



ROBSON LIBERAL DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE MACROALGAS MARINHAS ARIBADAS EM DIETAS
PARA O CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).**

**Recife
2005**

ROBSON LIBERAL DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE MACROALGAS MARINHAS ARRIBADAS EM DIETAS
PARA O CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).**

Dissertação apresentada ao **Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura** da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura**, Área de Concentração Aquicultura.

Orientador: **Prof. Dr. José Milton Barbosa**, Depto. Pesca e Aquicultura, da UFRPE.

Co-orientadores: Prof. Dr. Carlos Boa Viagem e Dr. Renaldo Tenório de Moura.

**Recife
Dezembro de 2005**

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

Parecer da comissão examinadora da defesa de dissertação de mestrado de

Robson Liberal da Silva

UTILIZAÇÃO DE MACROALGAS MARINHAS ARRIBADAS EM DIETAS PARA O CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

Área de concentração: **Aqüicultura**

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato **Robson Liberal da Silva** como aprovado com distinção.

Recife, 19 de dezembro de 2005

José Milton Barbosa (DSc, UFRPE)
Orientador

Fernando Antonio do Nascimento Feitosa (DSc, UFPE)
Membro externo

Ranilson de Souza Bezerra (DSc, UFRPE)
Membro interno

Athiê Jorge Guerra Santos (DSc, UFRPE)
Membro interno

Alfredo de Olivera Galvez (DSc, UFRPE)
Membro interno suplente

Dedicatória

À minha esposa,
Mariza. A meus filhos
Antonio Henrique,
Vinícius e Tiago. A
meus pais e meus
irmãos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, através do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura pela forma democrática e transparente da seleção. Pela competência e esforço do corpo docente em manter um nível condizente em relação a outros Programas de Pós-Graduação, apesar dos poucos recursos destinados.

Ao Prof. Dr. José Milton Barbosa pela orientação, dedicação e interesse destinados ao longo deste trabalho.

Aos co-orientadores Prof. Dr. Carlos Boa Viagem e Dr. Renaldo Tenório de Moura pelas orientações.

Ao Prof. Dr. Ranilson Bezerra pelo apoio e colaboração durante o curso.

Aos Profs. Drs. Alfredo e Wiliam Severi, pelo fornecimento de equipamento para aferição dos dados das variáveis hidrológicas.

Ao Prof. Dr. Eudes Correia pelas informações prestadas e apoio.

Aos funcionários do Departamento de Pesca, especialmente Telma e Selma, pela atenção, pelos préstimos e disposição profissional.

A meus amigos fraternos, Albérico e Sueli Rabelo pelo incentivo, apoio e amizade.

Aos meus amigos e companheiros do Curso de Pós-Graduação pelo excelente nível de convivência, troca de conhecimentos e amizade.

À colega Renata França e a Augusto Vasconcelos pela colaboração na formatação da apresentação da dissertação.

A Ivo Thadeu e Túlio, discentes de Engenharia de Pesca e Biologia, respectivamente, pela contribuição e apoio nos experimentos.

A Luciano, técnico do Departamento de Agronomia da UFRPE, pelos ensinamentos e análise de espectrofotometria de absorção atômica para análise de digestibilidade.

À Patrícia Castro pelas informações prestadas na formatação do texto.

Aos colegas Albérico Real, Neide e Flávio do Departamento de Bioquímica/UFPE, pelo apoio e amizade.

Ao Laboratório Experimental de Alimentos, Depto. de Nutrição da UFPE, pelas análises da composição centesimal.

À Base de Piscicultura da UFRPE pela cessão dos moinhos para trituração dos ingredientes das dietas.

Ao Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia-UFRPE, pelas análises da composição centesimal das macroalgas e pelas orientações no estudo da digestibilidade, pelo óxido de cromo.

Ao Engenheiro Agrônomo, Caio Rodrigo Diaz pela colaboração na elaboração dos gráficos.

Ao meu sobrinho Eduardo Varela pelas fotografias utilizadas na apresentação da dissertação.

A Empresa Netuno pelo fornecimento das pós-larvas dos camarões e pela água utilizada nos experimentos.

A SUPRANOR principalmente Sr. Eduardo pelo fornecimento da maior parte dos ingredientes das dietas formuladas.

À PURINA pelo fornecimento de farinha de peixe das dietas experimentais.

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	3
3. Revisão da literatura.....	3
4. Artigos científicos.....	8
4.1. Artigo 1. Digestibilidade de rações experimentais à base de macroalgas marinhas arribadas como dieta do camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931).	9
4.2. Artigo 2. Efeito de dietas à base de macroalgas marinhas arribadas no crescimento, sobrevivência e desenvolvimento do camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931).	26
5. Referências bibliográficas.....	47
6. Conclusões.....	51
7. Anexo: Normas da Revista <i>Aquaculture</i>	52

RESUMO

A utilização de macroalgas marinhas arribadas em dietas para camarão é pioneira, no Brasil. Foram pesquisados mais de quatro mil trabalhos, em sua grande maioria em revistas internacionais, cerca de 40 se referiam ao uso de macroalgas para alimentação de organismos aquáticos. Para se avaliar as dietas à base dessas algas foram realizados dois experimentos intitulados: Efeito de dietas à base de macroalgas marinhas arribadas no crescimento e sobrevivência do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) e Digestibilidade de rações experimentais à base de macroalgas marinhas arribadas como dieta do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Com o intuito de verificar a conversão alimentar, sobrevivência e o crescimento, no primeiro experimento testaram-se quatro dietas (cinco réplicas, cada uma), com 30% de proteína bruta (isoprotéica) e 300Kcal/100g (isocalóricas), uma dieta controle sem macroalgas (ração D) e três contendo 13% (ração C), 26% (ração D) e 39% de macroalgas (ração A), num período de 45 dias. No outro experimento verificaram-se a digestibilidade, hidroestabilidade e os custos de produção das quatro dietas. Para os estudos da digestibilidade 300 camarões foram alimentados (8% da biomassa), por 10 dias, com peso médio de 0,68g. A perda da matéria seca (PMS) foi avaliada nos tempos de imersão em água de 30, 60, 90, 120 e 240 minutos. Os valores de ganho de biomassa, taxa de crescimento específico (SGR) e sobrevivência comparativamente não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$). A conversão alimentar variou entre 1,79 e 2,08, apresentando diferenças significativas entre os tratamentos, entretanto semelhantes nas rações A e B; C e D ($P\leq 0,05$). A digestibilidade aparente da matéria seca para as quatro dietas variaram de $73,12\pm 8,08$ a $77,52\pm 8,73$, não havendo estatisticamente diferença significativa ($P>0,05$). As rações A e B foram as que apresentaram menores custos. A ração B foi a que apresentou os melhores resultados de hidroestabilidade.

Palavras chave: conversão alimentar, ganho de peso, macroalgas, *Litopenaeus vannamei*, digestibilidade e hidroestabilidade.

ABSTRACT

The landed macroseaweed use in diets for shrimp is pioneering, in Brazil. Four a thousand works had been searched more than, in its great majority in international magazines and journal. About 40 if they related to the macroseaweed use for feeding of aquatic organisms. To evaluate the diets to the base of these seaweed two intitled experiments had been carried through: Effect of diets to the base landed macroseaweed in the growth and survival of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) and Digestibilidad of experimental rations to the landed macroseaweed base as diet of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). With intention to verify the alimentary conversion, survival and the growth, in the first experiment four diets had been tested (five rejoinders, each one), with 30% of rude protein (isoprotéica) and 300Kcal/100g (isocalóricas), a diet have controlled without macroseaweed (ration D) and three contend 13% (ration C), 26% (ration B) and 39% (ration A) of macroseaweed, of the species *Hypnea cervicornis* e *Cryptonemia crenulata*, in a period of 45 days. In the other experiment they had verified it **digestibility**, **hidroestability** and the costs of production of the four diets. For the studies of the digestibilidad 300 shrimps had been fed (8% of the biomass), per 10 days, with average weight of 0,68g. The loss of the dry matter (PMS) was evaluated in the times of immersion in water of 30, 60, 90, 120 and 240 minutes. The values of biomass profit, tax of specific growth (SGR) and survival had comparativily not presented significant differences ($P>0,05$). The alimentary conversion varied between 1,79 and 2,08, presenting significant differences between the treatments, however similar in the rations and the A and B; C and D ($P=0,05$). The apparent **digestibility** of the dry matter for the four diets had varied of $73,12\%\pm 8,08$ $77,52\%\pm 8,73$, not having estatisticamente significant difference ($P>0,05$). The rations A and the B had been the ones that had presented minors costs. Ration B was the one that presented the best ones resulted of **hidroestability**.

Words key: alimentary conversion, profit of weight, seaweed, *Litopenaeus vannamei*.

1. INTRODUÇÃO

A Aquicultura mundial deixou de ser a muito tempo, nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, principalmente os asiáticos, uma atividade extensiva e marginal, com poucos recursos científicos, tecnológicos, para se tornar uma área de grandes conhecimentos aplicados, com potenciais sócio-econômico relevantes, movimentando dezenas de bilhões de dólares, gerando milhões de empregos diretos e indiretos. Por isso, a preocupação com o desenvolvimento sustentável ou ecodesenvolvimento é uma constante dos profissionais que atuam neste campo, o que pode acarretar numa atividade econômica, social e ecologicamente correta.

Os países asiáticos respondem por 75% da produção de pescado cultivado no mundo. A maior parte dessa produção é constituída de peixes onívoros criados em sistema semi-intensivo. A grande maioria da produção é obtida com rações artesanais. Mesmo em alguns sistemas intensivos, notadamente tanques-rede marinhos e algumas fazendas em tanques escavados, usam-se rações artesanais. Somente 10% da produção total de peixes e 50% da produção de crustáceos utilizam rações comerciais (FAO, 1993).

