



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR – LABOMAR
CURSO DE OCEANOGRAFIA

JOSÉ LUCAS RODRIGUES ARRUDA

EFEITO DA GRANULOMETRIA DE RAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*

FORTALEZA

2017

JOSÉ LUCAS RODRIGUES ARRUDA

EFEITO DA GRANULOMETRIA DE RAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Oceanografia

Orientador: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Federal do Ceará

Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A817e Arruda, José Lucas Rodrigues.

EFEITO DA GRANULOMETRIA DE RAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* / José Lucas Rodrigues Arruda. – 2017.
24 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.

1. granulometria. 2. ração. 3. camarão. 4. desempenho. 5. *L. vannamei*. I. Título.

CDD 551.46

JOSÉ LUCAS RODRIGUES ARRUDA

EFEITO DA GRANULOMETRIA DE RAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Oceanografia do Instituto de
Ciências do Mar – LABOMAR da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel
em Oceanografia.

Aprovada: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Esaú Aguiar Carvalho
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

M.Sc. Felipe Nobre Façanha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A meus pais Eliana Rodrigues e Adriano Arruda
e minhas irmãs Mariana Arruda e Raquel Arruda.

A toda minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Eliana e Adriano e minhas irmãs Mariana e Raquel por todo apoio, amor e compreensão recebido por eles durante toda minha vida. Obrigado por me darem essa oportunidade, não teria conseguido sem vocês.

A toda minha família, em especial minhas avós Inácia e Rejane e meu avô Adelino, que sempre foram pacientes e confiantes em mim. Obrigado por sempre estarem ao meu lado e auxiliado na minha educação.

A tia Elisângela, que considero como minha segunda mãe e está sempre disposta a me ajudar, e por todo incentivo que sempre me impulsiona.

Aos meus amigos da turma de Oceanografia, principalmente ao Thomas, Davi, Ana Beatriz, Nalu, Débora, Karina, Melissa, Felipe e Oscar por tornarem esses quatro anos melhores possíveis. Nossas aulas de campo e viagens serão inesquecíveis. Tenho certeza que nossa amizade durará para sempre.

Aos amigos que conquistei durante a vida desde a infância e que estão até hoje ao meu lado e me apoiando em todas as etapas, em especial a Marília, Luna e Milena.

Ao orientador e professor Alberto Jorge Pinto Nunes, por total dedicação e empenho em me ajudar e tornar possível a realização desse projeto. Meu muito obrigado.

Aos colegas e amigos do LANOA, Carla, Sandra, Júnior, Hassan, Luis Paulo, Felipe, Andrei, Arthur, Alan, Danilo, Kalile, Vitor, por toda ajuda e convivência durante esse período de trabalho.

RESUMO

No cultivo de camarões, as rações possuem um formato cilíndrico, variando seu diâmetro e comprimento (granulometria) em proporção ao ganho de peso corporal dos animais durante o cultivo. Especula-se que *pellets* com menor granulometria resulta em uma maior distribuição de alimento entre a população cultivada, e, portanto, proporciona melhor desempenho zootécnico e camarões com pesos corporais mais homogêneos. O presente estudo avaliou o efeito de diferentes granulometrias sobre o desempenho zootécnico de juvenis do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*. Foram produzidas em laboratório três rações com as seguintes variações no diâmetro e comprimento dos *pellets*: $1,33 \pm 0,14$ e $4,76 \pm 1,23$ mm; $2,23 \pm 0,28$ e $4,73 \pm 0,66$ mm; e, $2,92 \pm 0,08$ e $4,03 \pm 0,52$ mm, respectivamente. Camarões com $8,45 \pm 1,31$ g foram estocados na densidade de 61 camarões/m² (34 camarões por tanque) em 10 tanques de 0,5 m³, com água clara e recirculação contínua, sendo cultivados durante 45 dias. Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia exclusivamente em bandejas de alimentação. As dietas não apresentaram diferença na umidade final ($7,83 \pm 0,39\%$) e estabilidade física em água ($82,47 \pm 5,91\%$). Porém, a dureza das dietas aumentou proporcionalmente com um incremento no diâmetro dos *pellets*, de um mínimo de $0,83 \pm 0,29$ para um máximo de $3,60 \pm 0,87$ kg. Na despesca, não foi observada diferença estatística significativa entre as dietas experimentais na sobrevivência final dos camarões ($100 \pm < 0,0001\%$), peso corporal final ($17,38 \pm 2,40$ g), crescimento semanal ($1,39 \pm 0,09$ g), ganho de produtividade (535 ± 39 g/m²), consumo aparente de ração ($15,5 \pm 0,3$ g/camarão) e fator de conversão alimentar ($1,75 \pm 0,16$). Ao término do estudo, o coeficiente de variação (cv) do peso corporal dos camarões alimentados com as dietas $1,33 \times 4,76$ mm (diâmetro x comprimento) e $2,23 \times 4,73$ mm diminuiu de 16,6 e 14,5% para 11,8 e 11,1%, respectivamente. Por outro lado, o cv dos camarões alimentados com a dieta com $2,92 \times 4,03$ mm aumentou de 14,9 para 18,2%. Este estudo concluiu que camarões juvenis da espécie *L. vannamei* com uma classe de peso corporal entre 8,5 e 17,4 g podem ser alimentados com rações com diâmetro entre 1,33 e 2,92 mm, sem efeitos deletérios sobre o seu desempenho zootécnico. Os *pellets* com um diâmetro entre 1,33 e 2,23 mm produzem camarões com um peso corporal mais homogêneo do que *pellets* com 2,92 mm.

