlag, 1998. 720 p.
- RASMUSSEN, A.D.; ANDERSEN, O. Apparent water permeability as a physiological parameter in crustaceans. **Journal of Experimental Biology**, v. 199, p. 2555–2564. 1996.
- ROBERTSON, J.D. **Osmotic and ionic regulation**. In: WATERMAN, T. Ed., The Physiology of Crustacea 1. Academic Press, New York, 1960. pp. 317–339.
- ROBERTSON, L.; LAWRENCE, A. L.; CASTILLE, F. Interaction of salinity and feed protein level on growth of *Penaeus vannamei*. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 2, p. 43-54. 1993.
- RODRIGUEZ, G.A. Osmoregulation and total serum protein of two species of Penaeid shrimps from the Pacific coast of Mexico. **Journal of Crustacean Biology**, v. 1, p. 392-400. 1981.
- ROSAS, C.; OCAMPO, L.; GAXIOLA, G.; SÁNCHEZ, A.; SOTO, L.A. Effect of salinity on survival, growth and oxygen consumption of postlarvae PL10–PL21. of *Penaeus setiferus*. **Journal of Crustacean Biology**, v. 19, p. 67–75. 1999.
- ROSAS, C.; LÓPEZ, N.; MERCADO, P.; MARTÍNEZ, E. Effect of salinity acclimation on oxygen consumption of white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. **Journal of Crustacean Biology**, v. 21(4), p. 912-922. 2001a.
- ROSAS, C.; CUZON G.; GAXIOLA G.; LE PRIOL Y.; PASCUAL C.; ROSSIGNYOL J.; CONTRERAS F.; SANCHEZ A.; VANWORMHOUDT A. Metabolism and growth of juveniles of *Litopenaeus vannamei*: effect of salinity and dietary carbohydrate levels. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 259, p. 1-22. 2001b.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras**

- para aves e suínos, Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**, 2ª edição, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa – MG, 2005. 186 p.
- ROY, L.A.; DAVIS, D.A.; SAOUD, I.P. Effects of lecithin and cholesterol supplementation to practical diets for *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity waters. **Aquaculture**, v. 257, p. 446-452. 2006.
- ROY, L. A.; DAVIS, D.A.; SAOUD, I.P.; HENRY, R.P. Branchial carbonic anhydrase activity and ninhydrin positive substances in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, acclimated to low and high salinities. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. A 147, p. 404–411. 2007.
- RUEDA, F.M.; HERNÁNDEZ, M.D.; EGEA, M.A.; AGUADO, F.; GARCÍA, B.; MARTÍNEZ, F.J. Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharpnose sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). **British Journal of Nutrition**, v. 86, p. 617–622. 2001.
- RUTLEDGE, K.P.; HUDSON, J.M. Sensory evaluation: methods for establishing and training a descriptive flavor analysis panel. **Food Technology**, v. 44(12), p. 78-84. 1990.
- SANDIFER, P.A.; HOPKINS, J.S.; STOKES, A.D.; BROWDY, C.L. Preliminary comparisons of the native *Penaeus setiferus* and Pacific *L. vannamei* white shrimp for pond culture in South Carolina, USA. **Journal of World Aquaculture Society**, v.24, n.3, p. 295- 303. 1993.
- SANTIAGO, M.F.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Caracterização de parâmetros físicos, químicos e biológicos em ambiente hipersalino, Estuário do Rio Pisa Sal (Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil). **Tropical Oceanography**, v. 33, n. 1, p. 39–55. 2005.
- SARGENT, J.R.; BELL, M.V.; HENDERSON, R.J.; TOCHER, D.R. Polyunsaturated fatty acids in marine and terrestrial food webs. In: Mellinger, J. (Ed.), **Animal Nutrition and Transport Processes. 1. Nutrition**. S. Karger, Basel, Switzerland, 1990. pp. 11–23.
- SAOUD, I.P.; DAVIS, A.D.; ROUSE, D.B. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. **Aquaculture**, v. 217, p. 373–383. 2003.
- SAOUD, I.P.; DAVIS, D.A. Effects of betaine supplementation to feeds of shrimp reared at extreme salinities. **North American Journal of Aquaculture**, v. 67, p.351–353. 2005.