A produção mundial da aquicultura em 2003 foi de 54,79 milhões de toneladas, sendo 27,04 milhões de toneladas de peixes, 12,48 milhões de toneladas de macroalgas (segundo produto da aquicultura destacando-se feofíceas, rodofíceas e clorofíceas), 12,30 milhões de toneladas de moluscos e 2,79 milhões de toneladas de crustáceos. A China aparece como maior produtor, seguida de outros países asiáticos. Aproximadamente 70% dessa produção é constituída de peixes onívoros criados em sistema semi-intensivo com rações artesanais (FAO, 2005).

O desenvolvimento da aquicultura depende da disponibilidade de vários recursos: máquinas, equipamentos, terra, água, energia elétrica, mão-de-obra qualificada, transporte, comercialização e alimentação das espécies cultivadas. Dentre este, a ração representa um valor significativo na produção de pescado, podendo chegar a 70% dos custos. Apesar da aquicultura, ainda se caracterizar como de pouca produção o país possui mais de 60 fábricas de ração para peixe e camarão (GOMES, 2001).

A ração produzida industrialmente tem características adequadas ao desenvolvimento de cada espécie a ser cultivada, elevando a produtividade e a produção, decorrente da conversão alimentar. Rações extrusadas e peletizadas são

próprias para o cultivo de espécies aquícolas. Porém, os equipamentos e máquinas usadas como peletizadoras, extrusoras, fornos, misturadores e trituradores, dentre outros, oneram bastante os custos, limitando a atuação dos aquícultores e às vezes inviabilizam economicamente o cultivo.

A produção de ração de qualidade, com baixo custo depende de vários fatores. A localização geográfica das áreas de produção, em relação aos locais de fabricação de ração pode ser um dos fatores. O Sudeste e o Sul estão mais próximos aos grandes centros de produção agroindustrial, o que facilita o acesso e diminui os custos de aquisição das matérias-primas: soja, milho, sorgo, trigo, farinha de carne e peixe etc.

Uma boa ração para ser formulada, deve conter ingredientes balanceados e em quantidade, que os nutrientes obtidos sejam satisfatórios para o máximo desenvolvimento das espécies a serem cultivadas. Além disso, devem ter alimentos que forneçam calorias suficientes para produzir energia, tão necessária ao organismo de peixes e camarões, que estão constantemente em atividade, gastando energia. Alimentos à base de batata-doce, sorgo, milho, mandioca, trigo, arroz, soja, farinha de carne e peixe são os mais usados.

Segundo Gomes (2001) as propriedades físicas e químicas das rações são essenciais para um bom aproveitamento, tais como: hidroestabilidade, aceitabilidade, palatabilidade, digestibilidade, dimensões dos péletes, ecológico e higiênico.

As rações peletizadas ou extrusadas possuem características que possibilitam a ingestão com o mínimo de perda dos nutrientes por parte dos organismos cultivados. A hidroestabilidade é muito importante para conservar os ingredientes por um período desejado. Ração para camarão deve permanecer, no meio aquático, por um período máximo de forma a cumprir as exigências de tempo de alimentação. Camarões levam mais tempo do que peixes para se alimentar. Portanto devem possuir aglutinantes que minimizem a lixiviação, conservando as propriedades químicas da dieta. As perdas de riboflavina, colina, vitamina C, aminoácidos livres e potássio podem chegar a 50%, em menos de uma hora de imersão (GOMES, 2001).

Alguns aglutinantes são usados na formulação de rações obtidos de matéria orgânica vegetal como gomas, amidos, leveduras, mandioca, arroz cozido, banana, alginato, gelatinas de origem animais como colágeno e silagens de peixes (MACHADO, 1988).

Dentro deste contexto, vale ressaltar a importância das macroalgas marinhas que podem ser utilizadas como fonte de proteína na alimentação do camarão *Litopenaeus*

vannamei, por serem ricas em aminoácidos essenciais, de fácil obtenção a custo reduzido e um alimento natural.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral: Utilizar macroalgas marinhas arribada como ingredientes, em dietas para o camarão *L. vannamei*, como alternativa de reduzir custos com ração.

2.2. Específicos:

- Formular rações alternativas a custos reduzidos, principalmente para pequenos e médios produtores.
- Testar o efeito das dietas no crescimento do *L. vannamei*;
- Avaliar a sobrevivência na fase de cultivo;
- Analisar digestibilidade das rações pelos camarões;
- Testar hidroestabilidade das dietas;
- Estimar os custos das rações;
- Analisar a composição centesimal das macroalgas arribadas dominantes, sub-dominantes e da biomassa total.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O aproveitamento de macroalgas marinhas arribadas deve obedecer a critérios ambientais e nutricionais. Para isso existe legislação específica para a utilização de macroalgas arribadas, por se tratar de um recurso marinho natural que possui importância no ecossistema. Faz-se necessário estudo na área de bioquímica da nutrição para determinação das espécies que podem ser aproveitadas para produção de ração, devido a fatores antinutricionais existentes em algumas espécies.

Dentre os recursos oriundos do mar, as macroalgas destacam-se como as de maior aproveitamento industrial. A sua abundância e diversidade as tornam matéria-prima para uma infinidade de produtos de uso humano e animal. Destaca-se a sua utilização na indústria de cosméticos, produtos farmacêuticos e alimentícios, sobretudo, como fonte produtora de ficolóides (ágar-ágar, carragenana e alginato). Como alimentação existe registro do seu uso desde a pré-história. Na China, referências históricas revelam sua utilização desde 600 a 800a.c. (WAALAND, 1981). A diversidade de utilização e importância econômica das algas marinhas faz com que o seu preço alcance uma elevada cotação nos mercados externo e interno.

Nas Filipinas 39% da população vive da pesca e uma parte considerável está engajada em atividades de cultivo de algas. Uma fazenda de um hectare mantém uma família com cinco pessoas, produzindo 16.000Kg de algas secas, processando 288Kg de agar-ágar, obtendo uma renda mensal de mais de US\$1,000.00 (produção mínima). No Brasil somente a partir de 1940 é que se iniciou uma série de estudos mais eficazes

sobre macroalgas e na década 60 surgiram pesquisas sobre espécies de importância econômica e sua distribuição, porém sem apresentar quantificação. Registra-se uma intensa biomassa de algas arribadas nas praias, que poderiam ser aproveitadas para consumo ou para diversos outros fins, se recebessem os devidos tratamentos. As algas arribadas que não são utilizadas se misturam com os resíduos gerados pela atividade humana, se decompõem e naqueles ambientes eutrofizados, estas podem ser aproveitadas para vários fins (SILVA, 2003).

A Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) realizou estudos de prospecção de bancos de macroalgas demonstrou um potencial estimado em 54.669,20t de peso fresco (entre as isóbatas de 0 e 10 metros), para os Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Destacou-se a presença significativa de espécies dos gêneros *Gracilaria*, *Hypnea*, *Cryptonemia* e *Sargassum*. Os estudos apresentam várias alternativas para a utilização de algas arribadas, produção de biogás, de ficocolóides. Câmara Neto et al. (1979), estimaram, uma produção, para dois bancos de macroalgas arribadas, no Rio Grande do Norte em mais de 300 toneladas em peso fresco.

Todas espécies aquáticas cultivadas necessitam de uma ração que supra os requerimentos nutricionais. Para isso sua composição de nutrientes deve ter proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas e sais minerais (GODDARD, 1995).

As proteínas são importantes também, por sua constituição de aminoácidos, que são responsáveis pelo metabolismo de carboidratos e lipídeos, a síntese de novas proteínas e outros compostos tais como adrenalina, tirosina, melanina, histamina, ácidos nucleicos, vitaminas etc e como fonte metabólica de energia (TACON, 1987).

De acordo com Cower e Foster (1971), Shewart et al. (1972) e Kanazawa e Teshima (1981) apud Mangialardo e Fenucci (1998) os aminoácidos considerados essenciais para os camarões são dez: metionina, arginina, treonina, fenilalanina, triptofano, histidina, isoleucina, lisina, leucina e valina. A relação existente entre a quantidade de lisina e arginina nas dietas para camarão peneidos, parecem ser de importância Mangialardo e Fenucci (1998).

As macroalgas marinhas são vegetais ricos em proteínas, vitaminas, carboidratos, fibras, lipídeos e sais minerais, dentre outros. As algas marinhas frescas apresentam 75-85% de água, 15-25% de componentes orgânicos e sais minerais. Da matéria seca 65-85%, correspondem a substâncias orgânicas e os 30-35% a cinzas (HALPERIN, 1971). O conteúdo protéico de algas de 5-15% do peso seco está próximo

ao de diversos alimentos como arroz, trigo, gramínea e contêm todos os aminoácidos essenciais (THYVI, 1960). Burkholder (1971), realizou análises em diversas espécies de rodofíceas e obteve como resultado os teores de proteínas: *Agardhiella ramossissima* (10,41%), *Hypnea musciformis* (11,22%), *Gracilaria domingensis* (8,24%). White et al (1981), segundo suas análises chegaram à variação de 7-11% de proteína, no gênero de *Gracilaria sp.* Palminha et al. (1963), estudando a rodofícea *Hypnea benguelensis*, constatarem uma variação de 10,34% a 21,13% de proteínas. Narin (1979) verificou que *Ahnfeltia plicata*, continha 23,70% de proteína. Black (1963), obteve nas suas análises os teores de 25-35% para *Porphyra sp.* e *Rhodomenia palmata*. Enquanto que Bender et al. (1953), encontrou variação dos teores de proteínas para esta espécie de 23,7-27,5%.

O camarão *L. vannamei*, apresenta-se como uma espécie rústica, podendo ser cultivado utilizando-se dietas que podem variar entre 20 e 40% os níveis protéicos (ROCHA, 1998).