Palavras chaves: granulometria, ração, desempenho, camarão, *L. vannamei*.

ABSTRACT

In shrimp farming, feeds have a cylindrical shape, varying their diameter and length in response to the gain in shrimp body weight during culture. It is suggested that pellets with a smaller particle size result in a greater distribution of food among the cultured population, and, therefore, provides better growth performance and homogeneous body weight in farmed shrimp. The present study evaluated the effect of different pellet sizes on the growth performance of juvenile of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Three feeds were lab-manufactured with the following variations in pellet diameter and length: 1.33 ± 0.14 and 4.76 ± 1.23 mm; 2.23 ± 0.28 and 4.73 ± 0.66 mm; and, 2.92 ± 0.08 and 4.03 ± 0.52 mm, respectively. Shrimp of 8.45 ± 1.31 g were stored at 61 shrimp/m² (34 shrimp per tank) were cultured for 45 days in ten clear-water tanks of 0.5 m³ with continuous water recirculation. Shrimp were fed four times daily exclusively in feeding trays. Experimental diets showed no difference in final moisture content ($7.83 \pm 0.39\%$) and physical water stability ($82.47 \pm 5.91\%$). However, feed hardness increased proportionally with an increase in pellet diameter, from a minimum of 0.83 ± 0.29 to a maximum of 3.60 ± 0.87 kg. No significant differences were observed between the experimental diets in regards to shrimp final survival ($100 \pm < 0.0001\%$), final body weight (17.38 ± 2.40 g), weekly growth (1.39 ± 0.09 g), gained yield (535 ± 39 g/m²), apparent feed intake (15.5 ± 0.3 g/shrimp) and feed conversion ratio (1.75 ± 0.16). At the end of the study period, shrimp body weight coefficient of variation (cv) fed diets 1.33 x 4.76 mm (diameter x length) and 2.23 x 4.73 mm decreased from 16.6 and 14.5% to 11.8 and 11.1%, respectively. On the other hand, cv of shrimp fed the 2.92 x 4.03 mm diet increased from 14.9 to 18.2%. This study found that juvenile *L. vannamei* with a body weight ranging from 8.5 and 17.4 g can be fed diets between 1.33 and 2.92 mm diameter without deleterious effects on their growth performance. Pellets with a diameter between 1.33 and 2.23 mm produce shrimps with a more homogeneous body weight than pellets of 2.92 mm.

Key words: pellet size, feed, shrimp, performance, *L. vannamei*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Dietas experimentais utilizadas no presente estudo com variações no diâmetro e comprimento dos <i>pellets</i>	16
-----------------	---	-----------

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Frequência de distribuição do peso corporal do camarão <i>L. vannamei</i> no povoamento e despesca.....	22
Gráfico 2	Valores do parâmetro de dureza com equação de regressão linear.	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tabela de alimentação utilizada no presente estudo com juvenis do <i>L. vannamei</i>	17
Tabela 2	Características físicas das dietas utilizadas no estudo. Os valores médios (\pm desvio padrão) representam 30 medições, exceto o teor de umidade ($n = 5$). Os valores na mesma coluna com letras diferentes são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey HSD.	20
Tabela 3	Desempenho zootécnico de juvenis do camarão <i>L. vannamei</i> cultivado em 10 tanques experimentais de 0,5 m ³ durante 45 dias mediante alimentação de uma ração peletizada com três granulometrias distintas. Valores apresentados como média (\pm desvio padrão).....	21

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivos Gerais	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Local do estudo e desenho experimental	15
3.2 Sistema de cultivo e estocagem dos camarões	15
3.3 Dietas experimentais	16
3.4 Alimentação e qualidade da água	17
3.5 Análises físicas das dietas	18
3.6 Desempenho zootécnico e análise estatística	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Características físicas das dietas	20
4.2 Desempenho zootécnico	22
5 CONCLUSÃO	24
6 REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A atividade alimentar dos camarões peneídeos obedece a biorritmos, estes variando de acordo com cada espécie. O apetite é por sua vez regulado por vários fatores, incluindo parâmetros fisiológicos, como idade (tamanho), sexo, muda, doenças, fatores físicos e ambientais, como tipo de substrato, disponibilidade de alimento natural, temperatura e concentração de oxigênio na água; bem como fatores com um componente temporal, como sazonalidade e hora do dia e noite (NUNES, 1997). Em cultivos de camarão marinho, as rações são utilizadas para aumentar a produção além dos níveis suportados pela produtividade natural do viveiro.

