



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**

**Efeito da Proteína Vegetal na Qualidade de Água
dos Efluentes da Carcinicultura**

Waleska de Melo Costa

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Orientador:
Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez

Recife

2004

Waleska de Melo Costa

**Efeito da Proteína Vegetal na Qualidade de Água
dos Efluentes da Carcinicultura**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Orientador:
Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez

Recife

Julho/ 2004

Efeito da Proteína Vegetal na Qualidade de Água dos Efluentes da Carcinicultura

Por: Waleska de Melo Costa.

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

E aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez
Coordenador do PPG-RPAq

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez
Orientador

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia

Prof. Dr. Ranilson Bezerra de Souza

Dr^a. Alitiene Moura L. Pereira

Às minhas famílias pelo incentivo e constante
colaboração durante todo Curso.

À Quitéria Eufrásia da Rocha
(*in memoriam*)

que mesmo nos momentos mais difíceis,
nunca perdeu o bom humor.

Dedico

*“Ninguém ignora tudo
Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa
Todos nós ignoramos alguma coisa
Por isso, aprendemos sempre”.*
Paulo Freire.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Ao Prof. Dr. **Alfredo Olivera Gálvez** pela orientação e amizade durante o Curso.

Aos Professores do PPG-RPAq: **Dr. Eudes de Souza Correia, Dr. William Severi, Dr. Paulo de Paula Mendes, Dr^a. Maria do Carmo Soares, Dr. José Milton Barbosa** e também às **Dr^{as}. Marise Paranaguá, e Alitieni Pereira** e ao **Dr. Ranilson Bezerra**, pelo apoio e colaboração durante todo o curso. Aos professores do Departamento de Zootecnia: **Dr^a. Maria Eunice de Queiroz e Dr. Carlos Boa Viagem**, pela orientação e colaboração para execução do experimento. E aos demais mestres e doutores que de alguma forma ajudaram na minha formação.

À **CAPES** pela bolsa concedida.

Ao Departamento de Pesca pela oportunidade da realização do mestrado e a todos os que fazem a **UFRPE** meu respeito e minha gratidão.

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), pela disponibilidade de suas instalações em Porto de Galinhas para execução do experimento e aos seus funcionários pelo apoio durante o experimento.

Aos Doutores **Carlos Guerra e Eydi Simões** e aos mestres **Mário Alberto Maia Filho e Severino Marcelino de Oliveira**, pela orientação, carinho e por tornar os momentos difíceis em apenas mais um degrau a ser superado.

Ao **Dr. Venézio** (IPA-Sede) e à **MSc. Cristiane Castro** (UFPE) e ao mestrando **Luis Otávio** (UFRPE) pela colaboração na análise estatística e revisão da redação da dissertação.

À fábrica de ração animal **Irca**, na pessoa do Leonardo Petribu, pela colaboração e disponibilidade da farinha de peixe utilizada na ração.

À Fazenda Atlantis, na pessoa de **José Célio** e a **Emerson Barbosa** da Fazenda Costa Dourada pela doação dos animais para elaboração do experimento.

Ao pesquisador **Mauro Marinho** no apoio nas análises de água.

Aos amigos e colegas de turma, **Adriano Prysthon, Ida Tenório, Paulo Roberto, Cláudio Epaminondas, Bruno Dourado, Cybelle Pereira e Marcelo Estima** e a certeza de que a amizade construída será a mesma.

Aos novos amigos do Departamento de Pesca **Verônica Severi, Francisco, Luciene Tavares, Luis Neto, Danielle Matias, Rodolfo César e Viviane Ferreira** pelo apoio indireto na execução desta dissertação.

Em especial a **Aureliana Ribeiro, Albino Leal, Davi Sato, Fábio Soter e João Paulo** pela grande amizade e apoio técnico durante nossa estadia em Porto de Galinhas para realização da pesquisa.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	17
	2.1 Geral	17
	2.2 Específicos	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
	3.1 Rações de baixo custo	19
	3.2 Estabilidade das rações em água	19
	3.3 Indústria de rações aquícolas	20
	3.4 Farinha de pescado	20
	3.5 Ingredientes alternativos na ração	21
	3.6 Hábitos alimentares e requerimentos nutricionais	22
	3.6.1 Proteínas	23
	3.6.2 Lipídios	24
	3.6.3 Carboidratos	24
	3.6.4 Vitaminas e Minerais	25
	3.7 Digestão dos componentes do alimento	25
	3.8 Composição dos ingredientes	25
	3.9 Qualidade da água	28
4	METODOLOGIA	31
	4.1 Local de execução	31
	4.2 Instalações experimentais	31

4.2.1 Estocagem	31
4.2.2 Crescimento em peso e comprimento.....	32
4.2.3 Conversão alimentar e sobrevivência	32
4.2.4 Manejo de cultivo	33
4.2.5 Dietas experimentais.....	33
4.2.6 Elaboração da ração	34
4.3 Estabilidade das rações em água	35
4.4 Análise da água	36
4.4.1 Temperatura, pH e oxigênio dissolvido	36
4.4.2 Salinidade	36
4.4.3 Ortofosfato, Amônia, Nitrito e Nitrato.....	36
4.5 Análise estatística	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 Crescimento em peso e comprimento	38
5.2 Conversão alimentar e sobrevivência	42
5.3 Dietas experimentais	44
5.4 Estabilidade das rações em água.....	45
5.5 Análise da água	47
5.5.1 Temperatura, pH e Oxigênio dissolvido	47
5.5.2 Salinidade	49
5.5.3 Ortofosfato	50
5.5.4 Amônia	52
5.5.5 Nitrito e Nitrato	53
6 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Requerimentos em aminoácidos essenciais necessários à dieta de camarões, calculados em diferentes níveis protéicos	24
TABELA 2.	Formulação das rações experimentais	34
TABELA 3.	Composição calculada das dietas	34
TABELA 4.	Variáveis de desempenho dos camarões submetidos aos diversos tratamentos	39
TABELA 5.	Sobrevivência dos camarões durante o tempo de cultivo	43
TABELA 6.	Perda de peso de matéria seca (%) dos péletes durante período de imersão	46
TABELA 7.	Temperatura e salinidade da água dos tanques ao final do experimento .	49
TABELA 8.	Variáveis hidrobiológicas ao final do experimento	50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Vista geral dos tanques experimentais	31
FIGURA 2.	Rações no secador artesanal para redução da umidade nos péletes	35
FIGURA 3.	Ganho de peso médio dos camarões submetidos aos tratamentos: (A) ração A (75% de proteína animal e 25% de proteína vegetal); (B) ração B (50% de proteína animal e 50% de proteína vegetal); (C) ração C (25% de proteína animal e 75% de proteína vegetal) e (D) ração comercial.	40
FIGURA 4.	Comprimento médio dos camarões submetidos as rações A, B, C e D	41
FIGURA 5.	Perda de peso de matéria seca dos péletes das rações: A, B, C e D	47
FIGURA 6.	Temperatura média da água dos tanques durante o experimento	48
FIGURA 7.	Salinidade média da água dos tanques durante o experimento.....	50
FIGURA 8.	Teores de ortofosfato na água dos tanques dos camarões alimentados com as rações A, B, C e D	51
FIGURA 9.	Teores de amônia na água dos tanques dos camarões alimentados com as rações A, B, C e D.....	52
FIGURA 10.	Teores de nitrito na água dos tanques dos camarões alimentados com as rações A, B, C e D	54
FIGURA 11.	Teores de nitrato na água dos tanques dos camarões alimentados com as rações A, B, C e D	55

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de camarões no mundo iniciou na década de 30, com o domínio da desova em condições controladas do camarão *Marsupenaeus japonicus* pelo Dr. Motosaku Fujinaga que, sob auxílio financeiro, montou um projeto piloto de desova e cultivo no Japão (BARDACH et al., 1972).

A produção mundial de camarão cultivado, no ano 2000, proveniente de 1,2 milhões de hectares de viveiros em mais de 50 países, foi de 1.086.400 t. Este total representou apenas 2,38% da produção total na aquicultura, 65,93% da produção de crustáceos cultivados e 0,77% da produção total de pescado (ALENCAR, 2003).

No Brasil, o cultivo comercial de camarões marinhos iniciou na década de 70, na região Nordeste, com a introdução da espécie *Marsupenaeus japonicus* e, posteriormente, com o domínio da reprodução em cativeiro das espécies nativas *Farfantepenaeus brasiliensis*, *F. subtilis* e *Litopenaeus schimitti* (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002).

A carcinicultura marinha é uma atividade comercial em crescimento no Brasil, especialmente na Região Nordeste. A produção do camarão *Litopenaeus vannamei*, foi de 60.128t em 2002, ocupando uma área de 11.016 hectares (ROCHA e RODRIGUES, 2003). A produtividade média passou de 1.015 kg/ha em 1997 para 5.458 kg/ha em 2002 (O AGRONEGÓCIO, 2003).

De acordo com os princípios da sustentabilidade, a carcinicultura marinha na Região Nordeste vem crescendo devido aos vários procedimentos adotados como recirculação parcial ou total da água e o uso de alimento de alta qualidade ofertado em bandejas de alimentação (ROUBACH et al., 2003).

A atividade é uma das que apresenta menor custo para geração de emprego (US\$ 20.000,00/emprego) quando comparada ao setor químico (US\$ 220.000/emprego), turismo (US\$ 66.000/emprego) e pecuária (US\$ 100.000/emprego). Apresenta uma relação de 3,75 pessoas (mão de obra)/hectare. Não depende de chuva e pode ser realizada em qualquer época do ano. Permite a fixação do homem na sua região de origem e, para as extensas

zonas pouco desenvolvidas do litoral nordestino, essa função social se ampliaria para tornar-se uma das raras alternativas de diminuição do estado de pobreza da região. A produtividade da região promoveria a qualidade de vida, aumentaria a renda *per capita* e melhoraria a participação do Nordeste no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

A tecnologia da carcinicultura brasileira tem evoluído bastante, fato verificado nas constantes melhorias e intensificação nas técnicas de cultivo através do uso de aeradores e substratos artificiais (OLIVERA, 2001).

Na criação de animais domésticos, um dos grandes problemas é a adequação de dietas que satisfaçam as exigências nutricionais das espécies. Na carcinicultura vários fatores condicionam o rendimento dos cultivos animais. Entre estes está a dieta, a qual fornece ao organismo a base necessária para o seu ganho de peso. A dieta representa um dos meios mais eficazes de controle dos rendimentos de cultivos de que se dispõe atualmente.

Os requerimentos protéicos variam entre as espécies, situando-se entre 30 e 60%. Os níveis recomendados de proteína para sistemas semi-intensivos estão entre 30 e 35%, sendo estas proteínas derivadas de fontes vegetais e/ou animais (NUNES, 2000).

A proteína é um dos componentes mais caros da ração para camarão. Conseqüentemente, a formulação de uma dieta que atinja os requerimentos protéicos torna-se crítica, uma vez que a proteína é um dos principais nutrientes limitantes para o crescimento (DAVIES e MILES, 2001).

Em relação à formulação de dietas, a aquíicultura precisa atingir o mesmo nível em que se encontra, por exemplo, a avicultura, caracterizada pela disponibilidade no mercado de três diferentes fórmulas de rações para frango de corte adequada a cada fase de seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 1996). É importante ressaltar que os primeiros esforços de produção de alimentos para a produção comercial de frangos datam da década de 20. Por esse motivo, o conhecimento dos requerimentos nutricionais da maior parte das espécies de camarão é bastante limitado se comparado com aves e outros animais domésticos (WALDIGE e CASEIRO, 2003).

A preocupação atual com relação às formulações de rações para peixes, cujas exigências nutritivas são conhecidas, é a procura de fontes alternativas de proteína que corresponde à fração mais dispendiosa das dietas. Vários estudos investigam até que nível é

possível a substituição de farinha de peixe ou de carne por farinha de “krill”, vísceras, farelo de soja, farelos de grãos de outras espécies e leveduras obtidas em destilarias ou fermentação diversas, levando em consideração a disponibilidade local dos ingredientes e os custos em termos de proteína bruta, energia ou mesmo aminoácidos essenciais no momento de formulação de dietas (CASTAGNOLLI e CYRINO, 1986).

Assim, a indústria de ração aquática tem manifestado preocupações sobre a suficiência da disponibilidade mundial de farinha e óleo de peixe para satisfazer, nos próximos anos, a demanda na aqüicultura. Barlow (2000) juntamente com representantes da FAO e da indústria de ração aquática, estimaram projeções de demanda dos requerimentos de ração para aqüicultura, na ordem de 37,2 milhões de toneladas em 2010.

A qualidade e quantidade de ração são as maiores responsáveis pelos custos variáveis da criação de camarão. Estes fatores, por sua vez, afetam a qualidade da água de cultivo. Para atender à crescente demanda de ração, são necessários aperfeiçoamentos dos métodos que aumentem a produtividade dos cultivos.

Em escala comercial, o cultivo de camarões requer alimentos formulados em forma de péletes, que devem ser atrativos para os camarões, apetitivos quimicamente e de boa estabilidade, para evitar a desintegração da ração após imersão em água e no processo de manipulação pelo animal durante a ingestão (BOONYARATPALIN, 1981; OLIVEIRA e CASTRO, 2000). Farmanfarmaian & Lauterio, 1979 *apud* Correia (1993) apontam a instabilidade na água e a fragmentação dos péletes pelo animal, como as principais responsáveis pela baixa conversão alimentar.

A estabilidade do alimento é apenas um dos problemas encontrados na aqüicultura, existindo muitos outros, como o ajuste dos nutrientes que compõem uma dieta nas diferentes fases do ciclo de vida de uma determinada espécie; falta de conhecimentos sobre os requerimentos nutricionais específicos para cada espécie; o alto custo representado pelos produtos utilizados como insumos na alimentação (SILVA, 1996).

O arraçoamento, que tem por base o conhecimento das necessidades nutritivas do organismo em função de sua espécie, idade, sexo e sistema de cultivo (OLIVEIRA, 1996), tem papel importantíssimo quando se relaciona a alimentação e a qualidade de água dos efluentes da carcinicultura.

De acordo com Marchiori et al. (1982) e Tacon (1988) *apud* Silva (1996), a alimentação é um dos principais fatores que, associado às características da água como temperatura, oxigênio, concentração mineral, salinidade, turbidez, padrão de circulação e renovação de água, bem como a produtividade natural, influenciam o desenvolvimento e sobrevivência das espécies.

Vinatea (1999) verificou que o fornecimento de alimento é o principal fator causador da deterioração da qualidade da água e do acúmulo de matéria orgânica no fundo dos tanques. O alimento não consumido e as fezes dos camarões contribuem diretamente para a poluição dos tanques sob a forma de matéria orgânica. Os nutrientes provenientes dos excrementos dos camarões, mudas e matéria orgânica estimulam a produção adicional de matéria orgânica sob a forma de fitoplâncton. Na medida em que aumentam as densidades de estocagem, o aporte alimentar também se incrementa, podendo deteriorar a qualidade da água e do solo.

A intensificação dos cultivos de camarão, além de provocar o incremento de nutrientes e matéria orgânica no meio ambiente, promove o aparecimento de outros resíduos como substâncias químicas e antibióticos que podem chegar a afetar a qualidade da água. Tais substâncias podem ocasionar desde dificuldades no tratamento de enfermidades bacterianas até resíduos em produtos comercializados (MACINTOSH e PHILLIPS, 1992).

O sistema de bandejas permitiu a constatação de falhas no sistema tradicional de alimentação. Estas falhas, somadas à tendência de intensificação dos cultivos, à necessidade de minimização da matéria orgânica dos efluentes e, principalmente, à expectativa de diminuição da conversão alimentar, levaram os carcinicultores e técnicos brasileiros a uma reformulação da tecnologia em uso, resultando no sistema adotado nos dias atuais (AMARAL et al., 2003).

Briggs e Funge-Smith (1994) afirmaram que 80% do nitrogênio presente na ração não é aproveitado pelo camarão, fazendo com que esse nitrogênio torne-se um fertilizante de preço elevado (MORIARTY, 1997). Boyd (2001) relatou que, do total de fósforo adicionado ao viveiro de engorda de camarão, 90% vêm da ração e apenas 25% são absorvidos pelos camarões.

A consequência dessa liberação de nutrientes no meio pode causar a eutrofização de águas naturais. Quando a concentração de nutrientes aumenta, surgem densos florescimentos de fitoplâncton que causam baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água e nos sedimentos. Assim, várias espécies susceptíveis à eutrofização desaparecem causando redução na biodiversidade. Geralmente, o nitrogênio e o fósforo são os principais responsáveis pela eutrofização (BOYD, 2001).

No mercado internacional, os problemas surgidos com a carcinicultura são referentes à presença de antibióticos nos camarões de origem asiática. Esta contaminação ocorre na água de cultivo no momento de sua captação, o uso desses antibióticos sendo feito durante o manejo da produção (ALENCAR, 2003).

No Brasil, a preocupação com relação ao cultivo de camarão ainda é ambiental, relacionada principalmente a fatores como conversão do uso da terra e sua influência na biodiversidade e, também, a liberação dos efluentes nos corpos d'água adjacentes.

A pressão ambientalista em diferentes partes do planeta, o papel das Organizações Não Governamentais (ONG) na América Latina e a Legislação Ambiental Brasileira, contribuem em exigir dos produtores uma prática de manejo dentro do modelo de ecodesenvolvimento. Em todo o mundo há esforços, através de novas tecnologias, para tornar sustentável a carcinicultura (OLIVERA, 2001).