Os lipídeos são a principal fonte de ácidos graxos essenciais (AGE) do tipo polinsaturados, linoleico, linolênico e araquidônico. Os animais aquáticos têm maior requerimento a série ômega 3 que os terrestres, nos quais o ômega 6 é mais importante. As espécies de água fria requerem mais ômega 3 que as de água quente. Os camarões e pitus tem requerimento para ômega 3, mas a razão $\omega 3:\omega 6$ é muito importante, porém ainda desconhecida. Embora muitos lipídeos vegetais sejam ricos em AGE, as melhores fontes são de origem marinha e os óleos vegetais têm altos níveis de $\omega 6$, série linoléica (CORREIA, 1993).

O α -tocoferol é o que apresenta maior atividade como vitamina E, o qual é absorvido no intestino junto com os lipídeos. O α -tocoferol é sintetizado só por plantas superiores e algas, sendo estas últimas consideradas como a fonte deste composto para os crustáceos (GIMENEZ & FENUCCI, 1998). Várias espécies de macroalgas detêm níveis de ácidos graxos essenciais comparadas a ingredientes tradicionalmente conhecidos.

Os carboidratos são os principais responsáveis pela fonte de energia, para os animais. A fração energética das rações deve compor principalmente de cereais: milho, sorgo, mandioca, arroz, trigo e outros (GOMES, 2001).

Conklin (1997) estudando os requerimentos vitamínicos de crustáceos além dos conhecimentos já adquiridos como os que as vitaminas são essenciais para os processos metabólicos como crescimento, reprodução e manutenção da vida animal, afirma que os requerimentos vitamínicos já estão completamente definidos.

A deficiência das vitaminas A, C, D e E em dietas para camarão reduziram a taxa de sobrevivência e retardamento do crescimento em dietas pobres em vitaminas A e D (HE & LAWRENCE, 1992).

Os macro e microminerais são encontrados em farinha de carne-osso, fosfato bicálcico e premix. No entanto, as macroalgas marinhas possuem todos os minerais essenciais aos organismos animais (DIAZ-PEFERRER, 1961).

Segundo Tacon (1987), os minerais são importantes na manutenção do equilíbrio osmótico, entre os fluídos do corpo e da água. Em geral as funções podem se resumir em: são essenciais na formação do esqueleto e dos dentes; importantes na osmorregulação; essenciais na formação dos tecidos do corpo; são importantes na transmissão do impulso nervoso e contração muscular; são importantes no equilíbrio ácido-base e regulação do pH do corpo e servem como essência de componentes de muitas enzimas, vitaminas, hormônios e pigmentos respiratórios bem como são co-fatores no metabolismo.

Do total de 23 minerais 13 são requeridas nas dietas de muitos animais e somente nove destes tem sido demonstrado como essencial nas dietas de peixes. Em dietas para *L. vannamei*, contendo 12 mg/Kg de ferro, estes não apresentaram sinais de deficiência. Também não foram detectados efeitos tóxicos em dietas contendo até 80mg/Kg de Fe/Kg. A carência individual de Mg, Mn, Fe, Zn, e Cu em rações para juvenis de *L. vannamei*, resultaram na redução do tecido de mineralização dos camarões. A supressão de Se, provocou um aumento significativo do conteúdo de cinzas da carapaça. A exclusão do cálcio e fósforo das dietas, não indicou alterações significantes nos níveis dos respectivos minerais encontrados no hepatopâncreas e carapaça (DAVIS;GATLIN, 1991).

Alguns aglutinantes foram utilizados na preparação de rações obtidos de matéria orgânica vegetal como: gomas, amido, leveduras, mandioca, arroz cozido, banana, alginato, gelatina de origem animal como colágeno e silagens de peixes. Dentre estes o alginato foi o mais indicado para formulação de ração para camarão, obtendo-se uma boa hidroestabilidade (Machado, 1988).

Para Esquivel et al. (1993) a tradicional dieta para muitos organismos cultivados são microalgas vivas. Para isto, aquaculturistas precisam de larga escala de cultura de microalgas, com acréscimo considerável dos custos de produção, e envolvem um adicional fator de risco comparado com alimentos artificiais. Por estas razões, a

viabilidade do uso de dietas alternativas, tais como micropéletes de ração artificial ou microalga preservada com diferentes técnicas, tem sido pesquisado por vários anos.

Cornejo et al. (1999), realizou estudos sobre o efeito da macroalga marinha, *Caulerpa sertularioides* no desenvolvimento do camarão *Penaeus californiensis*. Para isso utilizou três tratamentos, com três repetições cada. O primeiro consistia no cultivo do camarão em tanques sem presença direta ou indireta da macroalga e alimento para camarão do tipo peletizado e fresco; o segundo foi realizado com a presença indireta da macroalga, com alimento peletizado e fresco e o terceiro com a presença direta da macroalga, com alimento peletizado e fresco. Os resultados obtidos possibilitaram concluir que a macroalga tem influência sobre o crescimento, sobrevivência e biomassa dos camarões quando cultivados consorciados e que dentre os tratamentos o melhor resultado foi o com a presença direta da macroalga, vindo em seguida com a presença indireta, depois com ausência da macroalga no cultivo.

Silva (1990), estudando os efeitos antimicrobianos de extratos brutos de macroalgas marinhas bentônicas do litoral norte de Pernambuco, concluiu que as rodofíceas: *Gracilaria debilis*, *G. sjoestedtii*, *G. domingensis*; as feofíceas: *Dictiopteris delicatula*, *Sargassum vulgare*, *Lobophora variegata* e as clorofíceas: *Ulva lactuca*, *Caulerpa cupressoides* e *Caulerpa racemosa* possuem atividade antimicrobiana para um ou mais microrganismos utilizados nos testes (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium smegmatis*, *Cândida albicans* e *Monila sitophyla*). A divisão clorofícea apresenta maior atividade, seguindo das rodofícea e feofícea.

Diversos trabalhos sobre a utilização de macroalgas como aglutinante, produtor de ficocolóides, de sais minerais, antimicrobiano, imunoestimulador, anticoagulante, antitrombolítico, antitumoral, antimutagênica podem ser encontrados em: Chevolot et al. (1999); Millet et al. (1999); Mauray et al. (1998); Jiménez-Escrig; Goni-Cambrodon (1999); Teas (1981); Furusawa y Furusawa (1985); Yamamoto et al. (1986); Riou, et al. (1996); Nomura et al. (1997); Yan et al. (1999); Xue et al. (1998); Vaugelade et al. (2000); Okai et al. (1998); Okai et al. (1996); Liu (1997); Shan et al. (1999); Lee et al. (1998); Sharp (1987); Accorinti (1992).

Por apresentarem composições químicas semelhantes e serem tão ricas em nutrientes quanto às microalgas, usadas em cultivos de camarão e peixe, as macroalgas pode ser uma excelente alternativa como dietas para organismos aquáticos, principalmente camarão, reduzindo os custos com alimentos.

4. Artigos científicos

4.1. ARTIGO 1.

Efeito de dietas à base de macroalgas marinhas arribadas no crescimento e sobrevivência do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

^(a) Robson Liberal da Silva e ^(b) José Milton Barbosa

^(a) Departamento de Bioquímica, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego s/nº, Cidade Universitária, Recife, PE (CEP 50.670-420). E-mail: robsonliberal@yahoo.com.br

^(b) Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros s/nº, Dois Irmãos, Recife, PE (CEP: 52.171.900), E-mail: jmiltonb@gmail.com

Resumo

Na carcinicultura os custos com ração podem alcançar até 70% do custo total da produção, o que sugere a necessidade de se buscar formas de barateá-los, especialmente no que diz respeito à substituição de fontes protéicas, pois o nível protéico da ração apresenta relação direta com o seu custo. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi investigar os efeitos de macroalgas marinhas arribadas rodofíceas: *Hypnea cervicornis* e *Cryptonemia crenulata* como fontes protéicas, no crescimento, sobrevivência e conversão alimentar, em dietas para camarão *Litopenaeus vannamei*. Estas macroalgas são ricas em nutrientes que podem suprir os diversos requerimentos nutricionais dos camarões. Foram testadas quatro dietas (cinco réplicas, cada uma), com 30% de proteína bruta (isoprotéica) e 300Kcal/100g (isocalóricas), uma dieta controle sem macroalgas (ração D) e três contendo 13% (ração C), 26% (ração D) e 39% de macroalgas (ração A). Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Ecossistemas Aquáticos, do Depto. de Pesca da UFRPE, onde os animais foram alimentados (10% da biomassa), por 45 dias, usando Pós-larvas com dez dias de vida. Os valores de biomassa final variaram com médias de 120,89 a 134,82g, ganho de biomassa de 106,49 a 124,36g, taxa de crescimento específico (SGR) de 4,68 a 5,68 e sobrevivência de 95,20

(ração D) a 97,00% (rações B e C), comparativamente não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$). A conversão alimentar variou entre 1,79 e 2,08, apresentando diferenças significativas entre os tratamentos, entretanto semelhantes nas rações A e B; C e D ($P\leq 0,05$).

Palavras chave: carcinicultura, alimentação, conversão alimentar, ganho de peso, macroalgas, *Litopenaeus vannamei*.

1. Introdução

A produção mundial da aquicultura em 2003 foi de 54,79 milhões de toneladas, sendo 27,04 de peixes, 12,48 de macroalgas, 12,30 de moluscos e 2,79 de crustáceos. A China aparece como maior produtor, seguida de outros países asiáticos, que juntos respondem por 75% da produção de pescado cultivado no mundo. Cerca de 70% dessa produção é constituída de peixes onívoros criados em sistema semi-intensivo com rações artesanais (FAO, 2005).

O desenvolvimento da aquicultura depende, dentre outros fatores, da disponibilidade de vários recursos: máquinas, equipamentos, terra, água, energia elétrica, mão-de-obra qualificada, transporte, comercialização e alimentação das espécies cultivadas. Dentre estes, a ração representa um peso significativo na produção de pescado, podendo alcançar 70% dos custos. Uma boa ração deve conter ingredientes balanceados e em quantidade adequada, que os nutrientes obtidos sejam satisfatórios para o melhor desenvolvimento das espécies a serem cultivadas. Além disso, deve ter alimentos que forneçam calorias suficientes para produzir energia, principalmente aos peixes e camarões, que estão constantemente em atividade. Alimentos à base de batata-doce, sorgo, milho, mandioca, trigo, arroz, soja, farinha de carne e peixe são os mais usados (Gomes, 2001).