Os camarões marinhos buscam o alimento explorando o fundo dos viveiros com seus pereópodos, conduzindo qualquer alimento capturado até sua cavidade pré-oral (DALL *et al.*, 1990). Nunes *et al.* (1997) descreveram o comportamento alimentar de juvenis do camarão rosa *Farfatepenaeus subtilis* em duas etapas distintas: procura e localização/detecção (etapa 1), seguido de captura e consumo de alimento (etapa 2). Segundo os autores, o alimento é detectado pelo 3º par de pereópodos, sendo também realizado ocasionalmente pelo 3º par de maxilípedes, mas em nenhuma ocasião pelas antenas. Os 1º, 2º e 3º pares de pereópodos realizam a captura e condução dos *pellets* até a boca ou cavidade pré-oral, sendo a manipulação do alimento concluída pelo 1º par de pereópodos, o qual acomoda e pressiona o(s) *pellet(s)* contra as mandíbulas. Embora seja aceito que camarões peneídeos são capazes de manipular grandes partículas de alimento, em ambiente natural ou em condições de cultivo, estes animais selecionam seu alimento em função do seu tamanho corporal e de sua presa (DALL *et al.*, 1990; NUNES *et al.*, 1997; OBALDO e TACON, 2001). Em cultivos, as rações para engorda de camarões marinhos possuem um formato cilíndrico, variando seu diâmetro e comprimento (granulometria) em proporção ao ganho de peso corporal dos animais durante o cultivo.

No Brasil e na América Latina, as rações comerciais podem apresentar *pellets* com diâmetro que varia entre 0,5 e 2,38 mm. *Pellets* menores que 1 mm são desintegrados, embora estejam disponíveis atualmente rações extrusadas com diâmetros entre 0,8 e 1,2 mm. Para o camarão *L. vannamei* são adotadas as seguintes recomendações: *pellets* entre 0,4-1,0 mm de diâmetro para as fases de PL10 a PL17; 1,0-1,7 mm para PL17-3,0 g; 2,0 mm para 3-5 g e 2,4 mm para camarões acima de 5 g de peso corporal. Estas recomendações diferem das observadas para a mesma espécie na Ásia: *pellets* entre 0,2-0,5 mm para PL17-PL25; 0,8-1,0

mm para 0,5-2,0 g; 1,2 mm para 2-4 g; 1,4 mm para 4-10 g; 1,6 mm para 10-15 g e 1,8 mm para camarões entre 15 e 20 g. Tan e Dominy (1997) recomendaram as seguintes granulometrias (diâmetro x comprimento) de ração em função da idade e peso corporal dos camarões: PL50 – 4 g, *pellets* desintegrados com 1,5 x 2,5 mm; 4 – 10 g, *pellets* cilíndricos de 2,2 x 2,5 mm; 10 – 20 g, *pellets* cilíndricos de 2,2 x 5,0 mm e > 20 g, *pellets* cilíndricos de 2,2 x 10 mm. Nunes *et al.* (1997), em um estudo sobre o comportamento alimentar do camarão *F. subtilis*, constataram que *pellets* com diâmetro e comprimento menor que 2,3 e 1,3 mm, respectivamente, são mais eficientemente utilizados por camarões entre 4 e 14 g, em termos de tempo gasto para apreensão do alimento e consumo alimentar. Especula-se que *pellets* com menor granulometria resulta em uma maior distribuição de alimento entre a população cultivada, e, portanto, proporciona melhor desempenho zootécnico e camarões com pesos corporais mais homogêneos. O presente estudo avaliou o efeito de diferentes granulometrias sobre o desempenho zootécnico de juvenis do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da granulometria de rações peletizadas sobre as variáveis de desempenho zootécnico de juvenis do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.

2.2 Objetivos Específicos

O presente estudo teve como objetivos específicos:

- produzir, em condições experimentais, três rações peletizadas com diferentes granulometrias;
- avaliar seu efeito sobre a sobrevivência, peso corporal final, crescimento, produtividade, consumo alimentar, fator de conversão alimentar de camarões juvenis cultivados em condições controladas durante 45 dias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do estudo e desenho experimental

O estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), da Universidade Federal do Ceará (UFC). O laboratório está localizado no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC) no entorno do Estuário do Rio Pacoti, no município do Eusébio, Estado do Ceará.

O estudo consistiu na comparação de três rações para juvenis de camarão marinho apresentadas em três granulometrias distintas, em relação ao diâmetro e comprimento dos *pellets*. A composição nutricional e as quantidades diárias de ração ofertadas não variaram em função da granulometria. Foram empregados 10 tanques experimentais de cultivo, sendo designado de três a quatro unidades para cada tratamento experimental. O cultivo dos camarões ocorreu durante 45 dias.

3.2 Sistema de cultivo e estocagem dos camarões

Foram utilizados 10 tanques circulares de polipropileno de cor azul (Plastsan Plásticos do Nordeste Ltda. Caucaia, Ceará) com volume individual de 0,5 m³ e área útil de fundo de 0,57 m². Os tanques operam em regime contínuo de recirculação de água salgada, mediante sua passagem em filtros de areia e cartucho.

Os tanques de cultivo estão organizados em duas baterias de 50 tanques, mantidos em um galpão coberto de 500 m² onde a influência de variáveis ambientais (*e.g.*, temperatura, chuva, iluminação solar, ciclo lunar) sob o cultivo é reduzida para um maior controle dos parâmetros em estudo. A água de cultivo é renovada individualmente em cada tanque, sendo cada bateria servida por um sistema de filtragem com capacidade total de armazenamento de 40.000 L de água. O sistema funciona de modo a remover quaisquer partículas maiores do que 50 micras, as quais podem atuar como uma potencial fonte de alimento para os camarões.