As principais questões colocadas pela indústria da carcinicultura marinha, relativas à sustentabilidade ambiental, referem-se aos impactos ambientais negativos causados pela carcinicultura. Neste sentido, a Global Alliance Aquaculture (GAA) preparou os “Códigos de Práticas para Produção Responsável de Camarões Marinhos”, que descrevem práticas de manejo que deverão ser utilizadas para melhorar o desempenho ambiental da produção de camarões marinhos (QUEIROZ e KITAMURA, 2001). Entre as práticas mais comuns e eficientes pode-se encontrar a utilização de rações de boa qualidade; evitar alimentação em excesso; utilizar densidades de estocagem e taxas de alimentação que não causem uma redução da concentração de oxigênio dissolvido abaixo de 3 mg/L durante a noite, e evitar trocas de água excessivas ou reduzir estas ao mínimo.

Como o fornecimento de alimento para camarões é o principal fator causador da deterioração da qualidade da água e do acúmulo de matéria orgânica no fundo dos tanques, a substituição do nível de proteína animal por vegetal nas rações de camarão, pode reduzir

a carga do nitrogênio e fósforo adicionados aos efluentes, diminuindo a carga poluente do cultivo.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Diminuir a carga poluente nos efluentes do cultivo, quantificado através dos teores de nitrogênio e fósforo, contribuindo para a sustentabilidade da carcinicultura.

2.2 Específicos

- Substituir parcialmente a proteína animal pela proteína vegetal nas rações para camarão;
- Avaliar o desempenho no crescimento em ganho de peso e comprimento, sobrevivência, conversão alimentar dos diferentes níveis de proteína animal e vegetal;
- Quantificar os teores de nitrogênio e fósforo e sua influência nos efluentes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O camarão *Litopenaeus vannamei*, conhecido vulgarmente como “camarão cinza”, é originário da Costa do Pacífico e encontrado naturalmente em alguns países da América do Sul, América Central e México, habitando águas com temperaturas variando de 20 aos 30°C. De hábito alimentar onívoro e detritívoro, na maioria dos casos aceita ração de crescimento com 35% de proteína. Sofre o processo de muda de acordo com as condições ambientais e nutricionais (MAIA e CORREIA, 2002).

Este camarão foi introduzido no Brasil na década de 80, tendo contribuído para retomada do desenvolvimento da carcinicultura marinha nacional, promovendo, dessa maneira, o aumento da produtividade de diversas fazendas (ROSENBERRY *apud* ROCHA, NUNES e FIGUEIREDO, 1998). Sua viabilidade para o cultivo, em altas taxas de confinamento, ocorre graças à sua rusticidade, rapidez no crescimento e ampla faixa de tolerância à salinidade. Outro fato importante é com respeito à sua capacidade de aproveitar dietas com níveis protéicos variando de 20 a 40%, tornando-a uma das espécies de camarões mais cultivadas no mundo.

O cultivo do camarão foi criticado por organizações e indivíduos que consideram a indústria como sendo ambientalmente irresponsável (MOSS et al., 2001). Atualmente, é interesse da indústria camaroneira valer dos métodos ambientalmente mais responsáveis de produção. Pesquisadores continuam desenvolvendo e avaliando meios para que o cultivo do camarão não degrade o ambiente natural como também o de cultivo. As alternativas poderiam ser a redução das taxas de troca de água e o uso de proteínas vegetais para substituir ou completar as de origem marinha, comumente usadas em alimentos para camarão.

Em áreas litorais da Ásia, assim como no Brasil, o cultivo de camarão também é uma das atividades mais crescentes, com uma produção de 737.200t em 1998 (ROSENBERRY, 1998). Entretanto, parece que a produção sustentável está se tornando limitada pela capacidade de suporte dos ecossistemas litorais (PRIMAVERA, 1998). O cultivo intensivo do camarão é limitado também pela eutrofização, pelas perdas de estoque devido à doenças, por problemas sócio-econômicos e humanos, e por perdas de florestas de mangues, de campos de arroz na Ásia, limpeza de áreas e a salinização (BOYD e TUCKER, 1998; PRIMAVERA, 1998).

3.1 Rações de baixo custo

A fabricação de formulações caseiras é um processo simples. Em pequenas criações, basta apenas uma máquina de moer carne e alguns tambores plásticos. A ração para camarões pode ser triturada com peneiras. Depois de moído o material, é necessário peneirar tudo para separar as partículas mais grossas, que não devem entrar no preparo da ração. Ainda pode-se aproveitar trituradores, misturadores e outros equipamentos existentes para preparo de rações de outras espécies animais (ANZUATEGUI, 1998).

Usando rações caseiras ou industriais, pode-se obter o máximo desempenho, traduzido em ganhos de peso diários e conversão alimentar. A escolha de um outro sistema irá depender de vários fatores como mão-de-obra, disponibilidade de ingredientes, custo básico da matéria-prima, equipamento disponível e infra-estrutura de estocagem.

A ingestão ou consumo de alimentos pelos camarões pode envolver uma quantidade considerável de desperdício. Em aquários, alguns pesquisadores têm descrito até 40% de desperdício dependendo da textura do alimento (CUZON e WILLIAMS, 2002). Sendo assim, os péletes elaborados para cada espécie e para cada fase de crescimento, deverão ser otimizados com respeito ao conteúdo de nutriente, atratividade, forma, tamanho, textura, palatabilidade, digestibilidade e estrutura física (CORREIA, 1993).

3.2 Estabilidade das rações em água

É desejável que essas rações sejam as mais estáveis em água, pois a instabilidade é uma das principais causas do aumento na conversão alimentar e conseqüentemente, dos custos de produção (OLIVEIRA e CASTRO, 2000).

Vários trabalhos foram realizados no que concerne à estabilidade dos péletes em água (BOONYARATPALIN, 1981; TAECHANURUK e STICKNEY, 1982; SOCOLA, 1986; CORREIA, 1993; MENDES, 1996; OLIVEIRA e CASTRO, 2000). Os resultados foram satisfatórios, havendo registro de estabilidade de 83 a 86% em 22 horas.

3.3 Indústria de rações aquícolas

O setor de alimentos para organismos aquáticos, que em 1997 representava apenas 0,2% do total de rações fabricadas no Brasil, assume hoje um importante papel neste cenário, tendo fechado o ano de 2001 como responsável por 4,26% do total de rações produzidas no país (EVOLUÇÃO DO SETOR, 2002).

O Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking latino-americano, com 38,8 milhões de toneladas de alimentos balanceados produzidos em 2001. No cenário internacional, a produção brasileira é a terceira colocada, ficando atrás apenas dos EUA, que produziram 141,6 milhões de toneladas em 2000 e da China com suas 57 milhões de toneladas produzidas no mesmo ano (EVOLUÇÃO DO SETOR, 2002).

A indústria de ração aquítica tem manifestado preocupações sobre a suficiência da disponibilidade mundial de farinha e óleo de peixe para satisfazer a demanda nos próximos anos. Para dar resposta a esta preocupação, Hasan (2001) *apud* Nates (2003), e Barlow (2000), juntamente com representantes da FAO e da indústria de ração aquícola, estimaram projeções de demanda dos requerimentos de ração para aquíicultura de 37,2 milhões de toneladas no ano de 2010.

3.4 Farinha de peixe

A farinha e o óleo de peixe de alta qualidade terão um papel decisivo devido às suas proporções exclusivas de proteína (aminoácidos) e lipídeos (ácidos graxos de cadeia longa - ômega 3), numa forma altamente digerível e densa em energia (BARLOW, 2000).

O nível de inclusão de um determinado ingrediente na ração animal é ditado pelo seu custo de substituição por outros ingredientes e, com a farinha de peixe aumentando cada vez mais de preço, o produto é gradativamente substituído por ingredientes com uma melhor eficácia de custos (CHAMBERLAIN, 2003).

Uma previsão mais otimista considera que haverá uma redução drástica das inclusões de farinha de peixe/óleo de peixe para a próxima década, devido à pressão do consumidor e forças de mercado, resultando em relações de oferta/procura aceitáveis para farinha de peixe e o óleo de peixe (COUTTEAU, 2003). Cruz-Suarez et al. (2001) relatam que, no México, alimentos comerciais comumente utilizados contêm 35% de proteína e eventualmente 40%, e as indústrias tendem a aumentar a proporção de proteínas vegetais como uma estratégia de diminuir os custos.

3.5 Ingredientes alternativos na ração

Várias pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de substituir parcialmente ou totalmente a farinha de peixe na formulação de rações para camarões.

A substituição de proteínas marinhas em alimentos para camarão tem sido realizada com diferentes graus de sucessos. Considerada atenção está sendo dada à avaliação com proteínas vegetais como farinha de soja (LIM e DOMINY, 1990,; PIEDAD-PASCUAL et al., 1990; AKIYAMA, 1990; AKIYAMA, 1991; KANAZAWA, 1992; TIDWELL et al., 1993; SUDARYONO et al., 1995), subproduto (extrato) da farinha de algodão (LIM, 1996), alguns legumes (grão de arroz) e farinha de folhas (EUSEBIO, 1991; EUSEBIO E COLOSO, 1998), farinha de ervilhas (DAVIS et al., 2002; CRUZ-SUAREZ et al., 2001), farinha de amendoim (LIM, 1997), farinha de canola (BUCHANAN et al., 1997; LIM et al., 1997) e até subprodutos das aves (MENDOZA, 2001; CHENG et al., 2002b).

Pesquisas na Austrália reconhecem o desenvolvimento de ingredientes alternativos que podem substituir a farinha de peixe parcialmente em alimentos para peixes e camarões marinhos (SMITH et al., 2001).

Lim et al. (1997), determinaram o valor nutritivo das altas e baixas concentrações de farinha de canola para *L. vannamei*. Buchanan et al. (1997) estudaram substituições parciais de proteína animal por farinha de canola nas proporções de 20%; 0,25% (+ enzimas); 64% e 54% (+ 10% sacarose). Com os resultados da dieta com 64% de canola resultou na taxa de crescimento significativamente mais baixa ($1,79 \pm 0,42$ g), e com a adição de enzimas, o ganho de peso aumentou 28% para um nível semelhante ao controle ($2,33 \pm 0,49$ g). A dieta com canola 0,25% (mais enzimas) também resultou em ganhos de peso mais elevados ($2,40 \pm 0,16$ g) que as dietas de canola com 54 e 20% ($2,29 \pm 0,27$ g), não sendo significativamente diferentes.

Davis e Arnold (1995) utilizaram quatro cereais (trigo inteiro, farinha de milho, farinha de arroz e milho) os quais foram examinados antes e depois de serem submetidos a dois processos de extrusão, para determinar os efeitos desses processos na digestibilidade da energia *in vivo*.

Moss et al. (2001) avaliaram dietas com proteína vegetal em camarão e alcançaram taxas maiores que 1 g por semana, e ainda podendo ser possível selecionar camarões para um rápido crescimento com dietas vegetais.

Por outro lado, Barlow (2000) relata que a eventual substituição por outros ingredientes, especialmente aqueles de origem vegetal, pode comprometer o seu equilíbrio nutritivo, sem que se consiga alcançar os nutrientes digeríveis e especialmente a concentração de energia contida na farinha e no óleo de peixe.

Kureshy e Davis (2001), procurando a exigência de proteína diária para manutenção e ganho de peso do *L. vannamei* nas fases juvenil e adulto, obtiveram resultados de baixo ganho de peso, eficiência alimentar e conversão alimentar com 16% de proteína, do que quando utilizaram 32% de proteína na dieta para ambas as fases. Com 48% de proteína na dieta, foi produzido o mais baixo ganho de peso para o camarão juvenil, não havendo diferença estatística para o adulto.

Ito e Fransozo (2003) conduziram uma pesquisa com o *F. paulensis* para determinar a substituição dos níveis de proteína animal pela vegetal em dietas para pós-larvas, durante 90 dias. Utilizaram quatro dietas peletizadas (isoprotéicas com 40% de proteína bruta e isocalóricas com 4300 kcal de energia total/ kg), com níveis estimados de proteína animal de 60, 50, 40 e 30%. Os autores concluíram que a dieta 40% de proteína animal e 60% de proteína vegetal promoveu o melhor ganho de peso médio dos camarões.

3.6 Hábitos alimentares e requerimentos nutricionais

A nutrição engloba processos químicos e fisiológicos que irão prover os animais da capacidade de realizar suas funções normais. Para que isto ocorra, há a necessidade de suprir o organismo com uma quantidade correta de nutrientes essenciais (proteínas, lipídeos, carboidratos, vitaminas e minerais), a qual é obtida pelo balanceamento da dieta, através do uso de diferentes fontes alimentares (SILVA, 1996).

Ainda não existe muitas informações no que se refere aos níveis nutricionais ótimos para o cultivo de camarões em viveiros (LAWRENCE 1996; TACON, 1996; *apud* TACON et al., 2002).

O conhecimento científico da nutrição dos crustáceos está sendo incrementado regularmente. Contudo, os requerimentos nutricionais dos camarões peneídeos são pouco conhecidos devido às diferenças na metodologia da investigação e a ausência de uma dieta experimental padrão e por causa de fatores como: espécie, idade, fonte e estado fisiológico do camarão, condições ambientais, instalações e formas experimentais, composição e processamento das dietas (CRUZ-SUAREZ, 2000). Diante desse fato, existem evidências de que as preferências alimentares mudam com a idade e o estado fisiológico. Por exemplo, na época da maturação, o *Penaeus monodon* consome uma proporção maior de moluscos do que de crustáceos. O inverso acontece com o estágio de crescimento (MARTE, 1980).

Em condições naturais os camarões juvenis peneídeos são considerados onívoros ou detritívoros. Em estudos do conteúdo estomacal, que foram feitos em espécies diferentes, se encontrou, de maneira geral, pequenos crustáceos, poliquetas, algas e detritos. Algumas espécies são mais vegetarianas e outras mais carnívoras (WIKINS, 1976). Barbieri e Ostrensky (2002), relatam que o *L. vannamei* apresenta hábitos noturnos de alimentação, contudo, em viveiros não se enterra como o *F. paulensis*.

Os princípios nutricionais são similares para todos os animais. A quantidade de nutrientes requeridos varia com as espécies e idade. São aproximadamente 40 nutrientes essenciais requeridos por peixes e animais terrestres. Aparentemente, estes nutrientes essenciais são similares para camarões e pode-se incluir aminoácidos, ácidos graxos, energia, vitaminas e minerais. Estes nutrientes são disponibilizados, em certo grau, através do alimento processado e do meio natural de cultivo (AKIYAMA e DOMINY, 1989).

3.6.1 Proteínas

Independente do organismo cultivado e do nível protéico por ele requerido, uma atenção especial deve ser dada ao balanceamento de aminoácidos nas rações (TABELA 1). Alguns deles podem ser sintetizados pelos indivíduos a partir de carboidratos, lipídios ou outro tipo de composto nitrogenado. Aqueles que não podem ser biossintetizados, ou que o são em quantidade insuficiente para promover o crescimento do indivíduo, são comumente denominados essenciais e devem ser fornecidos através das dietas (CASTRO, 1999).

TABELA 1. Requerimentos em aminoácidos essenciais necessários à dieta de camarões, calculados em diferentes níveis protéicos.

PB (%)	Arg	Cis	Met	Tre	Ile	Leu	Lis	Val	Tir	Tri	Fen	His
25	1,36	0,24	0,47	0,84	0,59	1,22	1,29	0,74	0,68	0,24	0,67	0,38
30	1,36	0,28	0,57	1,01	0,71	1,47	1,54	0,89	0,82	0,28	0,81	0,46
35	1,90	0,33	0,66	1,18	0,83	1,71	1,80	1,04	0,96	0,33	0,94	0,54

40	2,17	0,38	0,76	1,34	0,95	1,96	2,06	1,19	1,09	0,38	1,08	0,62
45	2,44	0,42	0,85	1,51	1,07	2,20	2,31	1,34	1,23	0,42	1,21	0,69
50	2,71	0,47	0,95	1,68	1,19	2,45	2,57	1,49	1,37	0,47	1,35	0,77
55	2,98	0,52	1,04	1,85	1,31	2,69	2,83	1,64	1,50	0,52	1,48	0,84

Fonte: TACON (1989).

3.6.2 Lipídios

De uma maneira geral, os lipídios ocorrem sob as formas de ácidos graxos, triglicerídios, fosfolipídios, glicolipídios e esteróides. Na aquicultura, as principais fontes de lipídios nas dietas preparadas são os triglicerídios, os quais são formados pela combinação de três moléculas de ácidos graxos e uma de glicerol (STICKNEY, 1994).

Os óleos de origem vegetal, com raras exceções, apresentam em sua composição um maior percentual de ácidos graxos da série n-6 (TACON, 1989 *apud* Castro, 1999), enquanto que nos de origem animal, encontram-se maiores concentrações dos ácidos da série n-3. Gong *et al.* (2000^a), comprovam a eficiência da lecitina de soja como fonte de lipídios na nutrição de juvenis de *L. vannamei* e suas interações (GONG *et al.*, 2000^b).