- SCHEIDELER, S.E.; FRONING, G.; CUPPETT, S. Studies of consumer acceptance of high omega-3 fatty acid-enriched eggs. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 6, p. 137–146. 1997.
- SCHMITT, A.S.C.; UGLOW, R.F. Effects of ambient ammonia levels on blood ammonia, ammonia excretion and heart scaphognathite of *Nephrops noroegicus*. **Marine Biology**, v. 127, p. 411–418. 1997.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 74, p. 17-33. 2006.
- SHAN, X.; AW, T.Y.; JONES, D.P. Glutathione-dependent protection against oxidative injury. **Pharmacology and Therapeutics**, v. 47: p. 61-71. 1990.
- SHAPIRA, N.; WEILL, P.; SHARON, O.; LOEWENBACH, R.; BERZAK, O. n-3 PUFA fortification of high n-6 PUFA farmed tilapia with linseed could significantly increase dietary contribution and support nutritional expectations of fish. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57(6), p. 2249–2254. 2009.
- SHEAN, B.S.; MYKLES, D.L. Polyubiquitin in crustacean striated muscle: increased expression and conjugation during molt-induced claw muscle atrophy. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1264, p. 312–322. 1995.
- SIDHU, K.S. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. **Regulations in Toxicology and Pharmacology**, v. 38, p. 336–344. 2003.
- SHIMIDZU, N.; GOTO, M.; MIKI, W. Carotenoids as singlet oxygen quenchers in marine organisms. **Fisheries Science**, v. 62(1): p. 134-137. 1996.
- SHINGFIELD, K.J.; REYNOLDS, C.K.; HERVAS, G.; GRIINARI, J.M.; GRANDISON, A.S.; BEEVER, D.E. Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to fish oil and sunflower oil in the diet of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 714–732. 2006.
- SHIRES, R.; LANE, N.J.; INMAN, C.B.E.; LOCKWOOD, A.P.M. Structural changes in the gill cells of *Gammarus duebeni* _Crustacea, Amphipoda. under osmotic stress; with notes on the microtubules in association with the septate junctions. **Tissue Cell**, v. 26, p. 767–778. 1994.
- SIMOPOULOS, A.P. Essential fatty acids in health and chronic disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 70(Suppl.), p. 560–569. 1999.

- SLATER, T.F. Free radicals mechanisms in tissue injury. **Biochemistry Journal**, v. 222, p. 1–15. 1984.
- SKONBERG, D.I.; HARDY, R.W.; BARROWS, F.T.; DONG, F.M. Color and flavor analyses of fillets from farm-raised rainbow trout _ *Oncorhynchus mykiss*/ fed low-phosphorus feeds containing corn or wheat gluten. **Aquaculture**, v. 166, p. 269–277. 1998.
- SMITH, R.; LOWNEY, K. 2003. Nationwide Class actions target major grocery store chains for concealing artificial coloring in farm-raised salmon. Disponível em: <http://www.smithandlowney.com/salmon>. Acesso em: 07 de maio de 2008.
- SOARES FILHO, A. A.; ALCANTARA-FILHO, P. Características hidrológicas das águas estuarinas entre a região média e boca do rio Jaguaribe (Ceará-Brasil). **Revista de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 43-50. 2002.
- STEINE, G.; ALFNES, F.; RØRÅ, M.B. The effect of color on consumer WTP for farmed salmon. **Marine Resource Economics**, v. 20, p. 211–219. 2005.
- SUAREZ, A.; RAMIREZ-TORTOSA, M.; GIL, A.; FAUS, M. Addition of vitamin-E to long-chain polyunsaturated fatty acid-enriched diets protects neonatal tissue lipids against peroxidation in rats. **European Journal of Nutrition**, v. 38 (4), p. 169–176. 1999.
- SUONTAMA, J.; KARLSEN, Ø.; MOREN, M.; HEMRE, G.I.; MELLE, W.; LANGMYHR, E.; MUNDHEIM, H.; RINGØ, E.; OLSEN, R.E. Growth, feed conversion and chemical composition of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed diets supplemented with krill or amphipods. **Aquaculture Nutrition**, v. 13, p. 241–255. 2007.
- SUPAMATTAYA, K.; KIRIRATNIKOM, S.; RUNGSOMBAT, P.; BOONYARATPALIN, M.; KLIANGPRADIT, A. Effects of carotenoid sources on growth performance, blood parameters, disease resistance and stress tolerance in black tiger shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius). **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 27(1), p. 71-82. 2005.
- 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.
- TAVARES-SÁNCHEZ, O.L.; GÓMEZ-ANDURO, G.A.; FELIPE-ORTEGA, X.; ISLAS-OSUNA, M.A.; SOTELO-MUNDO, R.R.; BARILLAS-MURY, C.;