A oxigenação da água de cultivo foi realizada por meio de difusores de ar, compostos por duas mangueiras de silicone com pedras porosas, posicionadas em lados opostos de cada tanque, distantes cerca de 10 cm do fundo. A aeração foi provida por dois compressores radiais (Ibram Indústria Brasileira de Máquinas e Equipamentos, São Paulo, São Paulo), equipados com supressores de ruído e com motores trifásicos de 2,0 cv de potência.

Foi utilizado camarões juvenis da espécie *Litopenaeus vannamei* trazido para o laboratório como pós-larva 10 (PL10) de uma larvicultura comercial (Aquatec Aquacultura Ltda., Canguaretama, Rio Grande do Norte). Um total de 22.000 pós-larvas foram transportadas para o laboratório por via terrestre. No laboratório, os animais foram divididos equitativamente e povoados em três tanques berçários circulares com volume útil de 23 m³ (área de fundo de 15,9 m²). Os camarões foram cultivados com ração comercial durante cerca de 60 dias quando se alcançou um peso médio corporal entre 1 a 2 g. Posteriormente, os camarões foram cultivados em tanques experimentais até alcançarem um peso médio entre 5 e 8 g.

Para início do estudo, um total de 340 camarões juvenis com $8,45 \pm 1,31$ g (cv = 15,5%) foram estocados na densidade de 61 camarões/m² (34 camarões por tanque) nos tanques experimentais e aclimatados por dois dias, empregando uma ração comercial. A partir do 3º dia, os animais passaram a ser alimentados com suas respectivas dietas experimentais.

3.3 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram produzidas a partir de uma ração comercial utilizada na engorda de camarões marinhos (Camanutri 35, InVivo Nutrição e Saúde Animal Ltda., São Lourenço da Mata, Pernambuco). A ração foi inicialmente moída com um moinho centrífugo, com potência de 5 cv (modelo MCS 280, Máquinas Vieira Indústria e Comércio Ltda., São Paulo) equipado com tela de 600 microns. Após a moagem, a ração em pó foi estocada em um recipiente fechado de 60 L e mantido em temperatura ambiente.

Para produção das dietas, a umidade da ração em pó foi aumentada mediante a adição de água doce na proporção de 900 mL para cada 4 kg de ração. Em seguida, foi realizado o processo de extrusão com o uso de uma extrusora de laboratório (modelo Extrusora EX MICRO, Exttec Máquinas, Ribeirão Preto, São Paulo), a qual foi ajustada para operar a uma temperatura interna de 90°C. O diâmetro dos *pellets* foi regulado utilizando matrizes com orifícios de diferentes aberturas, resultando em *pellets* em três diâmetros, $1,33 \pm 0,14$, $2,23 \pm 0,28$ e $2,92 \pm 0,08$ mm. O comprimento também foi ajustado por meio de facas posicionadas internamente na extrusora, proporcionando *pellets* com $4,76 \pm 1,23$, $4,73 \pm 0,66$ e $4,03 \pm 0,52$ mm, respectivamente (Figura 1).

Após o processo de extrusão, as dietas foram submetidas a secagem através do uso de duas estufas com circulação e renovação de ar (estufa de secagem especial, Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, São Paulo) por um

período máximo de 3 h, sob temperatura de 60°C. Após uma secagem inicial de 30 minutos, lotes de 4 kg de ração foram transferidos para cozimento a vapor durante 10 minutos sob 95°C. Ao término, *pellets* pós-cozidos foram novamente submetidos a secagem até ser alcançado um teor de umidade entre 7 e 8%. Para alcançar este valor, alíquotas de 3 g de ração foram coletadas da estufa a cada 15 minutos para determinação da umidade em um analisador rápido de umidade com lâmpada alógena (MB35 Moisture Analyzer, Ohaus Corporation, New Jersey, EUA). No final do processo de produção, as dietas foram embaladas, etiquetadas e estocadas em *freezers* a uma temperatura de -20°C, até sua utilização.



Figura 1 – Dietas experimentais utilizadas no presente estudo com variações no diâmetro e comprimento dos *pellets*.

3.4 Alimentação e qualidade da água

Durante o cultivo dos camarões, as dietas experimentais foram ofertadas quatro vezes ao dia exclusivamente em bandejas de alimentação (14,3 cm x 3,5 cm; diâmetro x altura), sendo posicionada uma bandeja por tanque. A alimentação dos camarões e o recolhimento das sobras de ração não consumida ocorreram nos seguintes horários, respectivamente: 1ª refeição: 07:00 h – 10:00 h; 2ª refeição: 10:00 h – 13:00 h; 3ª refeição: 13:00 – 16:00 h, e; 4ª refeição: 16:00 h – 07:00 h.

As refeições diárias foram divididas da seguinte forma: 25,0, 22,5, 22,5 e 30,0% do total diário distribuído na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª horário de alimentação, respectivamente. As refeições foram calculadas a partir de uma tabela de alimentação (Tabela 1), ajustadas diariamente considerando um ganho de peso corporal de 150 mg/dia/camarão e uma redução semanal de 0,5% na sobrevivência dos camarões.