A ração produzida industrialmente deve ter características adequadas ao desenvolvimento da espécie a ser cultivada, elevando a produtividade e a produção, decorrente da alta conversão alimentar. No entanto, os ingredientes detentores de proteínas de qualidade com os aminoácidos essenciais e ácidos graxos polinsaturados das séries linoléica e linolênica apresentam alto custo, limitando a atuação dos aqüicultores, principalmente os pequenos produtores e às vezes inviabilizando sua atividade produtiva.

Diversos trabalhos sobre nutrição de *Litopenaeus vannamei* mostram a importância sobre o crescimento, sobrevivência e taxa de crescimento específico (SGR): Pina et al. (2005), em experimentos com dietas à base de *Tetraselmis suecica* verificou que a ausência de PUFA ocasionou a mortalidade de 100% das larvas. Qing et al. (2005) em seu experimento demonstraram que é essencial a relação entre cálcio e fósforo. Kureshy e Davis (2002) testou dietas com 16, 32 e 48% de proteína bruta, obtendo melhor resultado em ganho de peso com 32%. González et al. (2002) estudaram os efeitos do crescimento, sobrevivência e composição de ácido graxo em dietas com e sem fosfolípidos. Forster et al. (2003) testaram a digestibilidade de farinha de peixe com três níveis de valores.

Devido ao crescimento acelerado da carcinicultura marinha no Brasil e em vários outros países da América Latina, a demanda por tais ingredientes tem se acentuado, aumentando a volatilidade dos preços destes insumos. Em face destas condições, a tendência global tem sido reduzir os níveis de inclusão de tais ingredientes em rações, com uma conseqüente maior utilização de fontes protéicas de origem vegetal. Nestas condições, o alimento passa a apresentar-se menos atrativo ao camarão, impactando o consumo alimentar e os níveis de conversão alimentar.

O processo de produção de ração de qualidade, com baixo custo torna-se mais difícil em algumas regiões em virtude da distância das áreas de produção dos ingredientes: soja, milho, sorgo, trigo, farinha de peixe etc. aumentando custos de aquisição das matérias-primas. Desta forma, a utilização de ingredientes alternativos locais pode ser uma forma eficaz de baratear o custo da ração, especialmente com o uso de macroalgas marinhas de alto valor nutricional.

Nunes et al. (2003) afirma que a exigência nutricional dos camarões marinhos cultivados apresenta dependência no uso de óleo e farinha de peixe. Isto se deve ao fato da alta exigência nutricional destes animais associado a um perfil nutricional mais adequado das proteínas marinhas. O óleo e a farinha de peixe servem como fontes de energia e de nutrientes essenciais, incluindo os ácidos graxos altamente polinsaturados (HUFA) das séries linoléica e linolénica e os aminoácidos. Os atrativos e estimulantes químicos possibilitam um incremento das propriedades atrativas e palatáveis da ração. Nos camarões marinhos, a detecção e a ingestão do alimento são os primeiros processos da alimentação destes organismos. Os atrativos e os estimulantes utilizados em rações para camarões marinhos geralmente resumem-se ao óleo de peixe e os solúveis de pescado. Contudo, existe uma diversidade de ingredientes de origem marinha, ainda pouco investigados, que podem preservar ou incrementar as propriedades atrativas do alimento balanceado, mesmo frente a reduções nos níveis de inclusão de farinha e óleo de peixe.

As algas arribadas que não são utilizadas se misturam na praia com os resíduos gerados pela atividade humana, se decompõem e na maioria das vezes não trazem benefícios para o ambiente que geralmente já está eutrofizado pela ação antrópica ou naturalmente (Silva, 2003).

As macroalgas marinhas são vegetais ricos em proteínas, vitaminas, carboidratos, fibras, lipídeos e sais minerais, dentre outros. As algas marinhas frescas apresentam 75-85% de água, 15-25% de componentes orgânicos e sais minerais. Da matéria seca 65-85% correspondem a substâncias orgânicas e os 30-35% a cinzas (Halperin, 1979). Algumas espécies de algas podem deter um teor de proteínas, carboidratos e lipídeos maior que ingredientes tradicionalmente conhecidos e utilizados em dietas para camarão. Os macros e microminerais são encontrados em farinha de carne-osso, fosfato bicálcico e premix. No entanto, as macroalgas marinhas possuem todos os minerais essenciais aos organismos animais (Diaz-Peferrer, 1961).

Por ter composição química semelhante e serem tão ricas em nutrientes quanto às microalgas, usadas em cultivos de camarão e peixe, as macroalgas podem ser uma excelente alternativa para dietas para organismos aquáticos, principalmente camarão, reduzindo bastante os custos com alimentação.

2. Material e métodos

Para execução desta pesquisa informações sobre a composição centesimal das macroalgas, biodiversidade do banco de arribada, biomassa e da variação sazonal da composição do banco foram obtidas de estudos desenvolvidos no Laboratório de Aqüicultura do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco.

2.1. Formulação das dietas

Os ingredientes das dietas foram: de farinha de macroalgas (constituído das algas rodofíceas: *Cryptonemia crenulata* e *Hypnea cervicornis*, em 50 % cada), farelo de soja, farelo de milho, farinha de peixe, farinha de carne, farinha de trigo, óleo de soja, mistura mineral e vitamínica e sal iodado (Tabela 1).

O balanceamento e a composição centesimal das dietas formuladas isoprotéicas e isocalóricas, com 30% de proteína bruta e cerca de 300 Kcal/100g aproximadamente,

foram calculadas de acordo com Correia (2004), EMBRAPA (1989) e nas análises dos ingredientes, inclusive da farinha de macroalgas (Tabelas 2 e 3) e em dados do National Research Council – NRC (1989).

Nos quatro tratamentos, a farinha de macroalgas e farinha de soja participaram com 39 e 0% (ração A), 26 e 13% (ração B), 13 e 26% (ração C) 0 e 39%, respectivamente. Deste modo atingiram as exigências das rações isoprotéicas e isocalórica.

Os ingredientes das rações foram triturados em desintegrador de grãos até a forma de pó, homogeneizados com 40 % de água à temperatura de 60°C, levados a um picador de carne formando péletes de 2mm, depois secados em estufa à 80°C, por quatro horas. As rações acondicionadas em depósitos de plástico foram armazenadas na temperatura ambiente.

2.2. Desenho Experimental

Os 1.200 camarões foram adquiridos de uma empresa do Estado de Pernambuco, transportado e acondicionados em sacos plásticos com oxigênio e estocados em tanque de 1.000L, no Laboratório de Ecossistemas Aquáticos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, mantidos com aeração permanente, onde permaneceram por sete dias, alimentados com ração comercial. Após este período, permaneceram por 24 horas sem alimentação, antes de serem colocados nos tanques de cultivo. Foram utilizados 20 aquários, cada um com capacidade de 10L de volume, com estocagem de 20 Pós-larvas, com dez dias de vida (PL₁₀) por aquário (Tabela 4), durante 45 dias (de 11/4 a 16/05/05). O delineamento foi inteiramente casualizado, com distribuição das pós-larvas por sorteio (cada tratamento teve cinco repetições).

A água adquirida da mesma empresa fornecedora dos camarões foi tratada com filtros de areia, cloro e filtrada de novo por filtros de porcelana de 5µm e carvão

ativado. Os camarões foram mantidos por um período de 24h, em tanques de 1000L, antes do início do experimento.

Durante o dia o laboratório permaneceu iluminado com lâmpadas fluorescente, mantendo um fotoperíodo de 14 horas com luz e 10 horas escuro. A aeração dos tanques foi feita com dois sopradores de ar com potência de 3L/min. Permanentemente, a água circulava por um filtro biológico, mantendo sempre as condições físico-química estável e adequada ao cultivo. Diariamente, procedeu-se o sinfonamento de todos os tanques, retirando-se material fecal, restos de rações, exúvias e outros materiais orgânicos. A frequência alimentar obedeceu aos seguintes horários: 8h, 11h, 14h e 17h. A quantidade de ração ofertada era de 40% pela manhã e 60% à tarde, sendo 10% da biomassa total, ajustada quinzenalmente.

2.3. Variáveis hidrológicas

As variáveis hidrológicas: oxigênio, temperatura, salinidade e pH, foram avaliados, duas vezes por semana, utilizando-se o instrumento *Multiparameter*, modelo YSI 556.

2.4. Análises estatísticas, conversão alimentar e taxa de crescimento específico.

Os resultados dos experimentos foram interpretados e avaliados utilizando-se o programa *Stat*. Para o ganho de biomassa, crescimento específico, sobrevivência e conversão alimentar, foi aplicada a análise de variância e complementada pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). A conversão alimentar foi determinada, na quantidade de alimento ingerido dividido pelo ganho de peso dos camarões e a sobrevivência pelo número de animais ao fim do experimento. As taxas de crescimento específico foram obtidas através da fórmula: $SGR = 100 (\ln Pf - \ln Pi)/t$, onde $\ln Pf$ (logaritmo de Peso final; $\ln Pi$ (logaritmo do peso inicial e t (tempo).

3. Resultados e discussão

3.1 Variáveis hidrológicas.

As médias das variáveis físico-químicas de temperatura de 27,44°C; salinidade 19,62; oxigênio 4,10 mg/L e pH de 7,43, mantiveram-se na faixa recomendada por Barbieri (2001), Rocha (1998), Clifford (1992), Álvarez et al. (2004) e McGraw & Scarpa (2004), para *L. vannamei*.