3.6.3 Carboidratos

Apesar da aparente ausência de informações sobre o requerimento de carboidratos para camarões, não há dúvidas de que eles desempenham importantes funções biológicas nos organismos. Maynard *et al.* (1984) relatam que os carboidratos absorvidos sob as formas de glicose, galactose e de frutose são metabolizados de três maneiras fundamentais: (a) como fonte imediata de energia; (b) como precursor do glicogênio do fígado e dos músculos e (c) como precursor dos tecidos triglicerídios. A glicose, produto final da digestão de carboidratos em animais, é considerada a maior fonte de energia para o cérebro e tecidos nervosos e servem de intermediário na síntese de DNA e

RNA, aminoácidos essenciais, secreções, mucosas e quitina (TACON 1989, *apud* CASTRO, 1999).

Se o alimento possuir baixas concentrações em carboidratos, juvenis de *L. vannamei* tem a capacidade de converter proteínas como fonte de energia (ROSAS et al., 2001).

3.6.4 Vitaminas e minerais

As vitaminas são compostos orgânicos requeridos pelo corpo em quantidades mínimas para realizar funções celulares específicas. Elas podem ser classificadas, de acordo com sua solubilidade e suas funções no metabolismo, em hidrossolúveis – as vitaminas do complexo B, Biotina, Ácido pantotênico, Ácido fólico e a vitamina C, e em lipossolúveis que são as vitaminas A, D, E e K (CHAMPE, 1997).

A quantidade e o tipo de vitaminas exigidas pelos camarões são influenciados pelo tamanho, idade e taxas de crescimento dos camarões, condições ambientais e inter-relação entre os nutrientes presentes na dieta (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002). Os mesmos autores afirmam ainda que, como a maioria dos animais aquáticos, os camarões podem absorver e excretar minerais diretamente pela superfície do corpo e pelas brânquias. Assim, a necessidade de suplementação mineral da ração depende da composição química da água em que os camarões estão sendo cultivados.

3.7 Digestão dos componentes do alimento

A digestão do alimento para camarões depende do nível de re-hidratação do alimento e da presença de quantidades razoáveis de fibra, assim como da ausência de alguns fatores antinutricionais. Além disso, o conhecimento da digestão da proteína e do amido ajuda na formulação de alimento para camarão, particularmente na adoção de ingredientes “não convencionais” (CUZON e WILLIAMS, 2002).

Deste modo, é importante considerar a atividade de enzima endógena, notavelmente a da alfa-amilase, que tende a hidrolisar a amilopectina, a qual é o componente principal

dos amidos de diversas origens botânicas ou vegetais, como o milho, batata, trigo, sorgo, etc (CUZON e WILLIAMS, 2002). Os juvenis de *L. stylirostris* e *L. vannamei* demonstraram uma boa atividade da alfa-amilase endógena. Estudos *in vivo* demonstram que toda espécie de camarão pode digerir amidos de procedência vegetal, tanto crus como cozidos.

Existem algumas enzimas digestivas como as quitinases que permitem a digestão da quitina, parte constituinte do exoesqueleto dos artrópodos, podendo os crustáceos consumir sua própria quitina e, às vezes, de outros crustáceos (CRUZ-SUAREZ, 2001).

3.8 Composição dos ingredientes

A diferença mais flagrante na composição de vegetais e de animais consiste no fato de que a matéria seca dos primeiros compõe-se, principalmente, de carboidrato. Este componente serve tanto de material estrutural como de reserva, enquanto que nos animais a proteína se constitui na estrutura dos tecidos moles e a gordura é a reserva (MAYNARD et al., 1984).

O milho integral é o cereal mais utilizado na alimentação dos animais, pois seu endosperma (porção amilácea) é constituído principalmente de amido, apresenta cerca de 10% de proteína e pequenos níveis de minerais e gorduras.

Os vários tipos de milho apresentam grãos de cores distintas, dando-se preferência a utilização de milho pigmentado que possui a criptoxantina, precursora da vitamina A. Sendo o cereal mais utilizado como alimento energético, apresenta um valor médio de nutrientes digestíveis totais em torno de 80%, cerca de 3400 Kcal de energia metabolizável. É pobre em cálcio (0,02%) e é uma excelente fonte de carotenos ou provitamina A. O teor de gordura oscila entre 3 e 6%, sendo rico em ácidos graxos insaturados. O teor de proteína bruta é variável entre 8 e 13% (ANDRIGUETO et al., 1985).

O farelo de trigo consiste principalmente no tegumento que envolve o grão, considerado um subproduto grosseiro. Contém 16% de proteína bruta 4,5% gordura, fibra bruta em torno de 10 e 67% de nutrientes digestíveis totais. É um alimento rico em fósforo, mas pobre em cálcio. É rico em niacina, medianamente rico em tiamina e pobre em riboflavina. Sua proteína é de melhor qualidade que a do milho (ANDRIGUETO et al.,

1985). O beneficiamento do trigo deixa, como subproduto, um alimento para animais que é mais rico em proteína, gordura, sais minerais e vitaminas do que o próprio grão inteiro, que é porém, menos digerível por causa da maior soma de carboidratos de nível mais elevado (MAYNARD et al., 1984).

A farinha de peixe é um produto seco e triturado obtido de peixe inteiro ou de pedaços de peixes, dos quais já foi extraída ou não a parcela de óleo. Se o teor de sal for superior a 3%, esta qualidade deve constar no rótulo de embalagem, não sendo permitido um teor de sal superior na formulação das dietas (ANDRIGUETO et al., 1985).

Comercialmente, as farinhas de peixe são classificadas em função da matéria-prima com que são fabricadas. Em 2002, o abastecimento desta matéria-prima foi bastante complicado devido às variações de preço impostas pelo mercado e pela desvalorização cambial (WALDIGE e CASEIRO, 2003).

Um dos aspectos mais debatidos nestes produtos é o teor de NaCl da ordem 3%. Dosagens entre 3 e 7% indicam uma utilização que exige maiores cuidados por parte dos nutricionistas, e teores acima de 7% contra indicam o emprego das farinhas no uso animal, devido à toxicidade que podem apresentar. A farinha de peixe representa o produto natural que possui elevados níveis de vitamina B₁₂ (ANDRIGUETO et al., 1985).

O farelo de soja apresenta, em média, 44% de proteína, é porém pobre em cálcio (com apenas 0,27%) e apresenta um teor de 0,63% em fósforo, maior que a farinha de algodão ou farelo de trigo. Contém mais riboflavina que o milho ou outro cereal e não fornece caroteno e vitamina D.

Na antiguidade, os chineses usavam a soja como alimento, bem como se utilizavam de muitos remédios dela derivados. Nas primeiras épocas de sua introdução nos Estados Unidos da América, era utilizada como feno para gado. Hoje, a soja se constitui na maior fonte de óleo vegetal e de proteína, tanto para a alimentação humana como animal. O grão de soja contém mais proteína do que o ovo. Além disso, a soja também é rica em vitaminas e minerais (COSTA, 1996). A lecitina, extraída da soja, também é usada na composição de rações para animais aquáticos, como o estudado por Gong et al. (2001), que compararam o

efeito de diferentes tipos de lecitina de soja no crescimento e sobrevivência do camarão *L. vannamei*.

Cruz-Suarez (2000) relata que, torrando os flocos da soja, destrói-se um inibidor da enzima digestiva, deixando a proteína da soja o mais disponível possível para a digestão.

3.9 Qualidade de água

No cultivo intensivo de camarões, grande parte dos problemas de qualidade de água se deve ao uso de alimentos de má qualidade e de estratégias de alimentação inadequadas. Mantendo uma boa qualidade da água e um adequado manejo nutricional, pode-se garantir a saúde e o desempenho produtivo dos animais (KUBTIZA, 2003).

Preocupações têm sido manifestadas sobre o impacto dos efluentes da carcinicultura nos ecossistemas aquáticos (NAYLOR et al., 1998, *apud* CHAMBERLAIN, 2002). A eutrofização e a sedimentação causadas por efluentes podem trazer modificações ao ambiente, perda da fauna mais sensível e a degradação de valores.

Adições de nitrogênio e fósforo em águas naturais podem causar eutrofização. Dessa forma, a descarga de nutrientes gerados pelos viveiros de produção de organismos aquáticos é uma questão importante no processo de elaboração das normas ambientais para a aqüicultura (BOYD e QUEIROZ, 2001).

Lawrence et al. (2003) relatam que existem dados suficientes para indicar que a descarga de fósforo está diretamente relacionada aos níveis de fósforo da dieta.

Como não existia padrão estabelecido que determinasse as concentrações de nutrientes dos efluentes das fazendas de camarão marinho, doze variáveis hidrológicas foram analisadas em um número suficiente de

estudos para permitir uma avaliação estatística. Encontrou-se que as fazendas com sistema de cultivo intensivo tiveram seus efluentes mais concentrados do que as fazendas semi-intensivas (CHAMBERLAIN, 2002).

Boyd (2003) relata que, no manual da GAA, os “Códigos de Práticas para Criação Responsável de Camarões” utilizam as melhores práticas realmente eficientes como o monitoramento dos efluentes, avaliando os padrões com critérios numéricos de qualidade de água.

Os padrões esperados de efluentes para certificação de fazendas de criações de camarões, citados por Boyd (2003), são pH entre 6,0 e 9,0; sólidos suspensos menor que 50mg/L; fósforo solúvel menor que 0,3mg/L; nitrogênio de amônia total menor que 3mg/L; demanda bioquímica de oxigênio (5 dias) menor que 30mg/L e oxigênio dissolvido maior que 5mg/L.

O controle dos parâmetros de qualidade de água é fundamental no cultivo de camarões, principalmente à medida que é intensificado, devido ao dinamismo dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no ecossistema (AMARAL et al., 2003). Assim, o acompanhamento dos fatores bióticos e abióticos dos viveiros permite realizar um manejo alimentar mais eficiente. A constatação de alguma variável fora do padrão sinaliza estresse para os camarões que, em resposta, diminuem o consumo do alimento.

Buford e Williams (2001) estudaram o destino do nitrogênio dos alimentos não aproveitados pelo *P. monodon*, e a fonte principal eram a excreção da amônia das brânquias dos camarões. Porém, também havia uma quantidade significativa de nitrogênio dissolvido lixiviado dos alimentos e fezes em cima do curso de algumas horas. A maioria estava na forma combinada de nitrogênio orgânico dissolvido. No caso dos alimentos, uma proporção significativa de 23% foi dissolvida a aminas primárias, enquanto que nas fezes, 26% era uréia.

Os efeitos letais da amônia nos camarões peneídeos jovens foram avaliados para o *P. chinensis* (CHEN e LIN, 1992), *P. monodon* (CHEN e LEI, 1990), *P. paulensis* (OSTRENSKY e WASIELESKY, 1995) e *P. penicillatus* (CHEN e LIN, 1991).

É provável que o nitrogênio orgânico dissolvido do alimento formulado e das fezes tenha um impacto significativo na qualidade de água em viveiros de camarão, ambos pela sua acumulação (BUFORD e WILLIAMS, 2001). Esses autores relatam ainda que, para diminuir essa situação de excesso do nitrogênio no ambiente, deve-se reduzir a superalimentação e melhorar a retenção do alimento pelo camarão.

O alimento para camarões deve ser submergível, permanecer estável até o seu consumo e ser consumido rapidamente com um mínimo de desperdício. Além disso, o alimento deve fornecer um bom rendimento em relação ao crescimento ainda que sua formulação incorpore maiores proporções de energia e proteína de origem vegetal (CUZON e WILLIAMS, 2002).

A estratégia de alimentação usada em culturas comerciais pode possuir um impacto significativo na qualidade de água e, portanto, no crescimento, saúde e sobrevivência do camarão (SMITH et al., 2002).

Efluentes de viveiros de camarão podem contribuir significativamente para a carga elevada de nutrientes em ambientes litorais. As estimativas dos nutrientes e dos sedimentos que entram em canais costeiros dos viveiros de camarão indicam que a maioria deste material se origina das rações adicionadas (MACINTOSH e PHILIPS, 1992; BRIGGS e FUNGE-SMITH, 1994).

Paez-Osuna (2000) *apud* Olivera (2003) mencionou que em Honduras, onde cultivos semi-intensivos são praticados, apenas 16% do nitrogênio e 10% do fósforo são incorporados ao camarão sendo o restante liberado como parte do efluente. Um estudo na Tailândia demonstrou que 77,5% do nitrogênio e 86% do fósforo aplicados em cultivos foram perdidos no ambiente. Wainberg (2000) menciona que a descarga de efluentes ricos em matéria orgânica pode causar hiper-nitrificação, eutrofização, sedimentação e mudança na produtividade e estrutura da comunidade bentônica adjacente.

Além dos problemas ambientais, o lançamento de efluentes pode gerar um grande problema econômico. Eles podem exceder a capacidade assimilativa das águas receptoras (como os estuários, por exemplo), causando uma autopoluição, que é um efeito retroativo,

acarretando na perda da produtividade, epidemias de doenças e podendo até inviabilizar economicamente a área (OLIVERA, 2003).

Currie (1994) *apud* Olivera (2003) menciona que em países onde o cultivo de camarão é bem desenvolvido, o balanço ambiental foi negativo, tendo os processos de transformação dos recursos naturais e a produção de efluentes alcançados níveis alarmantes e perigosos para as fazendas de camarões.

4 METODOLOGIA

4.1 Local de execução

O experimento foi conduzido no período de 12 de setembro a 15 de novembro de 2003. no laboratório de Nutrição e Alimentação em Aqüicultura – Campo de Produção e Comercialização de Ipojuca, pertencente à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, localizada em Porto de Galinhas - Ipojuca, 70 km ao sul de Recife-PE.

4.2 Instalações experimentais

Utilizaram-se tanques circulares de fibra de vidro, com área de 0,88 m² e volume de 500L mantidos sob aeração constante e taxa de renovação diária de aproximadamente 10% de água. Cada tanque apresentou sistemas de abastecimento com drenagem individual, permitindo a retirada de água do fundo e maior controle na manutenção do nível da água (FIGURA 1).

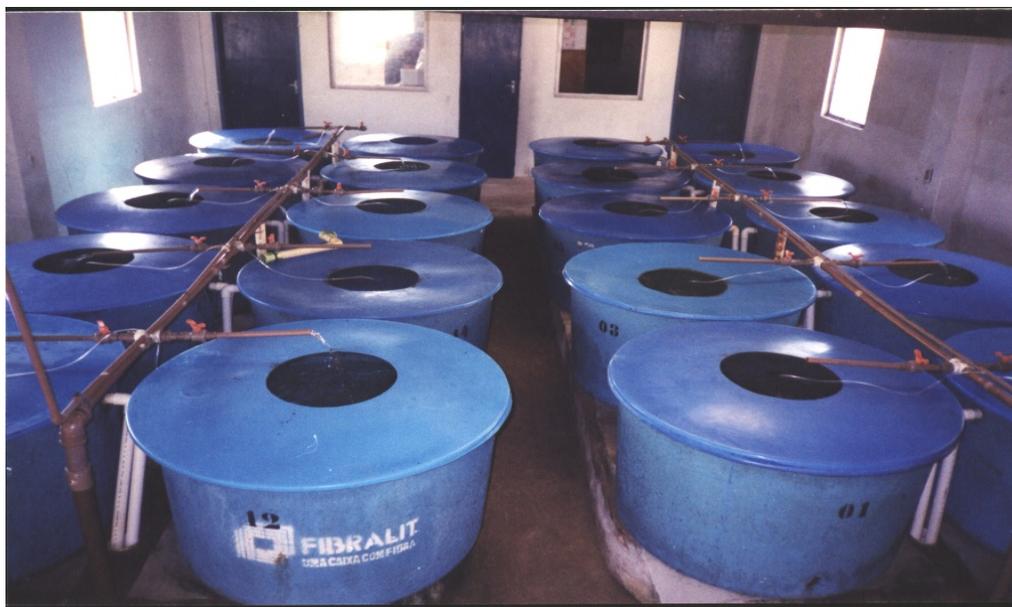


FIGURA 1. Vista geral dos tanques experimentais.

4.2.1 Estocagem

Os juvenis foram adquiridos da fazenda Costa Dourada, selecionados e acondicionados em sacos plásticos com 1/3 de água e 2/3 de oxigênio. Já os camarões doados da fazenda Atlantis, para este experimento foram acondicionados em dois tipos de transportes, um em sacos plásticos com 1/3 de água e 2/3 de oxigênio e o outro, no chamado submarino. Ambos foram transportados até o IPA, em Porto de Galinhas, onde os camarões foram misturados, sem separação das duas origens e aclimatados no mesmo dia da chegada.

No ato da estocagem, foram feitas pesagem e medição de todos os indivíduos, utilizando régua e balança eletrônica com precisão de 0,001g., com comprimento total médio de $6,63 \pm 0,08$ cm e peso total médio de $2,86 \pm 0,09$ g., totalizando 432 juvenis de *L. vannamei*.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais a uma densidade de 33,33 camarões/m².

4.2.2 Crescimento em peso e comprimento

As biometrias foram realizadas semanalmente utilizando-se 10 camarões de cada unidade experimental da população inicial. Utilizou-se um puçá, uma balança eletrônica com precisão de 0,01g e uma régua para a coleta, pesagem e medição dos camarões, respectivamente. A medição do comprimento se restringiu à distância do globo ocular até o final do télson.

Para avaliar o peso dos camarões submetidos aos quatro tratamentos, foi adotado o modelo:

Ganho de peso médio (GP), expresso em gramas, através da diferença entre o peso médio final (P_f) e o inicial (P_i): $GP = P_f - P_i$

4.2.3 Conversão Alimentar e Sobrevivência

A conversão alimentar (CA), resultado da razão entre a quantidade de alimento fornecido (em peso seco) e o ganho de biomassa (em peso vivo), é dada pela fórmula:

$CA = \text{Quantidade de ração fornecida} / \text{Ganho de biomassa}$

No ato da pesagem e biometrias semanais, também foi analisada a sobrevivência através da contagem dos camarões em cada tanque.