As bandejas também foram inspecionadas para verificar a ocorrência de animais mortos. Na presença de animais mortos, estes foram recolhidos e subtraídos da população inicial estocada. Os camarões mortos não foram substituídos durante o período experimental.

Tabela 1 – Tabela de alimentação utilizada no presente estudo com juvenis do *L. vannamei*.

Peso Corporal (g)		Taxa Alimentar	Ganho de Peso	Dias de Cultivo		Sobrevivência
Inicial	Final	(% do peso corporal)	(mg ao dia)	Inicial	Final	Estimada (%)
7,00	8,00	3,95	150	1	7	100,0
8,00	9,00	3,69	160	8	15	99,5
9,00	10,00	3,57	170	16	23	99,0
10,00	11,00	3,44	180	24	31	98,5
11,00	12,00	3,19	190	32	39	98,0
12,00	13,00	3,06	200	40	47	97,5
13,00	14,00	2,93	210	48	55	97,0
14,00	15,00	2,93	210	56	63	96,5
15,00	16,00	2,80	200	64	71	96,0
16,00	17,00	2,68	190	-	-	-
17,00	18,00	2,68	180	-	-	-

Os parâmetros de qualidade da água (pH, temperatura e salinidade) foram medidos uma vez ao dia a partir de 12:00 h em todos os tanques. O oxigênio dissolvido da água de cultivo foi mantido saturado durante todo o período experimental. As médias (\pm desvio padrão, número de observações) para salinidade, pH e temperatura foram: $39,79 \pm 1,10$ g/L ($n = 290$), $7,89 \pm 0,17$ ($n = 290$), $28,71 \pm 0,26$ °C ($n = 290$), respectivamente ($P > 0,05$).

3.5 Análises físicas das dietas

As seguintes análises físicas foram realizadas com as dietas acabadas: (1) dureza (resistência ao esmagamento); (2) percentual de finos; (3) teor de umidade; (4) estabilidade física em água; e, (5) diâmetro e comprimento dos *pellets*.

A resistência dos *pellets* foi determinada com um medidor de dureza Kahl (Amandus Kahl GmbH & Co, Hamburgo, Alemanha), operado manualmente. A resistência foi medida em kg e realizada individualmente com 30 *pellets* de cada dieta. O diâmetro e comprimento dos *pellets* foram medidos com um paquímetro eletrônico.

A umidade da ração foi determinada por secagem a 105°C durante 72 h de cinco amostras de 3 g de cada dieta em uma estufa com circulação e renovação de ar (estufa de secagem especial, Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, São Paulo).

A estabilidade da ração na água foi medida utilizando um agitador orbital. Inicialmente, 25 g de ração de cada dieta foi transferida para *Erlenmeyer* de 250 mL com 100 mL de água estuarina a 35 g/L de salinidade. O *Erlenmeyer* foi posicionado no agitador orbital (Incubadora Lac-INR-1000, Láctea, São Paulo), este ajustado para funcionar a 200 ± 15 rpm por 30 minutos. Após este período, a amostra de ração foi transferida para uma peneira com malha *Tyler* # 20 (equivalente a 0,86 mm).

O excesso de água nas amostras foi drenado, lavando-se a amostra retida na peneira com água destilada. A amostra retida foi submetida a secagem a 105°C durante 72 h em uma estufa com circulação e renovação de ar (estufa de secagem especial, Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, São Paulo). A estabilidade da dieta em água (%) foi determinada pela fórmula: peso final da amostra seca ÷ peso inicial da amostra (25 g). Para ajustar a umidade inicial, o valor final obtido foi multiplicado pelo teor de umidade inicial da ração. O peso seco da dieta refere-se ao peso da ração após secagem em estufa a 105°C durante 72 h. Esse processo foi realizado três vezes.

3.6 Desempenho zootécnico e análise estatística

O desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* foi avaliado ao final do cultivo. Na estocagem e despesca, todos os camarões foram pesados individualmente em uma balança de precisão (Ohaus Adventurer, modelo ARA520, Toledo do Brasil Indústria de Balanças Ltda., São Bernardo do Campo, São Paulo) para determinar os seguintes índices de desempenho zootécnico:

$$\text{Crescimento} = ((\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) \div \text{PR}) \times 7 \quad (1) \quad \text{onde,}$$

Crescimento = crescimento semanal (g);

Peso final = peso corporal úmido (g) dos camarões na despesca;

Peso inicial = peso corporal úmido (g) dos camarões no dia 1 de cultivo;

PR = número total de dias de cultivo.

$$\text{Sobrevivência} = (\text{POPf} \div \text{POPi}) \times 100 \quad (2) \quad \text{onde,}$$

Sobrevivência = sobrevivência final dos camarões na despesca (%);

POPf = número total de camarões vivos por tanque no momento da despesca;

POPi = número total de camarões povoados por tanque.

$$\text{Produtividade} = ((\text{POPf} \times \text{Peso final}) - (\text{POPi} \times \text{Peso inicial})) \div \text{AR} \quad (3) \quad \text{onde,}$$

Produtividade = ganho de produtividade de camarões por tanque (g/m^2);

AR = área de fundo do tanque (m^2).