3.2. Biomassa final, ganho de biomassa e taxa de crescimento específico.

A avaliação do crescimento dos camarões, através dos dados de biomassa final, ganho de biomassa e taxa de crescimento específico (TCE), com as quatro rações testadas: A = 39% de macroalgas + 0% de soja; B = 26% de macroalgas + 13% de soja; C = 13% de macroalgas + 26% de soja e D= 0% de macroalgas e 39% de soja (Tabela 4), demonstrou crescimento, durante os 45 dias do cultivo (Tabela 4).

Os valores de biomassa final variaram entre 120,89 a 134,82g/m², ganho de biomassa entre 106,49 a 124,36g/m² e taxa de crescimento específico (SGR) entre 4,68 a 5,68%, respectivamente. Comparadas estatisticamente, entre os quatro tratamentos não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$). Pode-se verificar que a substituição em até 100% da soja por macroalgas não interferiu no crescimento (Tabela 4).

Pedreschi Neto (1999) obteve como médias entre 0,11 e 0,20g para biomassa final e de 1,68 e 3,17%, a taxa de crescimento específico, utilizando pós-larvas, durante um período de 60 dias, sendo bem abaixo dos valores dos resultados do presente trabalho.

3.3. Sobrevivência e conversão alimentar

A sobrevivência variou de 95,20 (ração D) a 97,00% (rações B e C). Comparativamente não apresentaram diferenças significativas ($P >0,05$), tendo como média 96,35%, numa densidade de estocagem de 20 pós-larvas por aquário, no período

de 45 dias (Tabela 4). As análises estatísticas demonstraram que não houve influência entre os tratamentos, na sobrevivência dos camarões.

A conversão alimentar variou entre 1,79 e 2,08, comparando estatisticamente para os quatro tratamentos apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$), mas foram semelhantes entre os tratamentos A e B; C e D (Tabela 4).

Os resultados do experimento de Pedreschi Neto (1999), obtiveram sobrevivência que variou de 51,7 e 60,0%, média de 55,35%, ficando bem abaixo dos valores obtidos no presente trabalho. Já os dados conseguidos pelo mesmo, para a conversão alimentar ficou entre 1,23 e 1,81, utilizando resíduos do milho-pipoca (*Zea mays* L.) em rações para pós-larvas de *Litopenaeus vannamei*, sendo superiores aos valores do presente experimento.

Cornejo et al. (1999), testou o efeito da macroalga *Caulerpa sertularioides* sobre o crescimento, sobrevivência e biomassa do “camarão café”, *Penaeus californiensis*, durante o período de 10 semanas, em tanques de 150L, com três tratamentos: tratamento 1 – sem presença da macroalga mais ração comercial com 35% de proteína bruta; tratamento 2 – com presença indireta da macroalga e com a ração comercial e tratamento 3 – com presença direta da macroalga com ração comercial, três repetições. Os resultados do crescimento, sobrevivência e produção, para os tratamentos 1, 2 e 3 foram de: (tratamento 1) $0,46 \pm 0,4g$, $68,7 \pm 1,2\%$ e $5,6 \pm 1,1g$; (tratamento 2) $0,73 \pm 0,4g$, $75 \pm 1,0\%$ e $7,8 \pm 1,2g$; (tratamento 3) $3,98 \pm 0,4g$, 100% e $36,24 \pm 4,3g$, respectivamente. Concluiu o autor, que a presença direta da macroalga *Caulerpa sertularioides*, tem um efeito direto no crescimento, sobrevivência e biomassa do camarão café *Penaeus californiensis* em condições de laboratório.

Cruz-Suárez et al. (2002), quando analisaram a digestibilidade de nove rações comerciais para camarão no México, obtiveram resultados de sobrevivência de 100%

em 14 dias em três tratamentos e em 28 dias variou de 94 a 98%. Enquanto que a conversão alimentar foi de $2,63 \pm 0,42$; $2,80 \pm 0,27$ e $3,12 \pm 0,54$, usando 0; 4 e 8%, de farinha de macroalgas feofíceas, respectivamente. Sendo valores inferiores aos do presente experimento, para a sobrevivência. Dentre as nove dietas testadas duas continha farinha de *Kelp* ou ficocolóides em sua fórmula. Os autores enfatizam a importância do uso de aglutinantes em ração. Com a inclusão de farinha de *kelp* e seus ficocolóides detectou uma maior capacidade de absorção de água nos alimentos ao entrar em contato com água e o desenvolvimento de uma textura suave tipo gel, que aumenta o consumo e o crescimento. Ainda precisando de estudos mais detalhados, verifica-se que o resultado desse experimento corrobora com estes autores. Foster (1972) ao avaliar diferentes aglutinantes em *P. serratus*, verificou que os alimentos tipo gel, apesar de ter menores digestibilidades, davam melhores crescimentos, do que alimentos em pasta e do que alimentos peletizados secos. Teshima e Kanasawa (1983) ao avaliar alimentos microparticulados com carrageninas encontraram que o maior conteúdo de umidade nos alimentos havia maior palatabilidade e consumo do que com alimentos secos.

4. Conclusões

As macroalgas marinhas *H. cervicornis* e *C. crenulata* podem ser utilizadas como ingredientes para ração de *Litopenaeus vannamei*, sem prejuízo de suas taxas de crescimento.

A conversão alimentar é diretamente proporcional aos níveis de macroalgas utilizados, demonstrando as eficiências destes organismos na alimentação de *Litopenaeus vannamei*.

5. Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, aos seus professores e funcionários pela colaboração e apoio destinados ao presente trabalho. As empresas Purina e Supranor pelo fornecimento dos ingredientes das dietas.

6. Referências

- Álvarez, A. L., Racotta, I. S., Arjona, O., Palácios, E. 2004. Salinity stress test as a predictor of survival during growout in pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture* 237, 237–249.
- Barbieri, R.C., Ostrensky Neto, A. 2001. Camarões Marinhos, Reprodução, Maturação e Larvicultura. Ed. Aprenda Fácil. v.2. Viçosa – MG. Brasil. 370pp.
- Burkholder, P. R., Almodovar, L. 1971. Nutritive constituents of some Caribbean Marine Algae. *Botânica Marina. Berlin.* v.24. n.2: pp.132-35.
- Calvin, L.B., Brand., C.W. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. *Proceedings of the World Mariculture Society.* v.8. 821-840. pp.
- Clifford, H.C. 1992. Marine shrimp pond management: a review. In : Chamberlain, G. W., Villalón, J., Wyban, J. (Eds.). In: *Anais da Special Session on Shrimp Farming*, 22-25 maio 1992, Orlando, EUA. World Aquaculture Society. Baton Rouge, EUA. pp. 110-137.
- Cornejo, M. A. P., Curdova, L. M., Barajas, F. M., Pramo, J. N., Clark, G. P. 1999. Efeito de la macroalga *Caulerpa sertularioides* en el desarrollo Del camarun *Penaeus californiensis* (Decapoda: Penaeidae). *Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste. Sonora. México.* 9p.
- Cruz-Suárez, L.E. Rieque-Marie, Tapia-Salazar, M., Guajardo-Barbosa. C. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. *Avances en Nutrición Acuicola.* V. Qwinto Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 19-22

Noviembre, 2000. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados. I.P.N. Mérida, Yucatàn. 66 pp.

Díaz-Peferrer, E., López, H. 1961. Taxonomía, ecología y valor nutricional de algas marinas Cubanas. I. Instituto Cubano de Investigación Tecnológicas, Série Estudos Sobre Trabajos da Investigación. 55-56 pp.

EMBRAPA. 1989. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. Concórdia.

FAO. Aquaculture Production Statics. 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 24 de outubro de 2005.

Forster, J.R.M. 1972. Some methods of binding prawn diets and their effects on growth and assimilation. Journal du Conseil International pour L'Exokoitatuib de ka Mer. v. 34. pp. 200-216.

Forster, I. P., Dominy, W., Obaldo L., Tacon, A.G.J. 2003. Rendered meat and bone meals as ingredients of diets for shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Aquaculture. 219, 655–670.

Gomes, S. Z. 2001. Ração artesanal para peixes e crustáceos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Foz do Iguaçu. Paraná. 16pp.

González-Félix, M. L., Lawrence, A.L., Gatlin, D. M., Perez-Velazquez, M. 2002. Growth, survival and fatty acid composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* fed different oils in the presence and absence of phospholipids. Aquaculture 205 325– 343

Halperin, D. R. de. 1971. Las algas in la alimentacion humanas. CIBIMA. Buenos Aires. (contribuicion técnica, CIBIMA, 10). 39pp.

He, H., Lawrence, A. L. 1993. Vitamin C requirements of the shrimp *Penaeus vannamei*. In: Aquaculture, Amsterdam. v. 114. pp. 305-316.

- Kureshy, N., Davis, D. A. 2002. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific White Shrimp. *Aquaculture* 204. pp. 125-143.
- Lovell, R. T. Laboratoru manual for fish feed amacysis and fish nutritition studies. Auburn University, 1975. 63pp.
- McGraw, W.J., Scarpa, J. 2004. Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. *Aquaculture*. 236, 285–296.
- National Research Council (NRC). 1989. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. Revised Edition. Washington: National Academy Press, 102 pp.
- Nunes, J. A. P, Silveira C. R.R., Andriola Neto, F. F. 2003. Estudo da Atratividade de ingredientes para Rações Balanceadas do Camarão *Litopenaeus vannamei*. XIII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura. 109 pp.
- Pedreschi Neto, O. 1999. Utilização de Resíduos do milho de pipoca (*Zea mays* L.) em rações para pós-larvas do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco. 54pp.
- Perez-Farfante, I., Kensley, B. 1997. Penaeoid and segestoid shrimps and prawns of the world – keys and diagnosis for the families and genera. *Memories du Museum National Naturelle*, Paris, France. 233pp.
- Pana, Q., Chena, X., Lib, F., Bia, Y., Zhengc, S. 2005. Response of juvenile *Litopenaeus vannamei* to varying levels of calcium phosphate monobasic supplemented to a practical diet. *Aquaculture*. 248. 97– 102.
- Piña, P., Voltolina, D., Nieves M., Robles M.. 2005. Survival, development and growth of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* protozoa larvae, fed with monoalgal and mixed diets. *Aquaculture*.