4.2.4 Manejo de cultivo

Durante 48 horas antes do início do experimento, os camarões não foram alimentados, para limpeza do trato digestivo. Após essa fase foram alimentados com rações de 35% de PB.

O experimento teve a duração de 60 dias, durante os quais os camarões receberam alimentação quatro vezes ao dia (8, 12, 16 e 22h), em quantidade equivalente a 4% da biomassa na semana de estocagem, segundo a metodologia em que à medida que o animal cresce a oferta de alimento diminui, ajustada a partir das observações de consumo durante o cultivo. Semanalmente foram realizadas biometrias, com o intuito de acompanhar as variações do crescimento em comprimento (cm) e peso (g). Nessa oportunidade, também foram coletadas amostras de água para análise físico-química.

Foram realizadas trocas diárias de aproximadamente 10% de água de cada tanque, visando reduzir os compostos nitrogenados oriundos do metabolismo dos camarões e do metabolismo bacteriano na decomposição das proteínas presentes nos resíduos de ração, fezes e animais mortos.

4.2.5 Dietas experimentais

As dietas foram formuladas com base nos requerimentos nutricionais do camarão *L. vannamei* na fase juvenil, levando-se em conta o custo e a disponibilidade dos ingredientes na região. Consistiram de três rações contendo 35% de proteína bruta e aproximadamente 3.000 kcal/kg de energia, constituídas de farinha de peixe, farelo de soja, farelo de trigo, milho, óleo de soja, fosfato bicálcico, premix mineral e vitamínico, vitamina C e sal (TABELAS 2 e 3). Uma ração comercial de 35% PB foi utilizada como controle.

A composição centesimal das dietas foi calculada de acordo com tabelas apresentadas pela EMBRAPA (1989), com base nos requerimentos nutricionais do camarão. A participação da proteína bruta animal e vegetal foram, respectivamente, 75%:25% (Ração A), 50%:50% (ração B), 25%:75% (Ração C) e uma ração comercial (Ração D) que serviu apenas de parâmetro do desempenho.

TABELA 2. Formulação das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Rações		
	A	B	C
Farinha de peixe	52,50	35,00	17,50
Farelo de soja	12,00	31,50	49,00
Farelo de trigo	6,60	8,60	22,00
Milho	25,90	21,90	6,25
Óleo de soja	1,00	1,00	3,00
Fosfato bicálcico	0,50	0,50	1,00
Premix.*	1,00	1,00	1,00
Sal iodado	0,50	0,50	0,25
TOTAL	100,00	100,00	100,00

*Níveis de garantia por kg do produto:

0,4% : ácido fólico 106,00 mg (BHT); ácido pantotênico 2.490,00 mg; antifúngico 5.000,00 mg; antioxidante 200,00 mg; biotina 21,00 mg; cobre 2.000,00 mg; colina 118.750,00 mg; ferro 12.500,00 mg; iodo 190,00 mg; manganês 18.750,00 mg; niacina 7.840,00 mg; piridoxina 210,00 mg; promotor de crescimento 7.500,00 mg; riboflavina 1.660,00 mg; vitamina D₃ 525.000,00 UI; selênio 75,00 mg; tiamina 360,00 mg; vitamina A 2.090,00 UI; vitamina B₁₂ 3.750,00; vitamina E 4.175,00 UI e zinco 12.500,00 mg.

TABELA 3. Composição calculada das dietas

Nutrientes	Rações		
	A	B	C
Proteína bruta (%)	34,99	34,97	34,95
Fibra bruta (%)	2,56	3,46	4,92
Cinzas (%)	13,83	10,98	8,90
Extrato Etéreo (%)	10,44	8,01	7,46
Cálcio (%)	3,50	2,44	1,52
Fósforo (%)	1,85	1,45	1,21
Umidade (%)	10,72	11,52	11,78
Energia bruta (kcal/kg)	4.169	4.148	4.236
Energia digestível (kcal/kg)	3.190	3.127	3.135

4.2.6 Elaboração da ração

As rações experimentais foram elaboradas artesanalmente, salientando que, nessas dietas, a proteína animal é de origem marinha e nacional.

A farinha de peixe, farelo de trigo, farelo de soja e o milho foram triturados no desintegrador de grãos (com telas de 0,8 mm de diâmetro) até a obtenção de pó fino. Posteriormente, esses ingredientes foram misturados aos micronutrientes fosfato bicálcico, premix, vitamina C e sal, que também foram unidos manualmente até total homogeneização. A massa final foi aglutinada com água a 38 °C e misturadas ao óleo, passada por um moedor de carne com tráfílas de 3,0 mm para obtenção dos péletes, então

deixados no secador artesanal (FIGURA 2), segundo metodologia de Thompson adaptada por New (1987).



FIGURA 2. Rações no secador artesanal para redução da umidade nos péletes.

4.3 Estabilidade das rações em água

A estabilidade das dietas em água com salinidade 30‰ foi verificada segundo a técnica utilizada por Akiyama (1981) *apud* Olivera (1998) e adaptada para este experimento, realizada no LAPAQ (Laboratório de Sistemas de Produção Aqüícola) no Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Em cada parcela foram usados 100mL de água em copos descartáveis, onde foram imersos cinco péletes da ração de cada uma das quatro dietas com tamanhos homogêneos previamente pesados em balança eletrônica com precisão de 0,001g. Após o período de imersão em minutos ($T_1=30$, $T_2=60$, $T_3=90$, $T_4=120$, $T_5=150$, $T_6=180$, $T_7=210$, $T_8=240$, $T_9=270$, $T_{10}=300$, $T_{11}=330$ e $T_{12}=360$), foram postos em repouso por 1 minuto sobre papel absorvente para escoamento da água. Ao final desse tempo, os péletes foram novamente pesados e levados para secagem em estufa por 12 horas, à temperatura de 105°C, com o objetivo de avaliar a perda de peso em matéria seca nos quatro tratamentos com duas repetições, perfazendo um total de 96 parcelas.

Decorrido o período de secagem das rações, procedeu-se nova pesagem dos péletes para verificação da perda de peso em matéria seca (PP_{MS}), obtida pela diferença entre o peso em matéria seca dos péletes antes e depois da imersão:

$$PP_{MS} = ((\text{peso inicial} \times (100 - \% \text{ umidade}) / 100) - \text{peso final}).$$

4.4 Análise de água

Amostras de água foram coletadas em garrafas plásticas semanalmente, para determinação dos níveis de nitrito, nitrato, amônia e ortofosfato.

A água coletada foi filtrada com microfiltro de fibra de vidro GF-3 de 47 mm na bomba a vácuo Quimis Q-355B com 1/3 HP e acondicionada em garrafas de 100mL para análise da qualidade da água.

Todos os dados abióticos obtidos foram analisados no Laboratório de Física e Química do Solo e Água do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco.

4.4.1 Temperatura, pH e oxigênio dissolvido

A temperatura dos tanques foi medida três vezes ao dia, com o termômetro comum Incoterm. O pH e o oxigênio dissolvido foram medidos com o equipamento YSI – 556 MPS – Multi probe system, denominado de Multiparâmetros.

4.4.2 Salinidade

A salinidade durante o experimento foi medida com salinômetro Bio-marine Aquafauna Model: ABMTC, salinidade 0-100%, pela manhã e pela tarde.

4.4.3 Ortofosfato, Amônia, Nitrito e nitrato

Os procedimentos das análises das amostras seguiram os métodos estabelecidos no Standard Methods for the Examination of Wastewater (APHA, 1995).

4.5 Análise Estatística

As variáveis-resposta analisadas no final do cultivo foram crescimento em peso final (g), comprimento (cm), conversão alimentar, sobrevivência (%), e a qualidade de água ($\mu\text{g/L}$). Os dados dos quatro tratamentos A, B, C e D, foram avaliados através da Análise de Variância ($P \leq 0,05$), complementados pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Crescimento em peso e comprimento

Os resultados finais referentes ao rendimento do cultivo como biomassa inicial (g), incremento semanal (g), biomassa final (g) estão apresentados na TABELA 4. Os camarões obtiveram uma média final de ganho de peso $4,60 \pm 0,22\text{g}$ com a ração A, $4,56 \pm 0,24\text{g}$ com a ração B, $4,28 \pm 0,35\text{g}$ com a ração C e $5,44 \pm 0,07\text{g}$ com a ração D. O crescimento dos camarões alimentados com dietas em diferentes proporções de proteína animal/vegetal foi avaliado com base no ganho de peso, peso final e sobrevivência durante os períodos do experimento (semanas).

Esses resultados foram satisfatórios, considerando-se que no sistema de cultivo em laboratório utilizado no experimento, não houve contribuição do alimento vivo nas dietas dos camarões. Isto leva a crer que certamente serão obtidos melhores resultados quando esses camarões forem cultivados em viveiros, pois em ambientes naturais atingem, em média, 12g em 90 dias.

No decorrer do cultivo, foi observado que os camarões alimentados com as rações B e C, apresentaram perda de energia e conseqüente perda de atividade que os camarões das rações A e D. Essa situação interferiu principalmente na conversão alimentar e ganho e peso dos camarões. Este resultado confirma as observações de Andriquetto (1985), de que o desequilíbrio em aminoácidos, mesmo que seja representado por um único aminoácido essencial, tem efeito imediato não somente sobre o atendimento das necessidades protéicas, como também sobre o balanço energético.

As variáveis relacionadas ao peso são as que têm maior interesse para os aqüicultores, por refletirem diretamente na produção obtida (CASTRO, 1999).

TABELA 4. Variáveis de desempenho dos camarões submetidos aos diversos tratamentos.

Variáveis	Tratamentos			
	A (1)	B (2)	C (3)	D (4)
Biomassa inicial (g)	74,83	74,06	75,47	73,90
Comprimento (cm)	7,83±0,68 ^a	7,79± 0,72 ^a	7,62± 0,48 ^a	8,12± 0,90 ^b
Ganho Peso (g)	4,60± 0,22 ^a	4,56± 0,24 ^a	4,28± 0,35 ^a	5,44± 0,07 ^b
Incremento semanal (g)	0,34	0,36	0,28	0,60
Peso final (g)	5,97±0,75 ^a	6,05±0,59 ^a	5,97± 0,68 ^a	8,24±0,06 ^b
Sobrevivência (%)	41,34±20,6 ^a	50,85±13,1 ^a	42,30±21,4 ^a	93,27±2,1 ^b
Biomassa final (g)	64,11	94,68	59,27	199,95

Letras diferentes, entre as médias, diferenciam os tratamentos pelo teste de Tukey (P<0,05).

(1) - ração contendo 75% de proteína animal e 25% de proteína vegetal; (2) -50% de proteína animal e 50% de proteína vegetal; (3) -25% de proteína animal e 75% de proteína vegetal e (4) - ração comercial.

O ganho de peso médio semanal durante todo o cultivo pode ser observado na FIGURA 3. Houve diferença significativa no ganho de peso médio, a partir da 3^a semana, se prolongando até a 7^a semana. A partir daí, quando os tratamentos A, B e C, apresentaram-se significativamente iguais (P≥0,05), sendo porém diferentes do tratamento D. Este fato pode ter ocorrido devido a vários fatores, dentre eles o tamanho do pélete da ração e, conseqüente, monopólio da ração pelos camarões. Esses resultados estão próximos aos de Coutteau (2003), que ao realizar uma substituição drástica da farinha de peixe na ração por ingredientes vegetais padrões, obteve reduzido desempenho do alimento sobre o organismo cultivado, incluindo: redução da taxa de crescimento diária, aumento da taxa de

conversão alimentar, elevação da infiltração de gordura no fígado e aumento do índice hepatossomático.

Os resultados de Lim e Dominy (1992) discordam dos acima citados após terem substituído o lipídio da soja por farinha de soja comercial nas dietas do *L. vannamei*, não tendo encontrado diferença estatística quanto ao ganho de peso, sobrevivência e conversão alimentar.

Cruz-Suarez et al. (2001) testaram farinha de ervilha e canola, processadas de formas diferentes, em dietas do *L. stylirostris*. A dieta com ervilha microencapsulada obteve altas taxas de crescimento e o resultado com a canola extrusada mostrou-se semelhantes à dieta controle. Ao final do experimento os camarões quase triplicaram de peso com a ração experimental.

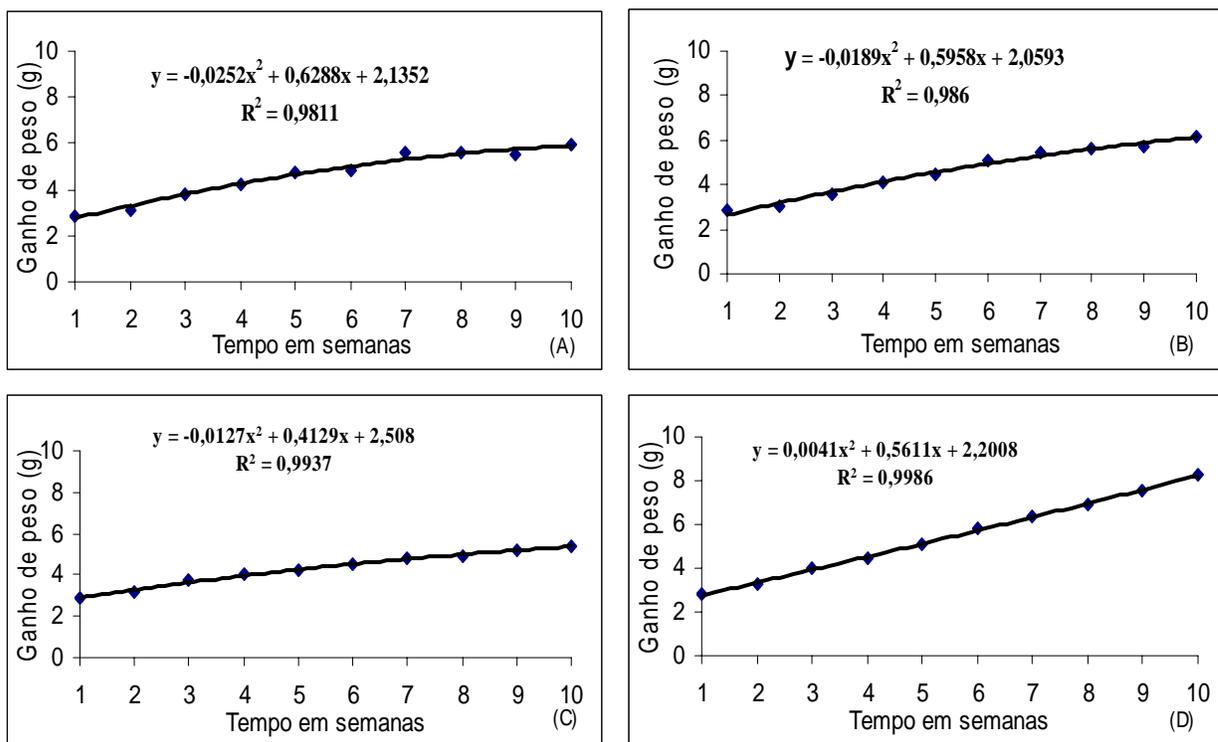


FIGURA 3. Ganho de peso médio dos camarões submetidos aos tratamentos: (A) ração A (75% de proteína animal e 25% de proteína vegetal); (B) ração B (50% de proteína animal e 50% de proteína vegetal); (C) ração C (25% de proteína animal e 75% de proteína vegetal) e (D) ração comercial.

Eusébio e Coloso (1998) testaram o potencial de leguminosas localmente disponíveis, como a farinha de folha de mamão e farinha de cassava na alimentação de *Penaeus indicus*, nas Filipinas, durante 61 dias, e constataram que os resultados de taxa de

crescimento e peso não diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre a dieta controle e as dietas vegetais utilizadas.

No presente trabalho, os camarões foram despescados de um ambiente onde existia alimento vivo (viveiro) e introduzido em outro completamente livre desse alimento (tanques). Este processo de aquisição dos camarões pode não ter sido o mais apropriado, e pode ter influenciado nos resultados finais em crescimento e sobrevivência. Isto está de acordo com PEZZATO (1999), onde afirma que a dieta influencia o comportamento, a integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, a reprodução e o crescimento dos animais aquáticos.

O crescimento dos camarões em comprimento foi contínuo durante todo o experimento, com valores médios na 3ª semana, de 7,23 cm no tratamento A; 7,11 cm no B e 7,13 cm no C, alcançando, na 9ª semana, 8,25 cm no tratamento A; 8,26 cm no B e 8,01 cm no C (FIGURA 4), não havendo diferença significativa entre tratamentos. Contudo, diferiu significativamente do tratamento D com 7,30 cm na 3ª semana e 9,00 cm na 9ª semana.

Estes resultados de crescimento se devem principalmente à aeração e temperatura constantes. Wyban et al. (1995) mostraram, no seu trabalho com *L. vannamei*, que as taxas de crescimento decrescem quando a temperatura de cultivo cai para menos de 23°C. Kubitzka (2003) relata que o consumo de alimento do camarão cai praticamente pela metade, em temperatura abaixo de 23°C.