O fator de conversão alimentar (FCA) foi determinado ao final do cultivo empregando-se o consumo aparente de ração (AFI, em g).

$$\text{FCA} = \Sigma \text{AFI} \div \text{BIO} \quad (4) \quad \text{onde,}$$

FCA = fator de conversão alimentar a base seca;

AFIt = consumo aparente de ração (g) por tanque ao longo de todo ciclo de cultivo;

BIO = biomassa despesada de camarão (g) por tanque, onde:

$$\text{BIO} = (\text{POPf} \times \text{Peso final}) - (\text{POPi} \times \text{Peso inicial}) \quad (5)$$

As análises estatísticas foram realizadas com o programa Statistical Package for Social Sciences, versão Windows 15 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). A Análise de Variância Univariada (ANOVA) foi aplicada para determinar as diferenças estatísticas nas características físicas dos *pellets* e no desempenho zootécnico dos camarões alimentados com as diferentes dietas. O teste *a posteriori* de Tukey HSD foi utilizado para examinar as diferenças estatísticas individuais entre dietas, quando observadas diferenças estatísticas ao nível de significância de 0,05.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físicas das dietas

As dietas estudadas apresentaram características físicas distintas em relação ao diâmetro, comprimento e dureza (Tabela 2). A umidade das dietas manteve-se relativamente estável, com uma média de $7,84 \pm 0,39\%$ ($P > 0,05$). A estabilidade alcançou $82,47 \pm 5,92\%$, valor considerado dentro de padrões adequados do ponto de vista técnico. Muito embora uma

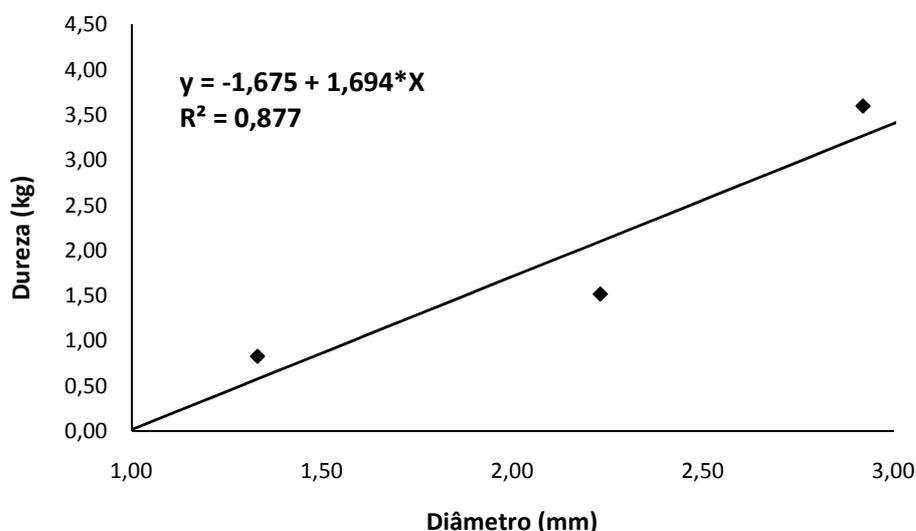
redução no tamanho da partícula de *pellets* pode levar a uma redução na estabilidade física de rações para camarões (OBALDO e TACON, 2001), esta condição não foi detectada no presente estudo. Geralmente *pellets* que são compactados e posteriormente desintegrados se tornam mais propensos a uma maior lixiviação de matéria seca. No presente estudo, não houve desintegração de rações durante o processo de manufatura. Obaldo e Tacon (2001) observaram que a estabilidade em água de uma ração para camarão diminuiu de 82,5% para 76,3% na medida em que o diâmetro dos *pellets* foi reduzido de 3,0 para 0,7 mm. Um aumento nas fissuras de *pellets* criadas durante o processo de desintegração e na maior relação área superficial e volume em *pellets* menores foram atribuídos pelos autores como os fatores responsáveis por uma menor estabilidade em água.

Tabela 2 – Características físicas das dietas utilizadas no estudo. Os valores médios (\pm desvio padrão) representam 30 medições, exceto o teor de umidade ($n = 5$). Os valores na mesma linha com letras diferentes apresentam diferença estatística ($P < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey HSD.

Parâmetro	Diâmetro x comprimento do <i>pellet</i> (mm)			ANOVA <i>P</i>
	1,33 x 4,76	2,23 x 4,73	2,92 x 4,03	
Diâmetro (mm)	1,33 \pm 0,14a	2,23 \pm 0,28b	2,92 \pm 0,08c	< 0,0001
Comprimento (mm)	4,76 \pm 1,23a	4,73 \pm 0,66a	4,03 \pm 0,52b	0,002
Umidade (%)	7,53 \pm 0,18	8,07 \pm 0,28	7,92 \pm 0,48	0,068
Dureza (kg)	0,83 \pm 0,29a	1,52 \pm 0,61b	3,60 \pm 0,87c	< 0,0001
Estabilidade (%)	85,23 \pm 5,56	80,35 \pm 8,07	81,84 \pm 5,05	0,650