Rocha, M. R. M., Nunes, M. L., Figueiredo, M. J. 1998. Cultivo de pós-larvas de *Penaeus vannamei* em berçários intensivos. In: Anais do Aqüicultura Brasil'98. Recife. V.2. p.289.

Silva, R. L., Moura, R. T., Mendes, G.N. 2003. Variação sazonal da biomassa de algas arribadas no banco da praia de Candeias-Jaboatão dos Guararapes, PE – Brasil. In: XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca (21-25/09/2003). Porto Seguro. Bahia. pp. 203-209.

Teixeira, D. I. 1997. Distribuição, isolamento e atividade biológica de lectinas presentes em algas das Ilhas Shetland do Sul da Antártica. Fortaleza. UFCE. 100pp.

Teshima, S., Kanazawa, A. 1983. Effects of several factors on growth and survival of the prawn reared with microparticulate diets. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries .v.49, 1893-1896pp.

Tabelas e figuras

Tabela 1 – Ingredientes das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Dietas			
	A	B	C	D
Farinha de macroalgas	39,0	26,0	13,0	0,0
Farelo de soja*	0,0	13,0	26,0	39,0
Farinha de peixe*	28,0	22,0	16,0	10,0
Farinha de trigo*	7,5	13,5	19,5	25,5
Farinha de carne e osso*	8,0	8,0	8,0	8,0
Farelo de milho*	8,0	8,0	8,0	8,0
Farinha de mandioca*	7,0	7,0	7,0	7,0
Óleo de soja	1,0	1,0	1,0	1,0
Mistura vitamínica e mineral**	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal iodado	0,5	0,5	0,5	0,5

*Composição centesimal informada pelo fornecedor : F. soja – PB 44,84; MS 88,22; EE 1,74; FB 5,57; CZ 5,73; ED 3005 Kcal/Kg . F. peixe – PB 54,06; MS 92,89, EE 15,30, FB 1,51, CZ 22,92, ED 33335; F. trigo – PB 16,76, MS 87,74, EE 3,13, FB 8,12, CZ 4,57, ED 2930 Kcal/Kg; F. carne e osso – PB 40,60, MS 91,00, EE 16,00, FB 1,51, CZ 36,60, ED 2929; F. milho – PB 8,68, MS 87,45, EE 3,84, FB 2,17, CZ 1,18, ED 3110 Kcal/Kg; ; F. mandioca – PB 5,84, MS 5,84, EE 0,55, FB 13,83, CZ 1,55, ED 2771 Kcal/Kg.

** Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A 900.000 UI/Kg, Biotina 6,0 mg, Vit. B₁ 150mg, Vit. B₂ 600mg, Vit. B₆ 300mg, Vit. B₁₂ 1200 mcg, E 2000 UI/Kg, Niacina 2500mg, Ac. Fólico 80mg, Ac. Pantotênico 1200mg e Selênio 25mg.

Tabela 2 – Composição centesimal de macroalgas marinhas arribada: proteína bruta (PB), Extrato etéreo (EE), Umidade (UM), Carboidrato (C), Minerais (Min.) e Valor calórico (Kcal/100g).

Macroalga	PB	EE	UM	C	MIN	Kcal/100g
*Farinha de alga úmida	2,82	0,21	84,14	8,72	6,12	40,05
*Farinha de alga seca	16,84	1,41	31,75	38,05	12,15	231,45
* <i>Cryptonemia crenulata</i>	21,54	1,08	18,73	44,98	13,67	275,80
* <i>Hypnea cervicornis</i>	19,58	1,02	24,26	41,49	13,65	253,46
**Mistura 50% <i>C. crenulata</i> +50% <i>H. cervicornis</i>	22,50					

* Análises realizadas no Laboratório Experimental de Alimentos da UFPE

** Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal, Depto. Zootecnia, da UFRPE.

Tabela 3 – Composição calculada das dietas experimentais

Nutrientes	Dietas			
	A	B	C	D
Energia digestível (Kcal/100g)	312,50	315,30	308,10	301,00
Proteína bruta (%)	29,83	29,95	30,57	31,01
Extrato etéreo (%)	7,36	6,78	6,21	5,64
Fibra bruta (%)	9,42	8,17	6,92	5,66
Cinzas (%)	11,12	10,35	9,59	8,82

Tabela 4 – Dados do crescimento dos camarões (média de cinco repetições \pm desvio padrão).

Dados	Tratamentos			
	A	B	C	D
Biomassa inicial (g/m ²)	10,10 \pm 0,08 ^b	10,42 \pm 0,15 ^{ab}	11,78 \pm 0,15 ^{ab}	14,77 \pm 2,12 ^a
Biomassa final (g/m ²)	128,66 \pm 3,19 ^a	134,82 \pm 2,03 ^a	120,89 \pm 2,08 ^a	121,27 \pm 2,97 ^a
TCE (%/dia)	5,65 \pm 2,85 ^a	5,68 \pm 1,81 ^a	5,17 \pm 1,86 ^a	4,68 \pm 2,65 ^a
Ganho de biomassa (g/m ²)	118,56 \pm 3,11 ^a	124,36 \pm 1,97 ^a	109,12 \pm 2,72 ^a	106,49 \pm 3,15 ^a
Sobrevivência (%)	96,20 \pm 4,18 ^a	97,00 \pm 2,73 ^a	97,00 \pm 2,73 ^a	95,20 \pm 6,73 ^a
Conversão alimentar	1,79 \pm 0,0 ^b	1,82 \pm 0,03 ^b	2,04 \pm 0,17 ^a	2,08 \pm 0,22 ^a
Período do cultivo (dias)	45	45	45	45
Densidade PL/aquário	20	20	20	20

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P \leq 0,05$); Conversão alimentar = total do alimento

fornecido em peso seco/ganho de biomassa em peso úmido; TCE (Taxa de crescimento específico) = 100 (ln peso final – ln peso inicial)/duração do cultivo.

4.2. ARTIGO 2.

Digestibilidade de rações experimentais à base de macroalgas marinhas arribadas como dieta do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

^(a) Robson Liberal da Silva e ^(b) José Milton Barbosa

^(a) Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego s/nº, Cidade Universitária, Recife, PE (CEP 50.670-420). E-mail: robsonliberal@yahoo.com.br

^(b) Departamento de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros s/nº, Dois Irmãos, Recife, PE (CEP: 52.171.900), E-mail: jmiltonb@gmail.com

Resumo

A ração pode alcançar mais de 50% dos custos de produção, na aqüicultura, o que sugere a necessidade de buscar formas de barateá-la, especialmente no que diz respeito à substituição de fontes protéicas, pois o nível protéico da ração mantém relação direta com o seu custo. Objetivou-se com o presente trabalho testar a utilização de macroalgas marinhas, verificando-se a digestibilidade, hidroestabilidade e os custos das rações. Foram testados quatro tipos de dietas (A, B, C e D), com cinco réplicas, cada uma, com 30% de proteína bruta, isocalóricas (300Kcal/100g). Uma dieta controle (sem macroalgas, ração D) e as outras contendo 13% (ração C), 26% (ração B) e 39% (ração A) de macroalgas. Foi analisada a perda da matéria seca (PMS) nos tempos de imersão em água de 30, 60, 90, 120 e 240 minutos. Os trabalhos foram desenvolvidos no Laboratório de Ecossistemas Aquáticos, do Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Para os estudos da digestibilidade 300 camarões foram alimentados (8% da biomassa), por 10 dias, com peso médio de 0,68g. Os resultados demonstraram que a digestibilidade aparente da matéria seca para as quatro dietas variaram de 73,12%±8,08 a 77,52%±8,73. Não havendo estatisticamente

diferença significativa ($P>0,05$). A ração B foi a que apresentou os melhores resultados de hidroestabilidade. As rações A e B foram as que apresentaram menores custos.

Palavras chave: digestibilidade, hidroestabilidade, macroalgas, *Litopenaeus vannamei*.

1. Introdução

As espécies aquáticas cultivadas necessitam de uma ração que supra seus requerimentos nutricionais. Para isso, a composição de nutrientes da ração deve apresentar níveis compatíveis de proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas e sais minerais (Goddard, 1995). Esta premissa deve ser rigorosamente observada no camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, largamente cultivado no Nordeste do Brasil.

Na composição das dietas desses animais podem ser utilizadas macroalgas marinhas, por possuírem todos os minerais essenciais aos organismos animais (Diaz-Peferrer, 1961).

As rações produzidas industrialmente devem ter características adequadas ao desenvolvimento de cada espécie a ser cultivada, elevando a produtividade, em decorrência da melhor conversão alimentar. Rações extrusadas e peletizadas possuem características que possibilitam a ingestão com o mínimo de perda dos nutrientes e são próprias para o cultivo de espécies aquícolas.

Uma boa ração para ser formulada, deve conter ingredientes balanceados e em quantidade, que os nutrientes obtidos sejam satisfatórios para o máximo desenvolvimento das espécies a serem cultivadas.

A hidroestabilidade é um fator importante para conservar os ingredientes por um período desejado no meio aquático de forma a cumprir as exigências nutricionais dos animais. Camarões levam mais tempo que peixes para se alimentar, podendo chegar a duas horas. Portanto deve possuir aglutinantes que inviabilizem a lixiviação, conservando as propriedades químicas da dieta.

Apesar da aquicultura, ainda se caracterizar como de pouca produção o Brasil possui mais de 60 fábricas de ração para peixe e camarão. O processo de produzir ração de qualidade com baixo custo depende de vários fatores. A distância da localização geográfica das áreas de produção, em relação às de fabricação de ração pode ser um dos fatores. O Sudeste e o Sul estão mais próximos aos grandes centros de produção agroindustrial, o que facilita o acesso e diminui os custos de aquisição das matérias-primas: soja, milho, sorgo, trigo, farinha de carne e peixe (Gomes, 2001).