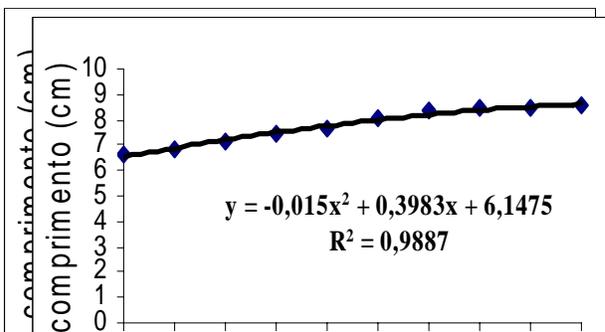
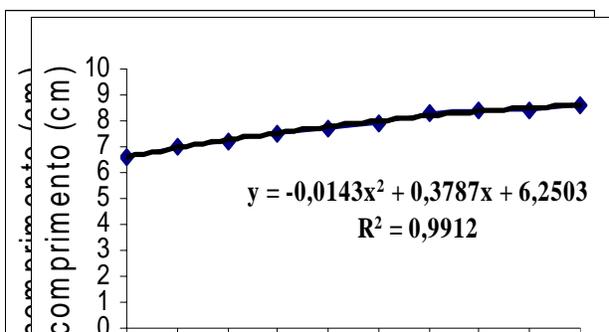
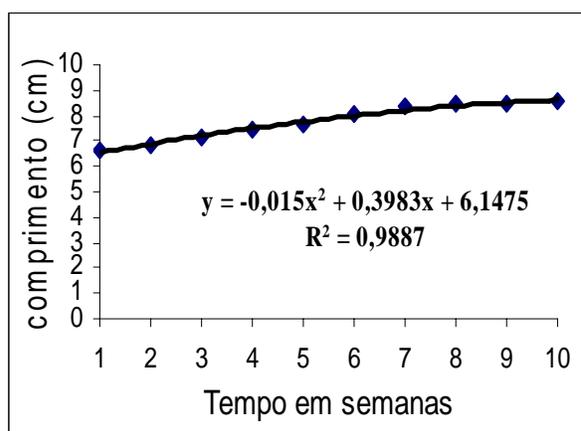
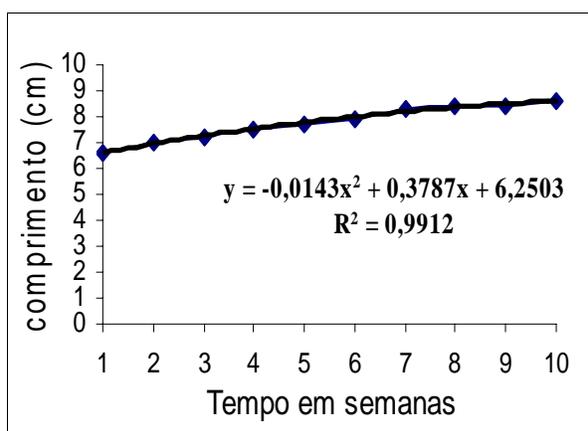


FIGURA 4. Comprimento médio dos camarões submetidos as rações A, B, C e D.

Gong et al. (2001), compararam o efeito de diferentes tipos de lecitina de soja (I, II e III), no crescimento e sobrevivência do *L. vannamei*, não encontrando diferença significativa entre a interação e o nível de fosfolípídeo dietético (97,6%, 71,4% e 48,8%), respectivamente incluídos na dieta do camarão.

Lim et al. (1997) concluíram que utilizando alta concentração de farinha de canola (30%), não se obteve bons resultados em crescimento, consumo e utilização da proteína. Para não diminuir a sobrevivência recomendam que este componente não ultrapasse 15% da proteína na dieta para camarões.

Vários autores têm estudado o efeito da proteína vegetal no desempenho dos camarões. Kanazawa (1992) relata que a inclusão de até 14% de proteína da soja em tais dietas não reduz o crescimento ou a sobrevivência, contanto que a composição de aminoácido fosse mantida.

5.2 Conversão alimentar e sobrevivência

A média de conversão alimentar nas quatro primeiras semanas foi de 2,3 para o tratamento A; 3,8 para o B; 2,7 para o tratamento C e 2,1 para o tratamento D, não havendo diferença estatística ($P < 0,05$) nessas primeiras semanas.

Após a 4ª semana de experimento não foi possível calcular a conversão alimentar, devido à alta mortalidade dos animais constatada nas biometrias. Acredita-se que isto ocorreu devido: aos altos índices de nitrato que foram superiores a 95,66 µg/L; às sobras de ração e perda de peso dos camarões que conseqüentemente não se obteve dados reais para fins de cálculo da conversão alimentar dos tratamentos A, B e C. Estes resultados concordam com os encontrados por Piedad-Pascual e Catacutan (1990), quando encontraram alta conversão alimentar nas dietas com farinha soja desengordurada sem acréscimo de vitaminas e minerais na ração.

Essas altas taxas de conversão alimentar são comparáveis com as encontradas para *L. stylirostris* e *L. vannamei*, no México, mostrando como as rações comerciais, na época, não estavam adaptadas a estas espécies (CRUZ-SUAREZ, et al., 2000).

No presente trabalho, observou-se melhores crescimento e taxa de conversão alimentar com a proteína animal da ração D. Contudo, quando o nível de inclusão da proteína animal na dieta diminuiu, os resultados não foram tão satisfatórios.

Davis e Arnold (2000) relatam desempenho reduzido dos camarões quando a farinha de algodão é utilizada em substituição em níveis altos na alimentação, presumivelmente devido ao conteúdo de gossypol deste ingrediente.

Os resultados estão próximos do encontrado por Ceulemans et al. (2003) e Coutteau (2003), onde trabalhando com a substituição da proteína animal pela vegetal, obtiveram resultados pouco expressivos na performance do camarão *P. monodon*. Contudo, sugerem que, se fosse incluído um concentrado nutricional de farinha de peixe, esta situação poderia ser revertida. Os resultados de Paripatananont et al. (2001) são próximos aos encontrados neste experimento, onde substituíram a farinha de peixe por soja concentrada, tendo o ganho de peso do camarão alimentado com dietas 0; 25 ou 50% de substituição de farinha de peixe aumentado significativamente nas dietas alimentadas com 75 ou 100% de substituição por farinha de peixe. Uma substituição de 100% da farinha na dieta teve um efeito negativo no ganho de peso. A mortalidade, porém, não foi significativamente

diferente entre os tratamentos. Estes dados indicam que uma inclusão de 17,5% de soja concentrada na dieta de *P. monodon* pode resultar em crescimento adequado do camarão demonstrando o potencial na substituição da farinha de peixe.

Coutteau (2003) menciona que algumas das desvantagens da substituição parcial da proteína animal pela fonte vegetal, são: baixas densidades de nutrientes, fatores antinutricionais, alto conteúdo de carboidratos, perfil não balanceado de aminoácidos e ácidos graxos, reduzida palatabilidade. Esses resultados podem ser revertidos através de um suplemento nutricional, que é uma fonte mais padronizada de nutrientes críticos e de promotores de palatabilidade.

A Tabela 5 apresenta os dados de sobrevivência para as rações testadas. Até a 6ª semana de experimento não houve diferença significativa ($P < 0,05$) da sobrevivência entre os tratamentos, com valores de 97,11% com a ração A; 95,19% com a B; 92,31% com a C e 98,08% com a ração D, indicando que os camarões sobrevivem bem às diferentes proporções de proteína animal e vegetal e às variações da qualidade de água, durante as primeiras semanas de desenvolvimento.

TABELA 5. Sobrevivência dos camarões durante o tempo de cultivo .

Tempo de Cultivo	Sobrevivência (%)			
	ração A	ração B	ração C	ração D
Estocagem	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
2ª semana	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
3ª semana	99,04 ^a	99,04 ^a	99,04 ^a	98,08 ^a
4ª semana	99,04 ^a	97,11 ^a	99,04 ^a	98,08 ^a
5ª semana	99,04 ^a	97,11 ^a	99,04 ^a	98,08 ^a
6ª semana	97,11 ^a	95,19 ^a	92,31 ^a	98,08 ^a
7ª semana	80,77 ^{bc}	91,34 ^{ab}	75,96 ^c	97,11 ^a
8ª semana	73,07 ^{bc}	84,62 ^{ab}	69,23 ^c	95,19 ^a
9ª semana	60,57 ^c	75,96 ^b	54,81 ^c	95,19 ^a
10ª semana	41,35 ^b	59,61 ^b	42,31 ^b	93,27 ^a

Letras diferentes, entre as médias, diferenciam os tratamentos pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Contudo, ocorreu uma mortalidade de quase 60% nas rações A e C, de 40% no B, e de apenas 7% na ração D, ao final do experimento, indicando com isso, que após 42 dias de cultivo, os camarões marinhos não suportaram a ausência da proteína animal na ração, devido às suas exigências nutricionais.

Piedad-Pascual e Catacutan (1990) encontraram crescimento e sobrevivência similares para juvenis de *P. monodon* alimentados com quatro dietas diferentes, constituídas por farinha de peixe, farinha de soja desengordurada, farinha de camarão. Contudo, houve decréscimo significativo nos resultados de crescimento e sobrevivência, com dieta de farinha de leucena.

Cruz-Suarez et al. (2001) avaliaram ganho de peso, conversão alimentar, eficiência da proteína e sobrevivência dos camarões *L. vannamei* e *L. stylirostris*, utilizando os ingredientes do trigo e soja como fonte de proteína vegetal, e o peixe e camarão como fonte animal, na proporção 1:2 ou 2:1. Obtiveram resultados de ganho de peso e conversão alimentar iguais para ambas as espécies, quando utilizado a proporção 1:2. Para o *L. vannamei*, entretanto, as dietas que continham 25-35% de proteína de origem vegetal quase foram comparadas com resultados de dietas comerciais. Para o camarão *L. stylirostris*, utilizar uma proporção de proteína vegetal dominante não resultou em significativo ganho de peso e taxa de conversão alimentar.

5.3 Dietas Experimentais

Os péletes foram fabricados com diâmetro de 3,0 mm e, durante o experimento, foi observado que em todos os tratamentos, a partir da 6ª semana de cultivo, houve sobras de rações nos tanques. Suspeita-se que isto poderia ter sido ocasionado por stress dos animais; rações inadequadas aos requerimentos nutricionais da espécie num determinado estágio de desenvolvimento; perda da palatabilidade ou deteriorização das rações (qualidade dos ingredientes); diferenças fisiológicas entre machos e fêmeas; ou ainda tamanho dos péletes e sua relação com o tamanho dos camarões. Todos esses fatores podem levar a uma rejeição do alimento.

Obaldo e Massuda (2003) avaliaram o efeito do tamanho dos péletes das rações sobre o comportamento alimentar e crescimento do camarão *L. vannamei*, e observaram que o "ataque" do camarão foi mais freqüente em aquários alimentados com ração de péletes maiores (fragmentos de 2,6 mm). Os autores sugerem que quando os camarões são

alimentados com péletes maiores do que os fragmentos menores de 0,7, 1,2, 1,7 e 2,2 mm, alguns indivíduos podem ter impedidos outros de serem alimentados monopolizando a ração. Estes resultados podem explicar a grande diferença entre o ganho de peso final dos camarões ($4,28 \pm 0,35\text{g}$) alimentados com a ração C, cujos péletes são de comprimento de 3,0 mm e o ganho de peso final ($5,44 \pm 0,07\text{g}$) daqueles alimentados com a ração D.

As múltiplas alimentações tornam-se necessárias quando se verifica não ser conveniente a permanência do pélete na água, pois além de favorecer sua desintegração, contribui principalmente para a lixiviação dos nutrientes (CORREIA, 1993; MENDES, 1996).

Os resultados de pesquisas na Austrália revelaram que a farinha de carne pode substituir aproximadamente a metade da proteína da farinha de peixe em dietas para camarão, e a farinha de legumes em um quarto da proteína digestível, sem afetar o desempenho biológico, contanto que o equilíbrio da proteína venha predominantemente de ingredientes de origem marinha de alta qualidade (SMITH et al., 2002).

Lim (1997), substituiu uma mistura de proteína animal (53% de farinha de peixe, 34% de farinha de camarão e 13% de farinha de lula) por farinha de amendoim (0, 11,7, 23,4, 35, 46,8 e 58,5%) na ração do camarão *L. vannamei*, e concluiu que se melhoradas as palatabilidades das dietas testadas, até 35% da farinha de amendoim pode ser usada para substituir 60% da mistura de proteína animal.

5.4 Estabilidade das rações em água

Os dados de estabilidade das rações em água podem ser observados na Tabela 6. A perda de peso das rações testadas variou de 2,22% a 5,37% para 30 minutos de imersão em água, de 4,31 a 7,92% para 60 minutos, de 5,87 a 10,33% para 90 minutos, de 8,0 a 12,7% para 180 minutos e 10,97 a 14,72% para o tempo de 360 minutos, respectivamente para as rações A e C (TABELA 6). A ração com 75% de proteína animal e 25% de proteína vegetal (A) mostrou menores perdas de matéria seca nos tempos de 30, 60, 120, 150, 180, 240 e 360 minutos.

Taechanuruk e Stickney (1982) testarem a perda de matéria seca em partículas de 0,5-2,0 mm e >2,0 mm em função do tempo de imersão em água, observando percentuais variando de 3,82 a 15,53% para períodos de 20 a 45 minutos, respectivamente.

TABELA 6. Perda de peso de matéria seca (%) dos péletes durante o período de imersão.

Tempo de imersão (minutos)	Tratamentos (%)			
	A	B	C	D
30	2,22 ^a	4,29 ^{bc}	5,37 ^c	3,61 ^{ab}
60	4,31 ^a	5,65 ^b	7,92 ^c	5,17 ^{ab}
90	5,87 ^a	7,75 ^a	10,33 ^a	6,93 ^a
120	6,8 ^a	8,11 ^b	10,55 ^c	8,38 ^b
150	7,31 ^a	9,17 ^b	12,04 ^c	8,87 ^{ab}
180	8,0 ^a	11,05 ^b	12,7 ^b	10,73 ^b
210	8,34 ^a	11,8 ^a	12,97 ^a	15,6 ^a
240	9,34 ^a	12,05 ^b	15,23 ^c	12,1 ^b
270	9,5 ^a	12,75 ^a	13,23 ^a	11,5 ^a
300	10,18 ^a	13,2 ^a	16,11 ^a	6,19 ^a
330	10,88 ^a	13,58 ^a	15,49 ^a	6,59 ^a
360	10,97 ^a	13,45 ^{bc}	14,72 ^c	12,73 ^b

Letras diferentes, entre as médias, diferenciam os tratamentos pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na substituição do milho por raspa de mandioca na ração para camarão, Correia (1993) testou rações com diferentes níveis de mandioca R1 (0% de mandioca), R2 (17%), R3 (34%) e R4 (51%) e encontrou variações das perdas de matéria seca de 10,57% a 14,85% para 30 minutos, de 14,19 a 22,40% para 60, de 15,18 a 27,36% para 120, de 17,88 a 41,76% para 240 e de 17,60 a 44,65% para 360 minutos de imersão.

Os gráficos na figura 5 representam a perda de peso em função do tempo, para as quatro rações testadas nos experimentos. Os resultados encontrados mostram que as três rações testadas são viáveis no que se refere à estabilidade, uma vez que não houve diferença significativa (P<0,05) entre os tratamentos A, B, C e D, embora os resultados da ração C tenham sido sempre superiores aos das outras rações. Nos resultados próximos aos encontrados por Oliveira e Castro (2000), em períodos de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos, encontrou-se perdas de matéria seca de 2,61; 3,67; 4,26; 4,76; 7,98 e 9,98%, respectivamente, demonstrando a viabilidade da utilização das três rações testadas.

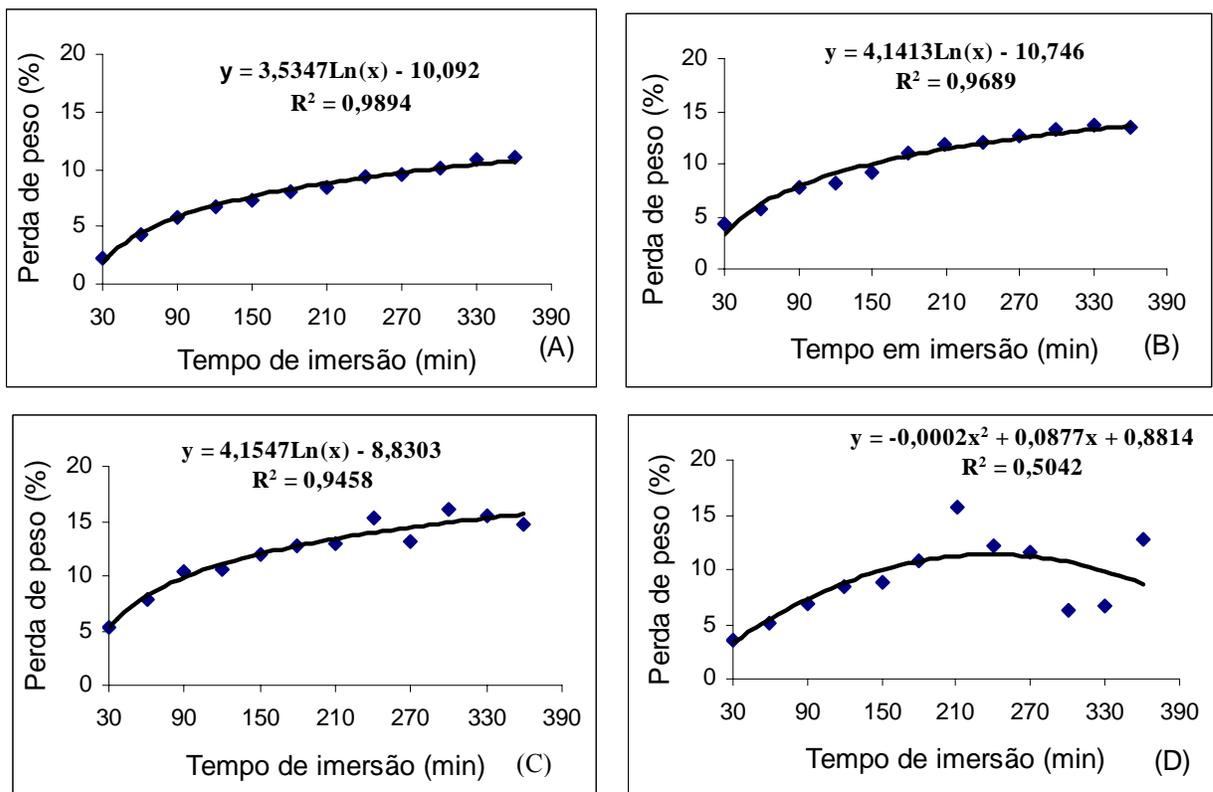


FIGURA 5. Perda de peso de matéria seca dos péletes das rações A, B, C e D.