No presente trabalho, o diâmetro das dietas variou de um mínimo de 1,33 a um máximo de 2,92 mm. Os diâmetros de todas as dietas apresentaram-se diferentes entre si ($P < 0,05$). Por outro lado, os *pellets* das dietas com menor diâmetro (1,33 e 2,23 mm \emptyset) apresentaram um comprimento superior e com diferença estatística em relação a dieta com maior diâmetro (2,92 mm \emptyset). A dureza das dietas aumentou proporcionalmente com um incremento no diâmetro dos *pellets* ($P < 0,05$) (Gráfico 1). Foi observado que dietas de menor diâmetro se fragmentavam ao serem manipuladas. Provavelmente, essa fragmentação se dava devido ao tamanho da matriz na fabricação dos *pellets*, que por ser muito estreita, não compactava a ração, tornando-a frágil. Outro ponto observado foi com relação à fluabilidade das dietas, com destaque, mais uma vez, para a dieta com menor diâmetro. Esta apresentava maior dificuldade de afundamento, contrastando com as outras duas dietas de maior diâmetro. Estas últimas, ao serem despejadas na bandeja, se deslocavam rapidamente para o fundo.

Gráfico 1. Valores do parâmetro de dureza com equação de regressão linear.



4.2 Desempenho zootécnico

Após 45 dias de cultivo, não foi detectada nenhuma mortalidade de camarões nos tanques de cultivo. Na despesca, o peso corporal dos camarões excedeu 17 g (Tabela 3). Contudo, a granulometria das dietas não exerceu efeito sobre o peso final dos camarões ($P > 0,05$). O crescimento semanal foi elevado, alcançando uma média de 1,4 g. Da mesma forma, não foi encontrada relação entre a granulometria das rações e o crescimento dos camarões ($P > 0,05$).

Tabela 3 – Desempenho zootécnico de juvenis do camarão *L. vannamei* cultivados em 10 tanques experimentais de 0,5 m³ durante 45 dias mediante alimentação de uma ração peletizada com três granulometrias distintas. Valores apresentados como média (\pm desvio padrão).

Desempenho	Diâmetro x comprimento do <i>pellet</i> (mm)			Média \pm DP	ANOVA <i>P</i>
	1,33 x 4,76	2,23 x 4,73	2,92 x 4,03		
Zootécnico					
Peso inicial (g) ¹	8,30 \pm 1,38	8,48 \pm 1,23	8,63 \pm 1,29	8,45 \pm 1,31	0,145
Peso final (g) ²	17,41 \pm 2,06	17,40 \pm 1,93	17,34 \pm 3,16	17,38 \pm 2,40	0,971
Cresc. (g/sem.) ³	1,42 \pm 0,11	1,39 \pm 0,06	1,35 \pm 0,13	1,39 \pm 0,09	0,747
Produt. (g/m ²) ⁴	549 \pm 39	531 \pm 21	518 \pm 59	535 \pm 39	0,636
AFI (g) ⁵	15,3 \pm 0,5	15,3 \pm 0,2	15,5 \pm 0,3	15,3 \pm 0,3	0,794
FCA ⁶	1,69 \pm 0,17	1,75 \pm 0,09	1,83 \pm 0,22	1,75 \pm 0,16	0,603

¹Peso inicial, peso corporal úmido (g) dos camarões no dia 1 de cultivo;

²Peso final, peso corporal úmido (g) dos camarões na despesca;

³Cresc., crescimento semanal (g);

⁴Produt., ganho de produtividade de camarões por tanque (g/m²);

⁵AFI, consumo aparente de ração (g) por camarão estocado ao longo de todo ciclo de cultivo;

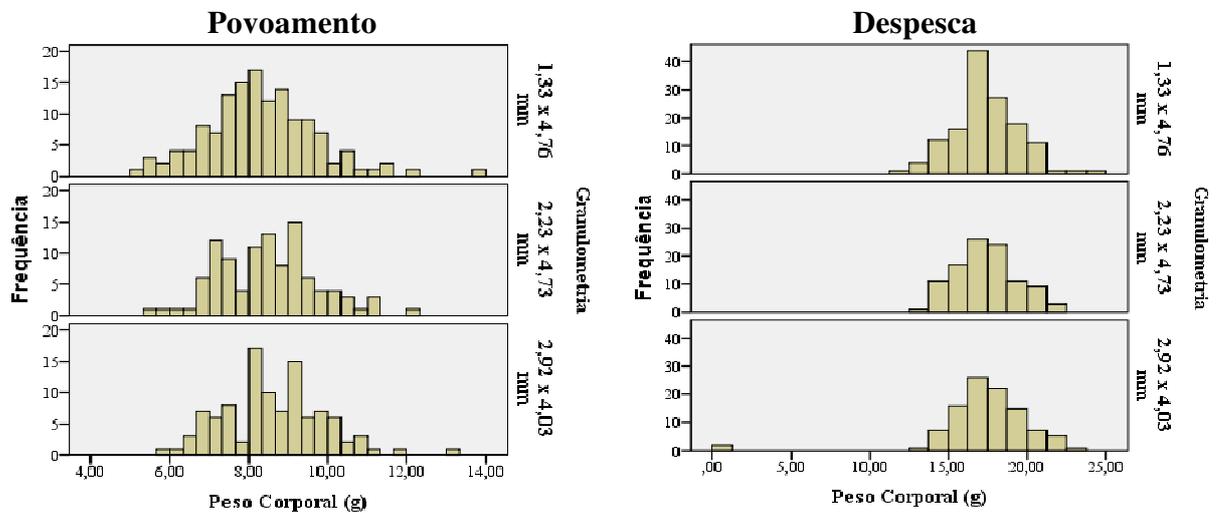
⁶FCA, fator de conversão alimentar.