De macroalgas marinhas obtêm-se ficocolóides que são utilizados nos mais diversos produtos industriais, que já são empregados na formulação de ração como aglutinante, é o caso do alginato. Também é uma excelente alternativa como estabilizante. Black (1972), obteve nas suas análises teores de 25-35% de proteína em *Porphyra* sp. e *Rhodomenia palmata*, respectivamente.

2. Material e Métodos

Os trabalhos foram desenvolvidos no Laboratório de Ecossistemas Aquáticos, do Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Durante o período de dez dias, 300 camarões com peso médio de 0,68g, mantidos em 20 tanques, providos de aeradores e filtro biológico, com capacidade de 10L, foram submetidos a um bioensaio, alimentando-os durante cinco dias com as quatro dietas (A, B, C e D), cinco repetições cada uma, sendo 10% da biomassa a ração ofertada. Logo após, a alimentação foi suspensa por 24 horas, com a finalidade de esvaziar o tubo digestivo, para em seguida, iniciar a alimentação, com as dietas testadas. Depois a quantidade de ração fornecida foi de 8% da biomassa segundo as técnicas de (Vidal Jr., 2004), em duas porções diárias: às 8h e às 14h; sendo 40% pela manhã e 60% à tarde.

As macroalgas que participaram das rações foram as rodofíceas *Cryptonemia crenulata* e *Hypnea cervicornis*, com 50% cada. A escolha dessas foi baseada nos

estudos feitos por Silva (2003), que durante um ano, as identificou como predominantes do banco de macroalgas marinhas arribadas, na praia de Candeias, município de Jaboatão dos Guararapes, situado no estado de Pernambuco, Brasil e que posteriormente realizou análise da composição centesimal da farinha de macroalga úmida (composto das diversas espécies encontradas no banco, sendo peso úmido), da farinha de macroalga seca e das espécies de *C. crenulata* e *H. cervicornis* (Tabela 1).

Os ingredientes das dietas foram: de farinha de macroalgas (constituído das algas rodofíceas: *Cryptonemia crenulata* e *Hypnea cervicornis*, em 50 % cada), farelo de soja, farelo de milho, farinha de peixe, farinha de carne-osso, farinha de trigo, óleo de soja, mistura mineral e vitamínica e sal iodado (Tabela 2). As macroalgas *Cryptonemia crenulata* e *Hypnea cervicornis* são rodofíceas pertencentes às famílias *Corallinaceae* e *Hypneaceae*.

O balanceamento e a composição centesimal das dietas formuladas isoprotéicas e isocalóricas, com 30% de proteína bruta e 300 Kcal/100g aproximadamente, foram calculadas de acordo com Correia (1993), EMBRAPA (1989) e nas análises dos ingredientes, inclusive da farinha de macroalgas (Tabelas 1 e 2) e em dados do National Research Council – NRC (1989). Calvin (1977) sugere níveis de proteínas para *L. vannamei* de 30%.

Nos quatro tratamentos (dietas), a farinha de macroalgas e farinha de soja participaram com 39 e 0% (Ração A), 26 e 13%, 0 e 39%, respectivamente. Deste modo atingiram as exigências das rações isoprotéicas e isocalórica.

Os ingredientes das rações foram triturados em desintegrador de grãos até a forma de pó, homogeneizados com 40 % de água à temperatura de 60°C, levados a um picador de carne formando péletes de 2 mm, depois secados em estufa à 80°C, por

quatro horas. As rações acondicionadas em depósitos de plástico foram armazenadas à temperatura ambiente.

As quatro dietas formuladas foram analisadas para quantificar sua composição centesimal, segundo método da AOAC (2002).

Diariamente os tanques eram sinfonados, no período da manhã, antes da alimentação, eliminando qualquer material orgânico proveniente de restos de rações e exúvias.

A coleta das excretas para estudo foi realizada 90 minutos após as refeições, por sinfonamento. O material fecal coletado foi colocado em recipientes de plásticos, com identificação das dietas e de suas repetições, filtrado em papel filtro quantitativo JP42-Faixa azul, 9cm Ø, 80g/m², cinza 0,00005g, permeabilidade ao ar: 3L/s/m², poros: 8 µm, depois colocados em estufas a 80°C, por 4 horas e congelado em freezer, para realizar as análises da digestibilidade aparente de matéria seca, proteína, cinzas, no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia, da UFRPE. Os restos das rações também seguiram o mesmo processo de secagem e pesagem.

Para cálculo da digestibilidade foi utilizado a fórmula: $D = (I - E/I) \cdot 100$, onde I é ração ingerida e E as excretas.

Para se obter informações sobre a perda de matéria seca foi avaliada a hidroestabilidade das quatro rações empregando-se a metodologia usada por Lovell (1975), com base nas técnicas de Correia (1993). Dois gramas de matéria seca de cada ração (peso à temperatura ambiente) de cada uma, colocado em recipientes cúbicos de 2 cm de lado, de arame galvanizado com malha de 2mm.

Os cubos foram secos em estufas à 105°C por 30 minutos, resfriados em dessecador, pesados imersos em água com cada ração, em recipientes plásticos de 2000ml, por períodos de tempos 30', 60', 90', 120' e 240', com três réplicas.

Posteriormente, os recipientes foram emersos por um período de 15' e em seguida levados a estufa à 105°C, por 4 horas, depois resfriados em dessecador e pesados, obtendo-se a perda de peso pela fórmula: $\%PMS = [(Pi - Pf) \cdot 100] / Pi$, onde PMS = perda de peso da matéria seca %; Pi = peso inicial do alimento antes de lixiviar e Pf = peso final do alimento depois de lixiviar.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições para cada período de tempo, de cada ração (A, B, C, D) perfazendo um total de 60 amostras testadas.

Os experimentos: hidroestabilidade das dietas e digestibilidade aparente foram interpretados e avaliados utilizando-se o programa *Stat*. Foi aplicada a análise de variância e complementada pelo teste de Tukey, com nível de probabilidade de 5%.

As variáveis hidrológicas: oxigênio, temperatura, salinidade e pH, foram avaliados, por duas vezes, no período de dez dias, utilizando-se o instrumento *Multiparameter*, modelo YSI 556.

3. Resultados e discussão

A determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (DA) em organismos aquáticos como peixes, crustáceos e moluscos, dentre outros, não é simples. Os resultados podem apresentar diferenças significativas entre os métodos de coletas do material fecal. No meio aquático as excretas podem sofrer perdas de matéria seca por lixiviação ou lavagem, alterando os valores podendo levar a superestimação dos coeficientes. Vários autores, em seus trabalhos usando métodos diferentes para determinação da digestibilidade mostraram haver diferenças entre os coeficientes de DA. Bomfim (2004) estudou a digestibilidade de farinha de arenque como dieta para truta arco-íris obteve os seguintes coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) 73,3%, 79,1%, 80,2%, 80,3% e 84,4%, utilizando os métodos de

compressão, sucção anal, sistema Guelph e pipetagem, respectivamente. Vidal Jr. et al. (2004) determinou a digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando técnicas com uso de indicadores internos e externos. Os resultados foram para o fubá de milho: 83,29%, 84,10%, 77,93%, 76,45%, 71,82%, 75,52% e 84,53% de DAMS, utilizando os indicadores Óxido de cromo, Carbonato de bário, Cinza insolúvel em ácido, cinza insolúvel em detergente ácido, fibra bruta, fibra detergente ácido e coleta total de fezes, respectivamente. A DAMS do farelo de soja também apresentou diferença significativa ($p < 0,05$).

3.1. Digestibilidade

A digestibilidade aparente da matéria seca para as quatro dietas foi de: $77,52 \pm 8,73$ (ração A); $76,94 \pm 8,86$ (ração B); $75,13 \pm 8,36$ (ração C) e $73,12 \pm 8,08$ (ração D), média entre elas foi de 75,83%. As análises estatísticas mostram que não houve diferença significativa ($p > 0,05$), entre os tratamentos (Tabela 4).

Estes resultados comparados ao de Cruz-Suárez et al. (2002), quando analisaram a digestibilidade de nove rações comerciais para camarão no México, obtiveram resultados que variaram entre 65 e 74%, utilizando o método da digestibilidade *in vivo*, através da determinação do óxido de cromo. Sendo valores inferiores aos do presente experimento. Dentre as nove dietas testadas duas continham farinha de *Kelp* ou ficocolóides em sua fórmula. Usando o método colorimétrico e da absorção atômica para determinação da digestibilidade aparente da matéria seca os resultados mostraram haver diferença significativa estatisticamente. Diaz et al. (2001), usaram 31% de farinha de camarão, de farinha de peixe e de farinha de alga em três dietas diferentes para camarão *Litopenaeus vannamei*, obteve os melhores resultados de coeficientes de digestibilidade da matéria seca com as duas primeiras ($92,62 \pm 1,34$ e $89,77 \pm 1,75$) e a

dieta com alga $78,6 \pm 1,66$, sendo semelhante ao resultado obtido no presente trabalho com a dieta A. Kureshy & Davis (2002), estudando os requerimentos nutricionais para manutenção e máximo ganho de peso do camarão *Litopenaeus vannamei*, com três dietas contendo 16%, 32% e 48% de proteína bruta, durante 28 dias, com pesos entre 1,3 e 1,4g, obteve 61,6%, 59,5% e 66,9% de coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, respectivamente. Forster et al. (2003), utilizando vários ingredientes em quatro dietas para *Litopenaeus vannamei*, durante 28 dias de cultivo teve como resultados os seguintes coeficientes de DAMS 78,46%, 74,25%, 68,08% e 63,60%.

Todos os experimentos citados acima demonstram que os resultados obtidos estão em sintonia com os valores obtidos por este experimento (Tabela 4). Podendo assim dizer que macroalgas marinhas e principalmente arribadas, usadas como ingrediente em dietas para camarão *Litopenaeus vannamei*, são raramente utilizadas, tendo poucos registros de trabalhos publicados sobre o assunto. Daí a dificuldade de relacionar outros que tenham usado as macroalgas.