A ingestão ou consumo de alimentos, pelos camarões, pode envolver uma quantidade considerável de desperdício. Em aquários, alguns pesquisadores têm descrito até 40% de desperdício dependendo da textura do alimento (CUZON e WILLIAMS, 2002).

Conclui-se que a resistência do pélete na água não é o fator mais importante. Ela deve estar associada à composição dos ingredientes para estimular o consumo e absorção da ração durante o processo digestivo.

5.5 Análise da água

5.5.1 Temperatura, pH e Oxigênio dissolvido

Na FIGURA 6 estão representadas as variações de temperatura ao longo do experimento para todos os tratamentos. A temperatura da água nos tanques apresentou pequena variação durante o cultivo, tendo como média final $27,4 \pm 0,84^{\circ}\text{C}$ no tratamento A; $27,2 \pm 0,78^{\circ}\text{C}$ no tratamento B; $27,6 \pm 0,72^{\circ}\text{C}$ no tratamento C e $27,4 \pm 0,72^{\circ}\text{C}$. Segundo Boyd (2001b), as espécies cultivadas em águas tropicais crescem melhor em temperaturas de 25 a 32°C . Entretanto, Hernández (2000) relata parâmetros de temperatura ideais para o cultivo de *L. vannamei* entre $23\text{-}30^{\circ}\text{C}$. Os dados de temperatura deste experimento estão, portanto, dentro da faixa sugerida como ótima pelos autores citados.

Durante o experimento os valores de oxigênio dissolvido foram sempre constantes. A concentração de oxigênio dissolvido é fundamental para assegurar o adequado desenvolvimento e a sobrevivência dos peixes e camarões (KUBITZA, 2003).

Dentre todas as variáveis de qualidade de água, o oxigênio dissolvido e a amônia não ionizada (NH_3) são os mais importantes, sendo esta forma da amônia altamente tóxica para a maioria dos organismos aquáticos (VINATEA, 2002).

Os valores de pH variaram de 7,2 a 7,80, com média de 7,7, e o oxigênio dissolvido manteve-se acima de 5,6 mg/L. Os resultados estão condizentes com as concentrações indicadas por Kubitzza (2003), que sugere valores acima de 4 mg/L para o oxigênio nos cultivos.

Vinatea (2002) relata que as concentrações médias padrões observadas em aquicultura, para pH e o oxigênio dissolvido, são 6,5-8,0 e 100% de saturação, respectivamente, para águas com 35%. Hernández (2000) descreve valores de pH entre 8,1-9,0 e de oxigênio dissolvido entre 6,0-10,0 mg/L. As águas dos viveiros de camarão devem ter, como padrão, um pH entre 7,5 a 8,5 (Boyd, 2001a).

Johnston et al. (2002) obtiveram resultados de pH ácido (6,5) e baixo oxigênio dissolvido (3,7 mg/L) em seu experimento. Esses autores observaram que em geral, a qualidade de água não apresentava-se adequada para o cultivo de camarão na região meridional do Vietnã, nas 12 fazendas monitoradas. Em oito delas, o oxigênio dissolvido apresentava níveis letais de 1-2 mg/L.

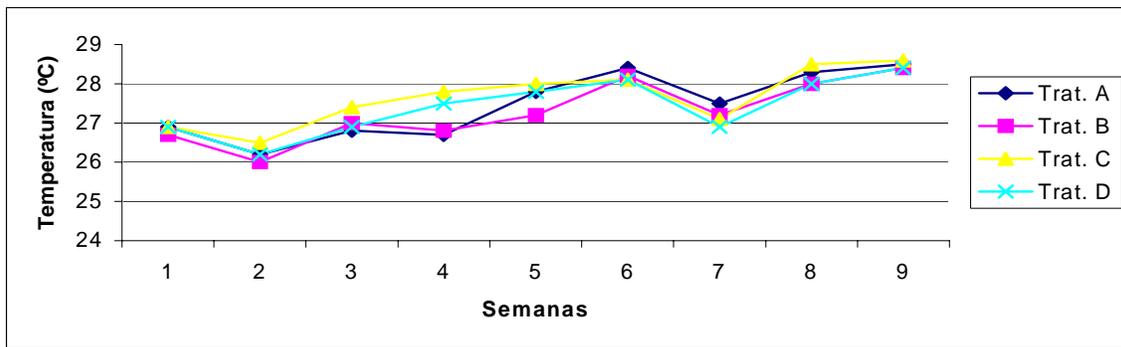


FIGURA 6. Temperatura média da água dos tanques durante o experimento.

Em águas com pH menores que 7, a maior parte da amônia encontra-se sob forma ionizada, ou seja, não tóxica (VINATEA, 2002).

Os parâmetros recomendados pela Global Alliance Aquaculture são de uma concentração inicial mínima de oxigênio de 3 mg/L, devendo a meta ser de 4 mg/L (BOYD, 2002).

Os níveis de pH, oxigênio e a temperatura estão dentro de níveis aceitáveis para o cultivo desta espécie de camarão.

5.5.2 Salinidade

Na TABELA 7, encontram-se as médias finais da temperatura e da salinidade dos tratamentos A salinidade durante o experimento variou de 35 a 38‰ com médias de $35,8 \pm 0,93\%$ para o tratamento A, $35,5 \pm 0,43\%$ para o tratamento B; $35,7 \pm 0,57\%$ para o C e $36,0 \pm 0,83\%$ para o tratamento D. A salinidade da água é a concentração de todos os íons dissolvidos, e, para a água marinha normal, a soma dos íons é aproximadamente 34.500

mg/L ou 34,5 partes por mil (%) (Boyd, 2001a). Hernández (2000), descreve valores ideais entre 15-27 g/L ou ppm de salinidade para o cultivo de *L. vannamei*.

Tabela 7. Temperatura e salinidade da água dos tanques ao final do experimento.

Variáveis	Tratamentos			
	A (75%A25%V)	B (50%A50%V)	C (25%A75%V)	D (comercial)
Temperatura (°C)	27,45±0,84 ^a	27,27± 0,78 ^a	27,65± 0,72 ^a	27,41± 0,72 ^a
Salinidade (‰)	35,77± 0,93 ^a	35,5± 0,43 ^a	35,6± 0,57 ^a	36,06± 0,83 ^a

Letras diferentes, entre as médias, diferenciam os tratamentos pelo teste de Tukey (P<0,05).

A FIGURA 7 representa a variação média da salinidade nos tanques ao longo do experimento. Pode-se observar que a variação da salinidade durante o experimento se manteve dentro dos padrões de cultivo.

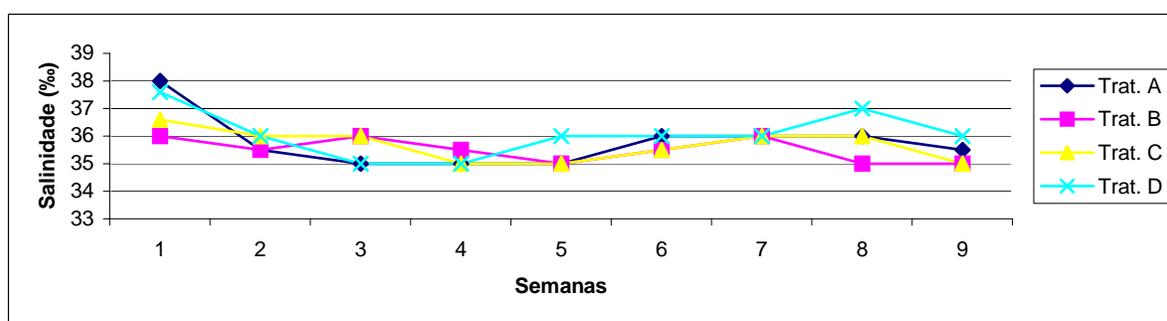


FIGURA 7. Salinidade média da água dos tanques durante o experimento.

5.5.3 Ortofosfato

A TABELA 8 apresenta os valores médios do ortofosfato que variaram de 16,172 ± 11,9 µg/L no tratamento D a 33,174 ± 22,7 µg/L no tratamento A.

A frequência de alimentação às 8; 12; 16 e 22h, não aumentou as concentrações de ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato ao final do cultivo, que se encontram de acordo com as normas da GAA e não apresentaram diferença significativa (P>0,05).

TABELA 8. Variáveis hidrobiológicas ao final do experimento.

Variáveis ($\mu\text{g/L}$)	Tratamentos			
	A (75%A25%V)	B (50%A50%V)	C (25%A75%V)	D (comercial)
Ortofosfato	33,174 \pm 22,7 ^a	21,235 \pm 11,5 ^a	27,00 \pm 20,7 ^a	16,172 \pm 11,9 ^a
Amônia	32,50 \pm 32,8 ^a	32,91 \pm 45,9 ^a	39,04 \pm 37,1 ^a	30,41 \pm 25,3 ^a
Nitrito	90,99 \pm 51,1 ^a	102,03 \pm 62,0 ^a	94,07 \pm 71,5 ^a	89,23 \pm 67,7 ^a
Nitrato	34,83 \pm 16,0 ^a	41,37 \pm 22,9 ^a	42,40 \pm 26,0 ^a	37,75 \pm 25,8 ^a

Letras diferentes, entre as médias, diferenciam os tratamentos pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na FIGURA 8 estão representadas variações nos parâmetros ortofosfato para cada tratamento ao longo do experimento. Observa-se que na 2^a semana de cultivo, houve aumento na deterioração da qualidade de água no tratamento A. Nos tratamentos B, C e D, isto ocorreu a partir da 4^a semana de cultivo, evidenciado através do pH e do aumento do teor de ortofosfato (FIGURA 8), e da conseqüente redução no crescimento dos animais.

McIntosh *et al.* (2001), ao trabalhar com rações contendo 21 e 31% de proteína bruta, obteve valores médios de ortofosfato de 2,03 e 1,46 mg/L, respectivamente, fósforo total de 4,73 e 3,87 mg/L, respectivamente, valores estes bem superiores aos obtidos neste trabalho.

A norma inicial para fósforo total foi estabelecida em 500 $\mu\text{g/L}$, para este experimento como sugerido por Boyd (2001), tendo como meta reduzir ao nível de 300 $\mu\text{g/L}$. Acredita-se que tais concentrações são baixas o suficiente para evitar a eutrofização na maior parte das águas costeiras.

Lawrence *et al.* (2003) relatam que as rações têm sido identificadas como o poluente mais importante na composição dos efluentes. É importante ressaltar que o manejo alimentar é o maior fator causador de poluição dos efluentes e, conseqüentemente do meio ambiente.

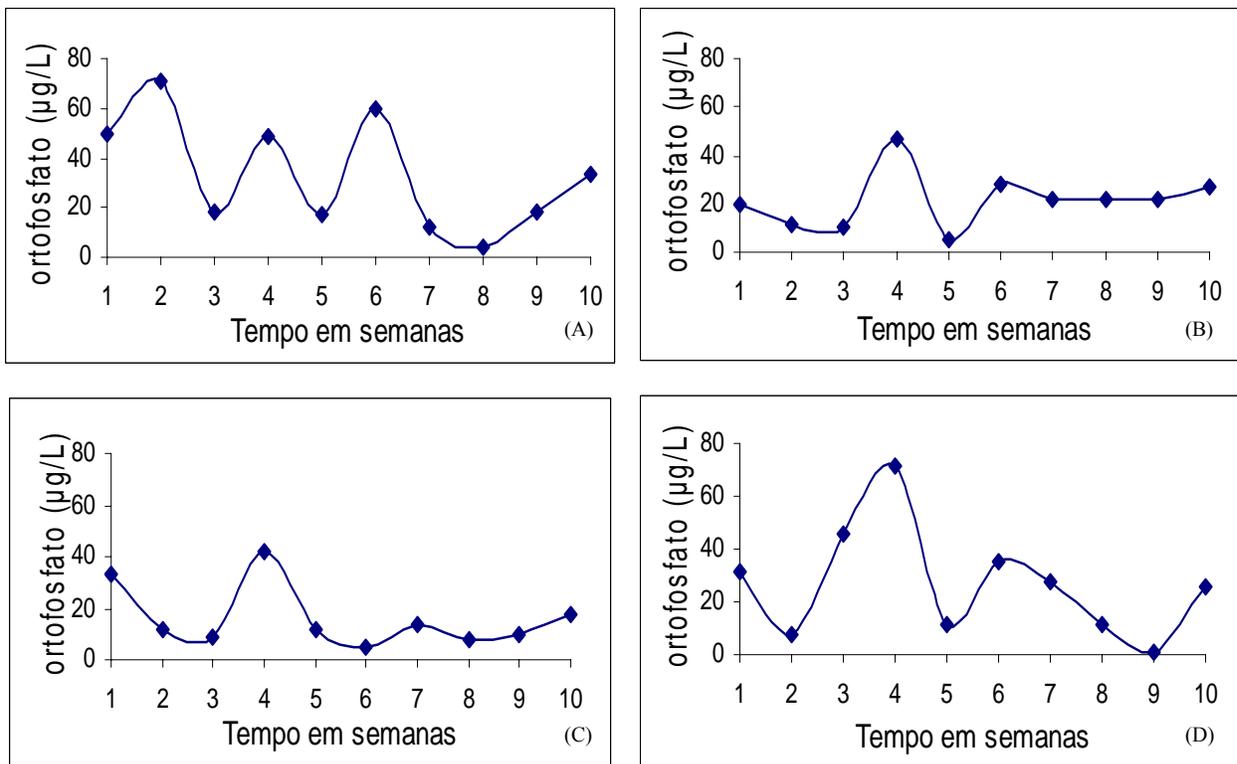


FIGURA 8. Teores de ortofosfato na água dos tanques dos camarões alimentados com as rações A, B, C e D.

Os viveiros têm uma capacidade maior para assimilar nitrogênio e fósforo contidos nas rações e isso reduz a carga ambiental desses nutrientes (QUEIROZ e KITAMURA, 2001).

Os resultados do experimento discordam com os encontrados por Montoya et al. (2000), quando correlacionaram o arraçoamento com a dinâmica do fósforo, indicando que maiores taxas de alimentação incrementam as concentrações desta variável. Velasco et al., (1999), trabalhando com o *L. vannamei*, verificaram que o acúmulo de fósforo total é prejudicial ao crescimento do camarão. Martinez et al. (1997) também encontraram altas concentrações de fosfato alimentando o *L. vannamei* com ração, provavelmente devido à decomposição e concentração da mesma.

5.5.4 Amônia

Os valores de amônia estão descritos na Tabela 9. Os maiores teores de amônia $39,04 \pm 37,1 \mu\text{g/L}$ foram encontrados no tratamento C e menores $30,41 \pm 25,3 \mu\text{g/L}$ foram obtidos no tratamento D, ao final de 60 dias de cultivo. Mesmo com esses resultados, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($P>0,05$).