- YEPIZ-PLASCENCIA, G.; Catalase from the white shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*: molecular cloning and protein detection. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 138-parte B, p. 331–337. 2004.
- TEMPLE, N. J. Dietary fats and coronary heart disease. **Biomed Pharmacother**, v. 50, p. 261–268. 1996.
- TINOCO, S.M.B.; SICHIERI, R.; MOURA, A.S.; SANTOS, F.S.; CARMO, M.G.T. Importância dos ácidos graxos essenciais e os efeitos dos ácidos graxos trans do leite materno para o desenvolvimento fetal e neonatal. **Caderno de Saúde Pública**, v. 23(3), p. 525-534. 2007.
- TOGNI, V.G. **Efeito da salinidade sobre a resposta do sistema antioxidante e expressão de hsp70 em siris (Gênero *Callinectes*)**. 2007. 66 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. 2007.
- TRATHAN, P.N.; WATKINS, J.L.; MURRAY, A.W.A.; BRIERLEY, A.S.; EVERSON, I.; GOSS, C.; PRIDDLE, J.; RIED, K.; WARD, P.; HEWITT, R.; DEMER, D.; NAGANOBU, M.; KAWAGUCHI, S.; SUCHIN, V.; KASATKINA, S.M.; HEDLEY, S.; KIM, S.; PAULY, T. The CCAMLR 2000 krill synoptic survey: a description of the rationale and design. **CCAMLR Science**, v. 8, p. 1–24. 2001.
- TSUCHIHASHI, H.; KIGOSHI, M.; IWATSUKI, M.; NIKI, E. Action of b-Carotene as an Antioxidant against Lipid Peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 323(1),p. 137–147. 1995.
- TURCHINI, G.M.; MORETTI, V.M.; MENTASTI, T.; ORBAN, E.; VALFRE, F. Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). **Food Chemistry**, v. 102, p. 1144–1155. 2007.
- TURCHINI, G.M.; TORSTENSEN, B.E.; NG, WK. Fish oil replacement in finfish nutrition. **Reviews in Aquaculture**, v. 1, p. 10–57. 2009.
- UAUY, R.; PEIRANO, P.; HOFFMAN, D.; MENA, P.; BIRCH, D.; BIRCH, E. Role of essential fatty acids in the function of the developing nervous system. **Lipids**, v. 31, p. 167–176. 1996.
- VILLAREAL H.; HINOJOSA P.; NARANJO-PARAMO J. Effect of temperature and salinity on the oxygen consumption of laboratory produced *Penaeus vannamei*

- post-larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. A 108, p. 331-336. 1994.
- VISENTAINER, J.V. **Composição de ácidos graxos e quantificação dos ácidos LNA, EPA e DHA no tecido muscular de tilápias (*Oreochromis niloticus*), submetidas a diferentes tratamentos com óleo de linhaça**. 2003, 184f. Tese (Doutorado) – Departamento de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 2003.
- WAAGBØ, R.; SANDNES, K.; TORRISSEN, O.J.; SANDVIN, A.; LIE, Ø. Chemical and sensory evaluation of fillets from Atlantic salmon fed three levels of n-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E. **Food Chemistry**, v. 46(4), p. 361-366. 1993.
- WALKER, R. L. Using crustaceans to illustrate the principles of osmoregulation, acid-base balance, and respiratory physiology. *In*: Goldman C.A.; Hauta P.L. (Eds), **Tested studies for laboratory teaching**, v. 7/8. Proceedings of the 7th and 8th Workshop/Conferences of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE), 1993. p. 149-178,
- WANG, F.I.; CHEN, J.C. Effect of salinity on the immune response of tiger shrimp *Penaeus monodon* and its susceptibility to *Photobacterium damsela* subsp. *damsela*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 20, p. 671-681. 2006.
- WEIHRAUCH, D.; MCNAMARA, J.C.; TOWLE, D.W.; HORST, O. Ion-motive ATPases and active, transbranchial NaCl uptake in the red freshwater crab, *Dilocarcinus pagei* (Decapoda, Trichodactylidae). **Journal of Experimental Zoology**, v. 207 (26), p. 4623-4631. 2004.
- WENDELAAR BONGA, S.E.; LOCK, R.C.A. Toxicants and osmoregulation in fish. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 42, p. 478-493. 1992.
- WHEATLY, M.G.; GANNON, B.R. Ion regulation in crayfish: freshwater adaptations and the problem of molting. **American Zoologist**, v. 35, p. 49-59. 1995.
- WILLIAMS, A.B. The influence of temperature on osmotic regulation in two species of estuarine shrimps (*Penaeus*). **The Biological Bulletin**, v. 119, p. 560-571. 1960.
- WINSTON, G.W.; DI GIULIO, R.T. Prooxidant and antioxidant mechanisms in aquatic organisms. **Aquatic Toxicology**, v. 19, p. 137-161. 1991.
- 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.