A produtividade, consumo aparente de ração (AFI) e fator de conversão alimentar dos camarões não foram afetados pelo diâmetro e comprimento das dietas ($P > 0,05$). Estes valores alcançaram uma média de 535 g/m², 15,3 g e 1,75, respectivamente, considerado adequado para esta fase de desenvolvimento dos camarões.

Obaldo e Tacon (2001) analisaram o efeito de sete diâmetros de *pellets* (0,7, 1,2, 1,7, 2,2 e 2,6 mm desintegrada e 3,0 mm *pellets* inteiros) sobre o desempenho zootécnico de três classes de peso corporal (1,13, 7,31 e 13,12 g) de juvenis do camarão *L. vannamei* durante quatro semanas. Os autores observaram um efeito significativo do diâmetro da ração sobre o crescimento semanal dos camarões com a menor classe de peso (1,13 e 7,31 g), porém estas diferenças não foram tão evidentes em camarões com 13,12 g. Segundo os autores, o *pellet* de maior diâmetro (3,0 mm) resultou em um maior crescimento para os camarões com 1,13 g, enquanto os *pellets* de 2,2 mm obteve melhor resultado para a classe de peso de 7,31 g. Para os camarões com 13,12 g, os *pellets* com 3,0 mm produziu um crescimento mais elevado comparado aos demais. Os autores associaram estes resultados com uma menor estabilidade física de *pellets* menores.

Ao se analisar a frequência de distribuição do peso corporal dos camarões no povoamento e na despesca em função do tratamento experimental (Gráfico 2), é possível observar variações nos dois períodos. No povoamento, o peso corporal dos camarões apresentou um coeficiente de variação (cv) de 16,6, 14,5 e 14,9% para as dietas com 1,33 x 4,76 mm (diâmetro x comprimento), 2,23 x 4,73 mm e 2,92 x 4,03 mm, respectivamente. Portanto, o peso corporal dos camarões no povoamento apresentou uma maior dispersão na dieta com menor granulometria. Na despesca, o cv alcançou 11,8, 11,1 e 18,2%, respectivamente. Portanto, ocorreu uma redução na dispersão do peso corporal dos camarões quando alimentado com dietas com menor diâmetro de *pellets*.

Gráfico 2. Frequência de distribuição do peso corporal do camarão *L. vannamei* no povoamento e despesca.



Portanto, é possível que dietas com menor granulometria promova uma maior distribuição de *pellets* entre a população de camarões, uniformizando o peso corporal. Nunes *et al.* (1997) concluíram que a capacidade de manipulação de *pellets* de ração por juvenis do camarão rosa está associada com o peso corporal de indivíduos da espécie. *Pellets* com menor granulometria foram mais rapidamente capturados e consumidos do que *pellets* com maior granulometria. No presente trabalho, esta condição pode ter favorecido uma menor dispersão no peso corporal do *L. vannamei* após 45 dias de cultivo, muito embora não tenha ocorrido um efeito sobre o desempenho zootécnico.

5 CONCLUSÃO

Através do presente estudo conclui-se que:

- i) rações peletizadas com diâmetro e comprimento entre 1,33 e 2,92 mm e 4,03 e 4,76 mm, respectivamente, apresentam uma mesma estabilidade física, porém tem sua dureza incrementada com um aumento no diâmetro do *pellet*;
- ii) camarões juvenis da espécie *L. vannamei* com uma classe de peso corporal entre 8,5 e 17,4 g podem ser alimentados com rações com diâmetro entre 1,33 e 2,92 mm, sem efeitos deletérios sobre o seu desempenho zootécnico;
- iii) os *pellets* com um diâmetro entre 1,33 e 2,23 mm produzem camarões com um peso corporal mais homogêneo do que *pellets* com 2,92 mm.

6 REFERÊNCIAS

DALL, W.; HILL, B. J.; ROTH LISBERG, P. C.; SHARPLES, D. J. 1990. Food and feeding. *In*: Blaxter, J. H. S.; Southward, A. J. (Eds.), **The biology of the Penaeidae**. Advances in Marine Biology. London: Academic Press, 1990. Vol. 27, cap. 9, p. 315-332.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; GODDARD, S. Capacidade e comportamento manipulativo do camarão “rosa” *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Penaeidae) na presença de ração peletizada, em condições de laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, vol. 24, n. especial, p. 11-20, 1997.

OBALDO, L. G.; TACON, A. G. J. Manufacturing different diet sizes and its effect on pellet water stability and growth of three size classes of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Journal of Applied Aquaculture**, vol. 11, n. 4, p. 57-66, 2001.

TAM, R. K. H.; DOMINY, W. G. Commercial pelleting of crustacean feeds. *In*: D’ABRAMO, L. R.; CONKLIN, D. E.; AKIYAMA, D. M. (Eds.), **Crustacean nutrition**. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 1997. p. 520-587