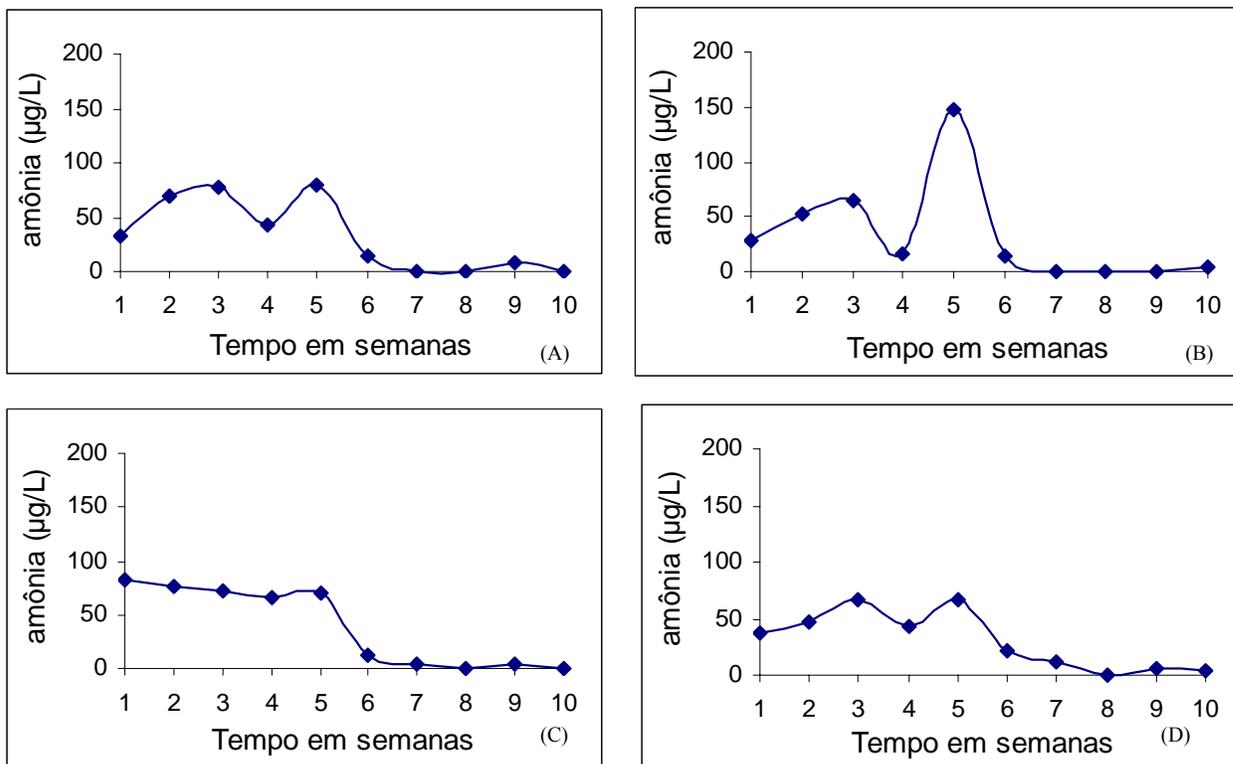


FIGURA 9. Teores de amônia na água dos tanques dos camarões alimentados com as rações A, B, C e D.

Vinatea (2002) relata que as concentrações médias padrões observados em aquicultura para amônia é de valores inferiores a $20 \mu\text{g/L}$. Hernández (2000) descreve valores de amônia total para o cultivo de *L. vannamei* entre $100-1000 \mu\text{g/L}$.

Na FIGURA 9 estão representados os valores dos resultados médios encontrados com a proteína vegetal.

Em um sistema de cultivo intensivo de camarões marinhos, a amônia é a resultante tóxica mais comum da excreção dos animais e da mineralização de detritos orgânicos, como o alimento não consumido e fezes (LIN e CHEN, 2003).

Efeitos tóxicos da amônia em camarões jovens de *P. monodon* e *L. vannamei* foram avaliados por Chen e Lei (1990) e Lin e Chen (2003), nas salinidades de 20% e 35% encontrando resultados respectivamente de 54,76 e 321,7µg/L de nitrito-N.

A excreção da amônia, nos camarões, é feita por difusão direta do sangue para a água, principalmente através das brânquias. Sob condições de elevada concentração de amônia na água e/ou elevado pH da água, a difusão direta da amônia é dificultada (KUBITZA, 2003).

5.5.5 Nitrito e Nitrato

Os valores de nitrito e nitrato deste experimento são apresentados nas FIGURAS 10 e 11 respectivamente. No presente experimento, obteve-se médias finais dos teores de nitrito de $90,99 \pm 51,1\mu\text{g/L}$ no tratamento A, $102,03 \pm 62,0\mu\text{g/L}$ no tratamento B, $94,07 \pm 71,5\mu\text{g/L}$ no C e $89,23 \pm 67,7\mu\text{g/L}$ no tratamento D (FIGURA 10). No tratamento A, as médias finais do nitrato encontrado na água foram de $34,83 \pm 16,0 \mu\text{g/L}$, no tratamento B encontrou-se $41,37 \pm 22,9 \mu\text{g/L}$, no C foi de $42,40 \pm 26,0\mu\text{g/L}$ e no tratamento D de $37,75 \pm 25,8 \mu\text{g/L}$. Os resultados não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($P>0,05$).

O nitrito é considerado um produto intermediário da amônia dentro do processo de nitrificação bacteriana da amônia ou da desnitrificação do nitrato (LIN e CHEN, 2003).

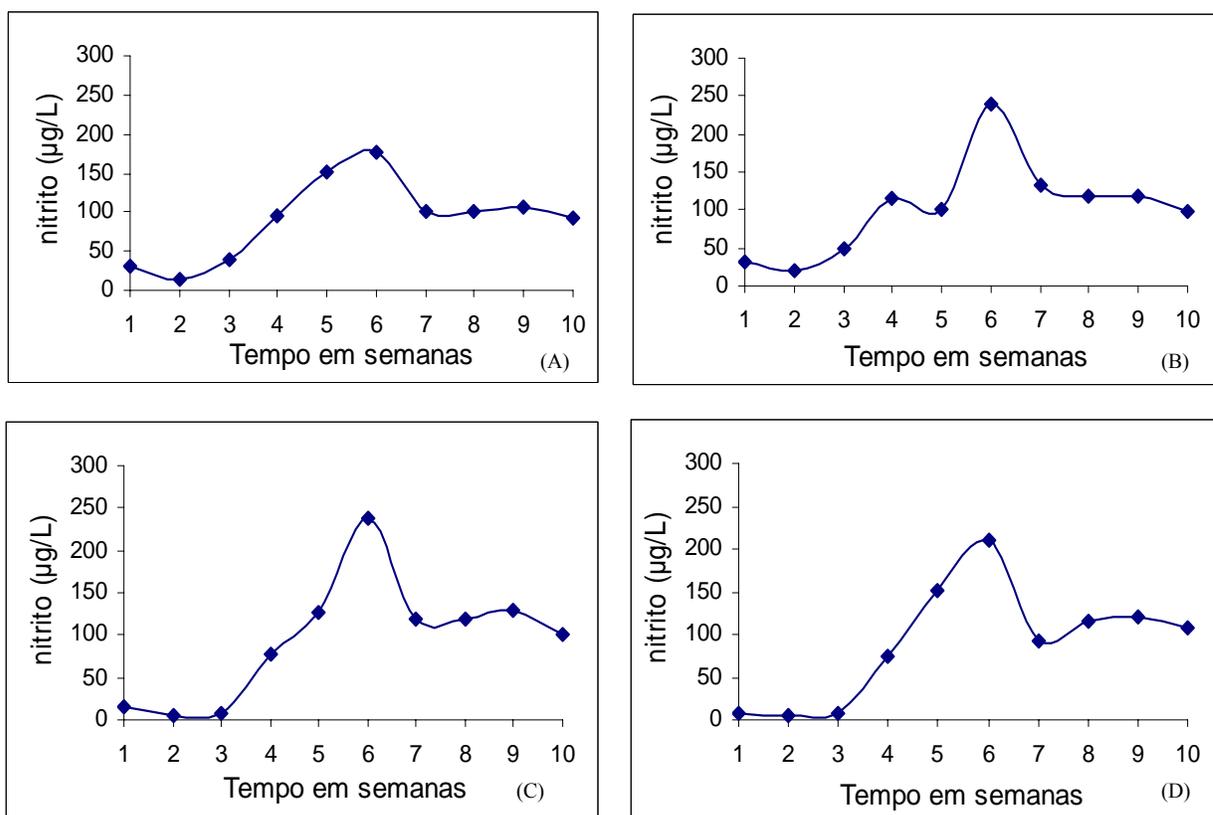
Hernandéz (2000) relata valor ideal de nitrito para o cultivo do *L. vannamei* de $20,5\mu\text{g/L}$. Resultado muito inferior aos encontrados neste experimento.

Os valores encontrados no experimento de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nitrato, amônia e ortofosfato estão na faixa de tolerância. Os valores de nitrito segundo Hernandéz (2000), estão muito acima dos valores adequados. Kubitzza (2003), relata que nem sempre todas as variáveis estão dentro dos limites adequados ao bem estar dos animais e ao suporte da produtividade desejada nos sistemas intensivos de produção.

O acúmulo do nitrito na água pode deteriorar a sua qualidade, reduzir o crescimento, aumentar o consumo de oxigênio e excreção da amônia, e até mesmo causar alta mortalidade dos camarões (CHEN e CHEN, 1998 *apud* LIN e CHEN, 2003).

Silva-Júnior (2003), avaliando o crescimento do camarão marinho com diferentes rações comerciais, encontrou teores de 0,03 mg/L de nitrito e 0,51 mg/L de nitrato, com rações contendo 35% de proteína.

Estudando o efeito de quatro frequências de alimentação (3, 4, 5 e 6 alimentações/dia), como o *P. monodon*, Smith et al. (2001) encontraram que os níveis de amônia, nitrito/nitrato, fósforo total, oxigênio, pH, temperatura e salinidade, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Também assim o foi para a taxa de crescimento de $1,4 \pm 0,08$ g/semana, uma conversão alimentar $2,0 \pm 0,27$ e sobrevivência de 84%, durante oito semanas de experimento. Esses resultados sugerem que pode-se reduzir a frequência alimentar, quando utilizado um alimento nutricionalmente adequado, sem afetar os resultados finais do cultivo, e assim melhorar a rentabilidade da fazenda.



Esses resultados são diferentes dos encontrados por Robertson et al. (1993) *apud* Lawrence et al. (2003), que relatam que alimentar quatro vezes por dia com troca de água, promove um melhor crescimento do camarão *L. vannamei*. Além disso, a alimentação durante o dia foi tão boa quanto alimentação à noite.

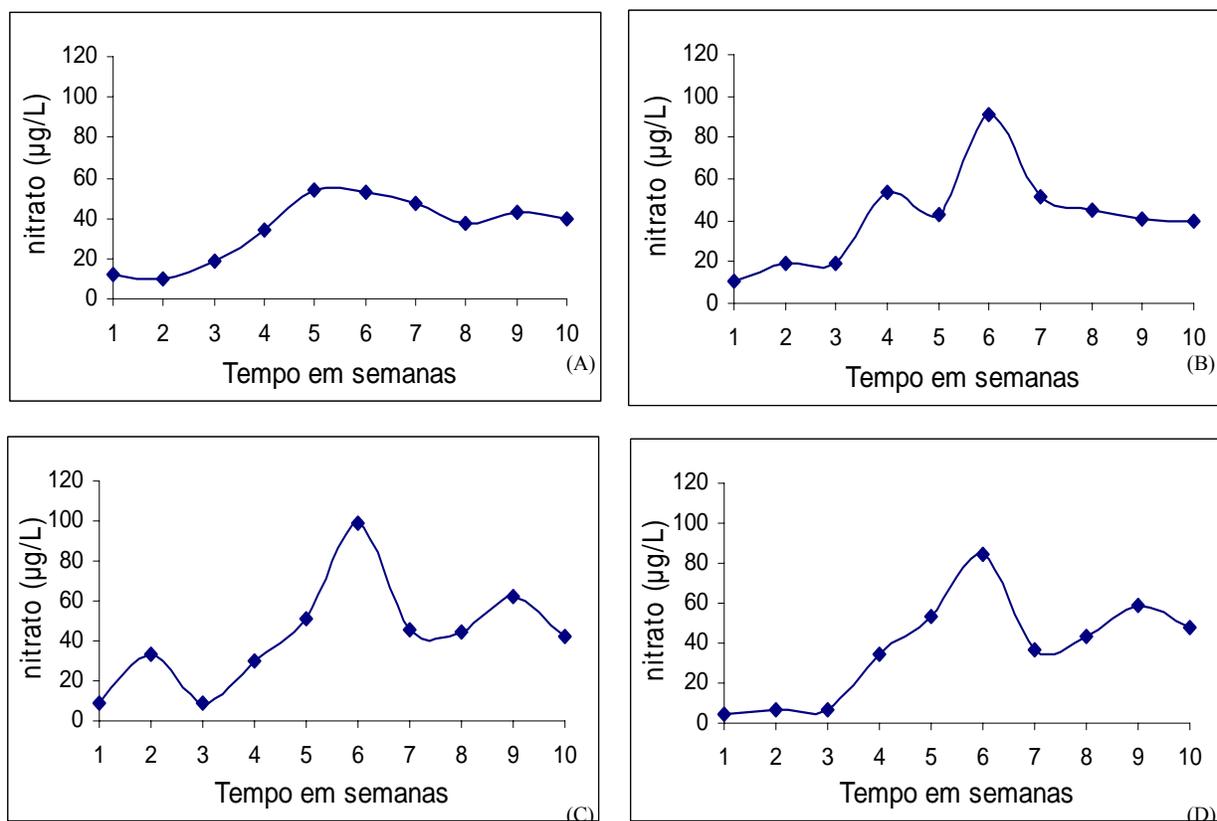


FIGURA 11. Teores de nitrato na água dos tanques dos camarões alimentados com as rações A, B, C e D.

Embora encontradas variações sazonais, não foram observadas diferenças significativas na qualidade de água entre áreas de mangue e adjacentes, em fazendas de camarão *P. monodon*, no suldoeste de Bangladesh. Em ambos os habitats, a disponibilidade do nitrogênio no solo variou de 0,11 a 0,22%, indicando limitação do nutriente. O rendimento do *monodon* foi de 98 a 190 kg/ha, durante 150 a 180 dias de cultura (HOQ, 2001).

Trott e Alongi (2000), não encontraram diferenças significativas de sólidos em suspensão e concentrações de nutrientes dissolvidos, entre os estuários impactados e o controle. A qualidade da água estava dentro dos níveis ambientais, até 1 quilômetro abaixo do local da descarga. Isto confirma o que Clough et al., (1983) e Tam e Wong (1993), tem relatado quanto à capacidade assimilativa dos manguezais para o efluente da água residual das fazendas de camarão.

O cultivo do camarão e o setor de alimentos aquáticos enfrentam numerosos desafios, dentre eles o aumento da demanda legislativa para mais alimentos ambientalmente amigáveis e regimes alimentares, incluindo reduzidas descargas nutrientes nos efluentes. Contudo, o aparecimento de sistemas com troca-zero de água oferece também uma esperança considerável (TACON, 2003).

Desenvolver rações economicamente viáveis, como também manejos de alimentação e métodos de produção de rações que mantenham otimizadas a qualidade de água e, conseqüentemente, do solo do viveiro, minimizando os custos e aumentando a produção da aqüicultura, continua sendo um desafio para pesquisadores e produtores.

Depois de demonstrado que a qualidade de água não foi deteriorada pela proteína vegetal neste experimento, essas rações podem se tornar viáveis quando os camarões forem cultivados em viveiros, porque além da disponibilidade de alimento vivo, as rações “ecologicamente corretas” vem a atender os requerimentos nutricionais do camarão marinho, uma vez que não houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre as variáveis analisadas.

Em viveiros, as condições da água estão sempre mudando, causando efeitos significativos sobre o bem estar e a saúde dos camarões (HERNANDÉZ, 2000). Até a presente data, nenhuma tendência a longo prazo de deterioração da qualidade de água tem sido detectada (CHAMBERLAIN, 2003). Resultados confirmados também por Silva-Júnior (2003), que não encontrou qualquer deterioração da qualidade de água em aquários, utilizando ração comercial com níveis protéicos de 25, 30 e 35% de PB.

As condições gerais do experimento, foram satisfatórias e corroboram com os resultados encontrados por CHAMBERLAIN (2003), quando relatou que concentrados de proteína vegetal e proteínas de carcaças de animais podem substituir em até 100% a farinha de peixe em dietas para salmonídeos e peneídeos.

6 CONCLUSÕES

As substituições dos diferentes níveis de proteína vegetal na ração para camarão não diminuíram a carga de nitrito, nitrato, amônia e ortofosfato dos efluentes do cultivo.

È possível substituir em até 50% da proteína vegetal na ração de camarão sem comprometer o seu desempenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIYAMA, D. M. Soybean meal utilization by marine shrimp. **Aquaculture and Feed Workshop**, Pequim, pp. 379-415. 1990

AKIYAMA, D. M. The use of soy products and other plant protein supplements in aquaculture feeds. **Aquaculture Feed Processing and Nutrition**, pp. 199-206. 1991

ALENCAR, R. B. **Variações e tendências de mercado no agronegócio do camarão cultivado**. 2003. 41f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2003.

AMARAL, R.; ROCHA, I. P.; LIRA, G. P. Alimentação de camarões e consumo de alimentos na carcinicultura: a experiência Brasileira. **Revista da ABCC**, Recife, ano 5, n. 2, p. 35-44. jun. 2003.

ANDRIGUETTO, J. M.; et al. **Nutrição animal – as bases e os fundamentos da nutrição animal**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 395 p.

ANZUATEGUI, I. A. **Rações pré-calculadas para organismos aquáticos: peixes tropicais, trutas, rãs e camarão de água doce**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 135 p.

A.P.H.A./A.A.W.W.A/W.E.F. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19th ed, Washington, A.P.H.A., 1995.

BARBIERI, R. C.; OSTRENSKY, A. **Camarões marinhos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, vol. 2, 2002. 351 p.

BARDACH, J. E.; RYTHER, J. H.; McLARNEY, W. O. **Aquaculture – The farming and husbandry of freshwater and marine organisms**. Phoenix Press, inc. USA, 1972.

BARLOW, S. Farinha de peixe e óleo de peixe: ingredientes sustentáveis para sações de aqüicultura. **Revista da ABCC**, Recife, ano 2, n.2, p. 34-38, ago. 2000.

BOYD, C. E., Composição da água e manejo do viveiro de camarão. **Revista da ABCC**, Recife, vol 3, n. 1, p. 17-19, 2001a.