WYBAN, J.; WALSH W.A.; GODIN, D.M. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). **Aquaculture**, v. 138, p. 267–279. 1995.

ZHU, C.; DONG, S.; WANG, F.; HUANG, G. Effects of Na/K ratio in seawater on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 234, p. 485–496. 2004.

APÊNDICE A. Modelo do formulário utilizado em cada rodada de prova do teste sensorial. A cada parâmetro avaliado, cada provador tinha de assinalar a amostra que mais lhe agradou e a que menos lhe agradou, exemplificado na figura pelas letras “X”.

1ª PROVA								
COR			TEXTURA			SABOR		
MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI	MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI	MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI
X	1			1	X	X	1	
	2	X	X	2			2	X
	3			3			3	
OBS:			OBS:			OBS:		

2ª PROVA								
COR			TEXTURA			SABOR		
MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI	MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI	MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI
	1		X	1		X	1	
	2	X		2			2	
X	3			3	X		3	X
OBS:			OBS:			OBS:		

3ª PROVA								
COR			TEXTURA			SABOR		
MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI	MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI	MENOS GOSTEI	Camarão	MAIS GOSTEI
	1	X		1			1	
X	2		X	2		X	2	
	3			3	X		3	X
OBS:			OBS:			OBS:		

APÊNDICE B. Escores de coloração, textura e sabor obtidos pelas amostras do camarão *L. vannamei* após quatro rodadas de avaliações realizadas por 20 provadores através da metodologia *Best-worse* de avaliação sensorial.

Provador	Coloração ¹				Textura ¹				Sabor ¹			
	DPX	DKL	DSJ	DKL+	DPX	DKL	DSJ	DKL+	DPX	DKL	DSJ	DKL+
1	-1	2	-3	2	0	1	-1	0	2	0	-3	1
2	1	2	-2	-1	0	1	-1	0	-3	0	0	3
3	0	1	-3	2	0	0	2	-2	-1	1	0	0
4	-1	1	-1	1	1	0	0	-1	1	-2	1	0
5	-2	1	-2	3	2	2	-2	-2	0	2	-3	1
6	-1	2	-3	2	1	-2	3	-2	2	-1	0	-1
7	-1	3	-3	1	0	-1	1	0	-1	0	2	-1
8	0	2	-3	1	1	-1	-1	1	1	-2	0	1
9	-3	1	-1	3	0	1	-1	0	0	2	-1	-1
10	-2	0	-1	3	0	-1	-1	2	-2	2	-2	2
11	-3	1	-1	3	0	-2	1	1	0	-1	0	1
12	-2	1	-2	3	2	1	0	-3	-1	2	-1	0
13	-1	1	-2	2	2	-1	-2	1	-1	-1	-1	3
14	1	0	-3	2	0	2	-1	-1	0	0	1	-1
15	1	0	0	-1	2	-1	-2	1	1	2	-3	0
16	-2	2	0	0	-2	1	1	0	-2	1	1	0
17	-1	1	-3	3	0	0	-2	2	-2	2	0	0
18	0	0	-2	2	-1	-2	3	0	1	-1	0	0
19	-2	3	-2	1	0	3	-1	-2	1	0	-3	2
20	-2	-1	0	3	-1	0	0	1	1	-1	-1	1
Escore Total	-21	23	-37	35	7	1	-4	-4	-3	5	-13	11

¹Cada valor representa a soma de três avaliações sensoriais realizadas por cada provador para cada respectiva amostra. Para escolhas positivas se atribuiu valor +1, para escolhas negativas valor - 1 e para ausência de escolha valor zero, podendo assim os escores variar de -3 a +3.

APÊNDICE C. Frequências relativas da predileção pela coloração, textura e sabor obtidos pelas amostras do camarão *L. vannamei* alimentado por 64 dias com dietas contendo diferentes fontes lipídicas¹ em condição de alta salinidade (**SAlta**, 44 ± 2,0‰). Resultados obtidos após quatro rodadas de avaliações realizadas com 20 provadores não treinados através da metodologia *Best-worse* de avaliação sensorial.