BOYD, C. E. Parâmetros de qualidade da água: fósforo total. **Revista da ABCC**, Recife, v. 3, n. 3, p. 34-36, 2001b.

BOYD, C. E. Parâmetros da qualidade de água: oxigênio dissolvido. **Revista ABCC**, Recife, ano 4, n. 1, p. 66-69, abr. de 2002.

BOYD, C. E. Padrões internacionais (ACC) de efluentes para certificação de fazendas de criação de camarões. **Revista da ABCC**, Recife, ano 5, n.1, p. 66-71, mar. 2003.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Environmental loads of nitrogen and phosphorus from different aquaculture systems. **Journal of the World Aquaculture Society**, 2001.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Kluwer, Boston. 1998.

BOONYARATPALIN, M. Water stability of prawn diet with different binders. **Thai. Fish. Gaz.**, v.34, n.6, p. 661-667. 1981.

BRIGGS, M. R. P.; FUNGE-SMITH, S. J. A nutrient budget of some intensive marine shrimp ponds in Thailand. **Aquaculture and Fisheries Management**, v. 25, p. 789-811. 1994.

BUCHANAN, J. et al. Effects of enzyme addition to canola meal in prawn diets. **Aquaculture**, v. 151, n. 1-4, p. 29-35, 1997.

BUFORD, M. A.; WILLIAMS, K. C. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. **Aquaculture**, v. 198, p. 79-93, 2001.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J. E. P. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo, Manole: 1986. 152 p.

CASTRO, P. F. **Utilização do milheto *Pennisetum americanum* (L.) Leeke como substituto do milho, em rações para a Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757)**. 1999. 110f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CEULEMANS, S.; et al. Fishmeal replacement in practical diets for *Penaeus monodon* – The effect of nutritional compensation. In: **World Aquaculture Society**: 2003, Salvador, abstracts, Salvador: World Aquaculture Society, 2003, vol 1. p. 178.

CHAMBERLAIN, G. Cultivo sustentável do camarão: mitos e verdades 1. **Revista da ABCC**, Recife, ano 4, n. 1, p. 75-84, abr. 2002.

CHAMBERLAIN, G. Cultivo sustentável do camarão: mitos e verdades 2. **Revista da ABCC**, Recife, ano 5, n. 2, jun. 2003.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica Ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 496 p.

CHEN, J. C.; LEI, S. C. Toxicities of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* juveniles. **Journal World Aquac. Soc.** 21, 300-306, 1990.

CHENG, Z. J.; BEHNKE, K. C.; DOMINY, W. G. Effects of Poultry by-product meal as a substitute for fish meal in diets on growth and body composition of juvenile pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Journal of Aquaculture**, v. 12, n.1, p.71-83, 2002.

CLOUGH, B. F., BOTO, K. G.; ATTIWILL, P.M. **Mangroves and sewage: a re-evaluation**. In Tasks for vegetation science. ed. H. J. Teas, Vol. 8, pp. 151-183. Dr W. Junk Publishers, The Hague. 1983.

CORREIA, E. de S. **Efeito da Substituição do milho por raspa de mandioca em rações do camarão da Malásia *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)**. 1993. 90 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Evangraf, 1996. 233p.

COUTTEAU, P. Formulações alimentares modernas para peixes e camarões baseadas em pesquisa nutricional aplicada. **Revista da ABCC**, Recife, ano 5, n.3, p. 75-78, set. 2003.

CRUZ-SUÁREZ, L. E. Digestion en Camaron y su Relacion con Formulacoin y Fabricacion de Alimentos Balanceados. **Anais....** In: AVANCES EN NUTRICIÓN ACUÍCOLA 3. 2000.

CRUZ-SUAREZ, L. E. et al. Effect of two different vegetable/animal protein proportions on the optimum dietary protein/energy ratio for *Litopenaeus vannamei* and *L. stylirostris* growth. In: Crustacean Nutrition. Adv. World Aquacult. Society, 2001, Baton Rouge, **Abstracts...**, Baton Rouge: World Aquaculture Society, 2001, p. 21-25.

CRUZ-SUAREZ, L. E. et al Assessment of differently processed feed pea *Pisum sativum* meals and canola meal *Brassica sp.* in dietas for blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. In: World Aquaculture Society, 2001, Baton Rouge, **Abstracts...** Baton Rouge: World Aquaculture Society, 2001, p. 147.

CUZON, G.; WILLIAMS, M. Rações de camarões para o futuro. **Revista da ABCC**, Recife, ano 4, n. 2, p. 56-62, 2002.

DAVIS, D.A.; ARNOLD, C. R. Effects of two extrusion processing conditions on the digestibility of four cereal grains for *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 133, n. 3-4, p. 287-294. 1995

DAVIS, D.A; ARNOLD, C. R.; McCALLUM, I. Nutritional value of feed peas (*Pisum sativum*) in practical diet formulations for *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture-Nutrition** v. 8, n. 2, p. 87-94. 2002.

DAVIS, D. A.; MILES, R. D. Maximize a eficiência da ração mediante o manejo adequado da proteína. **Revista da ABCC**, Recife, v. 2, n. 2, p. 60-63. 2001

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura**. SWNTIA, versão 4.2.1. Instalação e programa. Campinas, 1996. 3v. Disquete.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de suínos e Aves- CNPSA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. Concórdia, 1989. Não paginada.

EUSEBIO, P. Effect of dehulling on the nutritive value of some leguminous seeds as protein souces for tiger prawn, *Penaeus monodon*, juveniles. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 99, p. 297-308. 1991

EUSEBIO, P. S., COLOSO, R. M. Evaluation of leguminous seed meals and leaf meals as plant protein sources in diets for juvenile *Penaeus indicus*. Isr. **J. Aquaculture**, Bamidgeh, v. 50, p. 47-54, 1998

EVOLUÇÃO DO SETOR de rações evidencia o crescimento da aqüicultura brasileira. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 71, mai/jun, 2002.

GONG, H. et al. Lipid nutrition of juvenile *Litopenaeus vannamei* II. Active components of soybean lecithin. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 190, p. 325-342, 2000a.

GONG, H. et al. Lipid nutrition of juvenile *Litopenaeus vannamei* I. Dietary cholesterol and de-oiled soy lecithin requirements and their interaction. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 190, p. 305-324, 2000b.

GONG, H.; LAWRENCE, A.; GATLIN, D. JIANG, D.; ZHANG, F. Comparison of different types and levels of commercial soybean lecithin supplemented in semipurified diets for *Litopenaeus vannamei* Boone. **Aquaculture Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 11-17. 2001.

HERNANDÉZ, J. Z. Manual Purina de bioseguridade no cultivo de camarões marinhos. Paulínia, São Paulo, p. 36, ago. 2000.

HOQ, M. E. et al. Water and soil profile of mangrove and non-mangrove habitats in relation to shrimp farming on the Sundarbans, south-west Bangladesh. **J. Aquacult. Trop.**, v. 16, n. 4, p. 413-428. 2001

ITO, K.; FRANZOZO, A. Substitution of animal protein by the vegetal in diets for pink shrimp, *Penaeus paulensis*. In: WORLD AQUACULTURE SOCIETY, 2003, Salvador. **Abstracts...** Salvador: World Aquaculture Society . v. 1, 2003.

JOHNSTON, D. et al. Water quality and plankton densities in mixed shrimp-mangrove forestry farming systems in Vietnam. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 33, n. 10, p. 785-798, 2002.

KANAZAWA, A. Utilisation of soybean meal and other non-marine protein sources in diets for penaeid shrimps. **Aquaculture Nutrition** Workshop, Australia, p. 122-124. 1992.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1ª ed., Jundiaí: São Paulo, 2003, 229 p.

KURESHY, N.; DAVIS, D. A. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 204, n. 1-2, p. 125-143, 2001.

LAWRENCE, A.; CASTILLE, F.; VELASCO, M.; BRAY, W. Programa de rações "favoráveis ao meio ambiente" ou "menos poluentes" para fazendas de camarão marinho. **Revista da ABCC**, Recife, ano 5, n. 2, jun. 2003.

LIM, C. Substitution of cottonseed meal for marine animal protein in diets for *Penaeus vannamei*. **J. World Aquacult. Soc.** v. 27, p. 402-409, 1996.

LIM, C. Replacement of marine animal protein with peanut meal in diets for juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 7, n. 3, p. 67-78, 1997.

LIM, C. et al. Nutritive values of low and high fibre canola meals for shrimp (*Penaeus vannamei*). **Aquacul. Nutr.**, v. 3, n. 4, p. 269-279, 1997.

LIM, C.; DOMINY, W. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 87, p. 53-64, 1990

LIM, C.; DOMINY, W. Substitution of full-fat soybeans for commercial soybean meal in diets for shrimp, *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 1, n. 3, p. 35-46, 1992

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

MACINTOSH, D. J.; PHILLIPS, M. Environmental issues in shrimp farming. **Infofish International**, v. 6, p. 38-42, 1992.

MAIA, E. P.; CORREIA, E. de S. Produção comercial de camarões MACINTOSH, D. et al. Effects of two commercially available low-protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* in outdoor tank system with limited water discharge. **Aquaculture Engineering**, v. 25, p. 69-82. 2001. marinhos. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA – 12, 2002, Goiana, 13 p., Apostila.

MARTE, C. L. The food and the feeding habits of *Penaeus monodon* F. collected from Makao river, Aklan, Philippines (Decapoda Natantia). **Crustacean**, Leiden, v. 38 n. 3, p. 225-236, 1980.

MARTINEZ, C. L. R. et al. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. **Aquaculture Engineering**, v. 17, n.1, p. 21-28, 1997.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **Nutrição animal**, 3 ed., Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726 p.

MENDES, G. N. **Testes de dietas para pós-larvas de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) em berçários**. 1996. 109 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

MENDOZA. et al. Fishmeal replacement with feather-enzymatic hydrolyzates co-extruded with soya-bean meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Aquacult-Nutr.** v. 7, n. 3, p. 143-151. 2001

MONTOYA, R. A. et al. Simulation of inorganic nitrogen dynamics and shrimp survival in an intensive shrimp culture system. **Aquaculture Research**, v. 33, n.2, p.81-94, 2000

MORIARTY, D.J.W. The role of microorganisms in aquaculture ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 151, p. 333-349. 1997

MOSS, S. M. et al. Greening of the blue revolution: efforts toward environmentally responsible shrimp culture. **Aquaculture**, Lake Buena Vista, p. 21-25, jan 2001.

NATES, S. F. New ingredients for shrimp feeds: status and opportunities. In: WORLD AQUACULTURE SOCIETY, 2003, Salvador, **Abstracts...**: Salvador: World Aquaculture Society, v. 2, p. 518, 2003.

NEW, M. B. **Feed and feeding of fish and shrimp**. Roma: FAO, 1987. 275 p.

NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos. **Panorama da Aquicultura**, Rio de janeiro, v. 62, p. 25-31, 2000.

O AGRONEGÓCIO do Camarão Marinho Cultivado. **Revista da ABCC**, Recife, 2003. 20p.

OBALDO, L. G.; MASUDA, R. O tamanho da ração afeta o comportamento alimentar do camarão e o desempenho do crescimento. **Revista da ABCC**, Recife, ano 5, n. 3, set. 2003.

OLIVEIRA, S. M. de. **Princípios nutritivos de produtos e subprodutos agropecuários com possibilidade de uso em rações aquícolas**. 1996. 45 f. Conclusão de curso (Especialização em Aqüicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

OLIVEIRA, S. M. de. **Avaliação da toxicidade da farinha de semente de leucena (*Leucaena leucocephala*, Lam de Wit) sobre o crescimento e sobrevivência de juvenis do camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*, de Man, 1879)**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

OLIVEIRA, S. M.; CASTRO, P. F. Estabilidade em água de rações comerciais para camarões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – SBCTA, 17., 2000, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza, 2000, v. 1, p. 3.216.

OLIVERA, A. Moluscos bivalves e a biorremediação dos impactos da carcinicultura. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de janeiro, v. 63, p. 37-39, 2001.

OLIVERA, A. **Produção de pós-larvas de camarão marinho**. Curso Internacional. CYTED – Programa Iberoamericano de Ciência y tecnologia para el desarrollo subprograma II acuicultura. Laboratório de camarões marinhos, UFSC, nov., 1998.

PARIPATANANONT, T. et al. Substitution of soy protein concentrate for fishmeal in diets of tiger shrimp *Penaeus monodon*. Bangkok: Thailand. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 369-374, 2001.

PEZZATO, L. E. Alimentação de peixes – Relação custo e benefício. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999.

PIEDAD-PASCUAL, F.; CATAUTAN, M. Defatted soybean meal and leucaena leaf meal as protein sources in diets for *Penaeus monodon juveniles*. **Asian Fisheries Forum**, Tokyo, p. 345-348. 1990.

PRIMAVERA, J. H. Tropical shrimp farming and its sustainability. In *Tropical Mariculture*, ed. S. S. de Silva, pp. 257-289. Academic Press, San Diego. 1998.

QUEIROZ, J. F.; KITAMURA, P. C. Sustentabilidade ambiental do camarão marinho brasileiro cultivado: gestão ambiental e demandas de pesquisas. **Revista da ABCC**, Recife, ano 3, n.3, p. 69-74. dez. 2001.

ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J. A carcinicultura brasileira em 2002. **Revista da ABCC**, Recife, v.5, n.1, p. 30-45, 2003.

ROCHA, M. M. R. M.; NUNES, M. L.; FIGUEIREDO, M. J. Cultivo de pós-larvas de *L. vannamei* em berçários intensivos. **Anais ... AQUICULTURA BRASIL '98**, vol 2, Recife, nov. 1998, p. 289-297.

ROSAS, C. et al. Metabolism and growth of juveniles of *Litopenaeus vannamei*: effect of salinity and dietary carbohydrate levels. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. Amsterdam, v. 259, n. 1, p. 1-22, 2001.

ROSENBERRY, R. *World Shrimp Farming*. San Diego: Shrimp News International, 1998

ROUBACH, R. et al. Aquaculture in Brazil. **World Aquaculture Magazine**, vol 34, n. 1, p. 28-34. mar. 2003.

SILVA, C. V. **Considerações sobre requerimentos nutricionais e práticas alimentares de camarões cultivados**. 1996. 65 p. Monografia (Especialização em Aqüicultura). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA-JÚNIOR, R. F. **Avaliação do crescimento do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) e da qualidade da água em função da utilização de quatro rações comerciais com diferentes níveis de proteína**. 2003. 38f. Monografia (conclusão de curso) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SOCOLA, J. A. S. Breve estudio sobre el uso de harina de yuca para la elaboración de alimento balanceado para camarones. Guayaquil: A & S, **Nutrición y alimentación animal**, 1986, 13 p.

SMITH, D. M.; ALLAN, G. L.; WILLIAMS, K. C.; BARLOW, C. G. Fishmeal replacement research for shrimp feed in Australia. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 598. 2001

SMITH, D. M. et al. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 207, p. 125-136, 2002.

STICKEY, R. R. **Principles of aquaculture**. New York: John Wiley & Sons, 1994. 502 p.

SUDARYONO, A.; HOXEY, M. J.; KAILIS, S. G.; EVANS, L. H. Investigation of alternative protein sources in practical diets for juvenile shrimp *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, Amsterdam v. 134, p. 313-323, 1995

TACON, R. **Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados**. Manual de Capacitación. Proyecto Aquila II, Documento de Campo n. 4, FAO/Italia, GCP/RLA/102/ITA., 572 p. 1989.

TACON, A. G. J. et al. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture nutritions**, vol. 8, p. 121-137, 2002.

TACON, A. G. J. Challenges and opportunities in shrimp feeds and feeding. In: WORLD AQUACULTURE SOCIETY, 2003, Salvador, **Abstracts...** Salvador: World Aquaculture Society, 2003, vol 2, p. 771

TAECHANURUK, S.; STICKNEY, R. R. Effects of feeding rate and feeding frequency on protein digestibility in the freshwater shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*). **Journal of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 13, p. 63-72, 1982.

TAM, N. F. Y.; WONG, Y. S. Nutrient and heavy metal retention in mangrove sediment receiving wastewater of different strengths. **Environmental Technology** 14, 719-729. 1993

TIDWELL, J. H.; WEBSTER, C. D.; YANCEY, D. H.; D'ABRAMO, L. R. Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and distillers by-products in diets for pond culture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 118, 119-130, 1993

TROTT, L. A.; ALONGI, D. M. The Impact of Shrimp Pond Effluent on Water Quality and Phytoplankton Biomass in a Tropical Mangrove Estuary. **Marine Pollution Bulletin**, Elmsford, v. 40, n. 11, p. 947-951, 2000.

VELASCO, M.; LAWRENCE, A. L.; CASTILLE, F. L. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 141-148, 1999.

VINATEA, L. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável**: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Florianópolis: Ed da UFSC, 1999. 310 p.

VINATEA, L. A Qualidade da água na carcinicultura. **Revista ABCC**, Recife, ano 4, n. 3, dezembro de 2002.

WAINBERG, A. A. Na criação de camarões os lucros e o meio ambiente devem caminhar de mãos dadas. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, p. 35-41, jan./fev. 2000.

WALDIGE, V.; CASEIRO, A. A Indústria de rações: a situação atual e as perspectivas. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, p. 37-45. mar/abr. 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**, Amsterdam, v. 138, p. 267-279, 1995.

WIKINS, J.F. Prawn biology and culture. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, Sberdeen, v. 14, p. 435-507, 1976.