Escolha ²	Coloração (%)				Textura (%)				Sabor (%)			
	SJA	PXE	KRL	KRL+	SJA	PXE	KRL	KRL+	SJA	PXE	KRL	KRL+
Positiva	7 (4)	12 (7)	50 (30)	65 (39)	35 (21)	37 (22)	33 (20)	28 (17)	25 (15)	30 (18)	30 (18)	48 (29)
Neutra	25 (15)	42 (25)	38 (23)	28 (17)	23 (14)	35 (21)	35 (21)	40 (24)	28 (17)	30 (18)	48 (29)	27 (16)
Negativa	68 (41)	46 (28)	12 (7)	7 (4)	42 (25)	28 (17)	32 (19)	32 (19)	47 (28)	40 (24)	22 (13)	25 (15)
TOTAL	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (60)

¹**PXE** (8,01% de AGPI do total do extrato etéreo da dieta), dieta com inclusão de 26,6 g/kg de óleo de peixe e 10,0 g/kg de óleo de soja; **SJA** (0,93% de AGPI), 34,5 g/kg de óleo de soja; **KRL** (6,93% de AGPI), 48,3 g/kg de óleo de krill e 4,4 g/kg de óleo de soja; **KRL-** (2,92% de AGPI), 14,5 g/kg de óleo de krill e 21,2 g/kg de óleo de soja; **KRL+** (8,81% de AGPI), 55,5 g/kg de óleo de krill e 3,8 g/kg de óleo de soja.

²Representa o somatório percentual das escolhas positivas, neutras e negativas em relação ao total de avaliações de cada amostra ($n = 60$).

ANEXO A. Metodologia utilizada para a determinação de ácidos graxos por cromatografia gasosa no Laboratório de Bioquímica e Análise Instrumental do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

1. Extração de Lipídeos Totais

A extração dos lipídeos totais foi realizada de acordo com a metodologia de Bligh & Dyer, (1959), adaptada para amostras de 5 gramas, homogeneizadas em 50 mL de clorofórmio/metanol (2:1) por 5 minutos. As amostras homogeneizadas foram filtradas em funil de separação de 250 mL, e ficaram em repouso por 2 h para a separação física. A fração apolar do homogeneizado, contendo lipídios e clorofórmio, foi coletada e a fração polar descartada. A fração apolar foi então submetida à nova separação por 12 h, sendo nessa segunda separação, a fração apolar recolhida em balão volumétrico, cheio com clorofórmio até completar 50 mL. Desse extrato retiraram-se alíquotas de 5 mL para a determinação do perfil de ácidos graxos.

2. Análise do Perfil de Ácidos Graxos da Fração Lipídica

2.1. Saponificação e metilação da fração lipídica

Para a determinação dos diferentes ácidos graxos, as amostras obtidas conforme no item 1 foram inicialmente saponificadas com hidróxido de sódio com metanol 0,5 M e metiladas com solução de cloreto de amônia, metanol e ácido sulfúrico, segundo metodologia de Hartman & Lago (1973). Após a metilação, 5 mL de hexano foram adicionados às amostras e, então, agitadas por 10 segundos. Do sobrenadante retirou-se uma alíquota de 3 mL que foi concentrada com nitrogênio gasoso, ressuspensa em 100 mL de hexano, e utilizada para análise do perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa.

2.2 Cromatografia gasosa do perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa de alta resolução, utilizando-se um cromatógrafo a gás (HP 5890), equipado com uma coluna capilar SUPELCO – SP 2560, 100 m x 0,25 mm, acoplada a um detector de ionização de chama. A programação de temperatura foi de 130°C (1,0 min) a 170°C (6,5°/min),

170 °C a 215 °C (2,75°C/min), 215 °C (12 min), 215 °C a 230 °C (40°C/min), 230 °C (6 min). As temperaturas do injetor e detector foram de 270 °C e 280 °C, respectivamente. As amostras (0,3 µl) foram injetadas pela técnica de injeção direta. Ácidos graxos de 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16 (cis e trans), 17, 18 (cis e trans), 20, 22 e 24 átomos de carbono, saturados e insaturados, foram identificados por comparação com os dados obtidos do CG de padrões autênticos metilados e eluídos nas mesmas condições.