Tratando-se de um ingrediente de baixo custo e de grande aproveitamento, podem-se ter excelentes resultados econômico, social e ecológico (por se tratar de um alimento natural), necessitando-se de mais pesquisas sobre o assunto.

3.2. Hidroestabilidade

A hidroestabilidade das quatro dietas testadas, para verificação das perdas de matéria seca (PMS), foi avaliada pelos tempos de imersão em recipientes com 2L, em 30, 60, 90, 120 e 240 minutos, com três repetições. Os dados foram submetidos análise estatística pela análise de variância e complementados com o teste de Tukey.

A perda de matéria seca foi diretamente proporcional ao do tempo de imersão (TI). Até 60 minutos de imersão as quatro rações, não mostraram perda de matéria seca significativa ($p > 0,05$), resultados semelhantes aos de Correia (1993) com diferentes

níveis de raspa mandioca. A inclusão de resíduo de pipoca em dietas melhora a estabilidade em água e conseqüentemente reduz a perda da matéria seca Pedreschi Neto (1999).

A ração A, formulada com 39% de farinha de macroalgas teve perdas de peso da matéria seca de $11,51\% \pm 0,12$, $14,98\% \pm 0,17$, $29,88\% \pm 0,53$, $31,01\% \pm 1,47$ e $40,83\% \pm 3,66$, respectivamente para os tempos de 30, 60, 90, 120, e 240 minutos. A ração B com 26% de macroalgas, as perdas foram de $11,37\% \pm 0,50$, $11,43\% \pm 0,15$, $18,13\% \pm 0,11$, $23,50\% \pm 0,51$ e $25,10\% \pm 0,61$, respectivamente nos mesmos tempos de imersão; na ração C, 13% de macroalgas as perdas foram de $21,50\% \pm 0,30$, $26,39\% \pm 0,00$, $29,87\% \pm 0,60$, $31,11\% \pm 0,68$ e $41,17\% \pm 0,51$, respectivamente, nos mesmos tempos e a ração D com 0% de macroalgas apresentaram perdas de $16,49\% \pm 0,06$, $18,23\% \pm 0,15$, $29,15\% \pm 0,10$, $56,12\% \pm 0,46$ e $56,47\% \pm 0,38$, respectivamente nos cinco tempos de imersão (Tabelas 4 e 5, Figura 1).

Todas as rações apresentaram perda de matéria seca diretamente proporcional ao do tempo de imersão (TI). Até 60 minutos de imersão as quatro rações, não mostraram perda de matéria seca significativa ($P > 0,05$). Observando-se que a imersão prolongada de alimentos em água doce pode ocasionar perdas de 20 a 30% do conteúdo da matéria seca (Taechanuruk, 1982), pode-se dizer que até o tempo de 90 minutos todas as rações testadas tiveram pequenas perdas (Tabela 4).

A ração A, com 39% de macroalgas, apresentou diferenças significativas entre os cinco tratamentos ($P \leq 0,05$), porém foram semelhantes entre os tempos de 30 e 60 minutos e 90 e 120 minutos. A ração B, com 26% de macroalgas, apresentou diferenças significativas ($P \leq 0,05$), mas foram similares entre os tempos de 30, 60 e 90; 90, 120 e 240 minutos. A ração C com 13% de macroalgas, também apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, porém foram semelhantes entre os tempos de 30, 60,

90 e 120 minutos e entre 90, 120 e 240 minutos. Para a ração D com zero 0% de macroalgas, as perdas de matéria seca foram maiores entre todas as rações, por período de tempo, exceto nos tempos de 30 e 60 minutos diante da ração C.

Correia (1993) testou quatro rações, com diferentes níveis de raspa mandioca, em substituição ao farelo de milho, constatou que a perda de peso da matéria seca foi diretamente proporcional ao tempo de imersão, o que corrobora com o presente trabalho, e que as perdas foram ligeiramente maiores à medida que se aumentou o nível de mandioca na ração. Quando usou na ração R1, sem raspa de mandioca, mas com 2% de lignossulfato de sódio (aglutinante), obteve os melhores resultados de hidroestabilidade nos tempos de imersão de 30, 60, 120, 240 e 360 minutos, com 10,57%; 14,19%; 15,18%; 17,88% e 17,60%, respectivamente. Verificando-se os resultados obtidos com a ração B deste experimento, vê-se que os dados são próximos (Tabela 5). Em sua conclusão afirma que a raspa de mandioca pode servir como aglutinante em rações peletizadas, porém a estabilidade diminui à medida que se aumentam os níveis de substituição do milho pela raspa, em tempos de imersão superiores há 30 minutos.

A pesquisa realizada por Pedreschi Neto (1999), utilizando seis tipos de rações, formuladas a partir de farinha de peixe, farinha de carne e osso, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de milho, óleo de soja, fosfato bicálcico, mistura mineral e vitamínica, sal iodado e resíduo com vários níveis de resíduos do milho-pipoca, com seis tratamentos: 30, 60, 90, 120, 240 e 360 minutos de imersão em água e três repetições, obteve resultados melhores de hidroestabilidade com ração contendo 15% de farelo de milho e 10% de resíduo do milho-pipoca com 4,64%; 6,08%; 7,20%; 8,46% e 10,48% em perda de peso da matéria seca, respectivamente. Conclui que a inclusão de resíduo de pipoca em dietas melhora a estabilidade em água e conseqüentemente reduz a perda da matéria

seca. Os valores obtidos variaram entre 4,64 e 14,31% de PMS, sendo melhores que os obtidos no presente trabalho.

A utilização de Alginato de Sódio associado com hexametáfosfato de sódio em quantidades adequadas aumenta a estabilidade e melhoram as características texturais, permanecendo intactas dentro d'água por 24 horas ou mais em rações comerciais (Meyers, 1971). O alginato de sódio é um ficocolóide que pode ser obtido de algas feofíceas.

Machado (1988) comprovou que quando utilizado alginato de sódio 2,5%, com hexametáfosfato de sódio, as rações obtêm um excelente aproveitamento, pois se não houver um balanceamento adequado os alginatos reagem com íons metálicos polivalentes para formar um gel ou solução com alta viscosidade. A solução começa a se tornar espessa, forma um gel e se precipita à medida que aumenta o número de ligações alginato-cálcio.

Ao testar nove tipos de dietas comerciais para juvenis de camarão, *Litopenaeus vannamei*, com 35% de proteína Cruz-Suárez et al. (2002), em uma hora de imersão em água salgada sintética obteve resultados de PMS entre 1,7 e 4,9%, sendo três com 2%, considerada baixa e os seis restantes com cerca de 5%. Cruz-Suárez et al (2000), reportam valores de PMS de alimentos comerciais peletizados com aplicação externa de azeite, com diferentes níveis de proteína (25 a 40%) e com aglutinante sintético tendo maiores níveis de proteína animal que vegetal e outro com farinha de *Kelp*, em níveis entre 1,8 e 8,5%, obtendo os melhores valores com o segundo aglutinante (Farinha de *Kelp*). Enfatiza a importância do uso de aglutinantes em ração. Ao avaliar diferentes aglutinantes em *P. serratus*, Forster (1972) verificou que os alimentos tipo gel, apesar de ter valores menores de digestibilidade, proporcionavam crescimentos superiores, aos dos alimentos em pasta e aos dos alimentos peletizados secos e Cruz-Suárez (2000) ao

avaliar alimentos micro particulados com carrageninas encontraram que o maior conteúdo de umidade nos alimentos havia maior palatabilidade e consumo do que com alimentos secos. Com a inclusão de farinha de *kelp* e seus ficocolóides, Teshima (2000) detectou uma maior capacidade de absorção de água nos alimentos ao entrar em contato com água e o desenvolvimento de uma textura suave tipo gel, que aumenta o consumo e o crescimento. Ainda precisando de estudos mais detalhados, verifica-se que o resultado desse experimento corrobora com estes autores.

Segundo Gomes (2001) as propriedades físicas e químicas das rações são essenciais para um bom aproveitamento, tais como: hidroestabilidade, aceitabilidade, palatabilidade, digestibilidade, dimensões dos péletes, ecológico e higiênico.

Dietas que não tenham uma boa formulação (hidroestabilidade) começam a perder suas características físicas e químicas logo após a imersão na água. Segundo Cuzon et al. (1982) após uma hora de imersão, rações contendo 15% de glúten como aglutinante perdem 15% de peso seco, 21% proteína bruta e 50% de carboidrato.

A utilização de ração de boa qualidade aumenta não somente a produção de camarões permite a estocagem de camarões em densidades maiores e aumenta os lucros do produtor. Entretanto, a poluição ambiental causada por fazendas de cultivo de camarões marinhos diretamente relacionados ao uso excessivo de rações. Para cada tonelada de camarão produzido, com uma conversão alimentar de 1:1, são produzidos efluentes com aproximadamente 500Kg de matéria orgânica, 26Kg de nitrogênio e 13Kg de fósforo. Mesmo com um bom manejo e ração adequada há perda de 15% (pela manipulação do camarão e lixiviação), dos 85% restante estima-se que apenas entre 17-25% seja efetivamente transformada em carne (Barbieri, 2001). Por isso a hidroestabilidade da ração é importante na manutenção da qualidade físico-química,

evitando as perdas seja pela manipulação do camarão, lixiviação ou manejo, impactando menos possível o ecossistema pelo lançamento de efluentes.

3.3. Avaliação dos custos das dietas

As Tabelas 10 e 11 mostram os custos dos equipamentos usados na fabricação das dietas, com a depreciação e as despesas com todos os itens para se produzi-las, respectivamente. Estes dados foram baseados no trabalho de Pedreschi Neto (1999), adaptado para este experimento, considerando a produção mensal de seis toneladas por mês de ração. Este valor pode ser considerado de pequeno aquicultor.

No que refere aos valores das quatro rações, vê-se que oscilou entre R\$ 0,89 e R\$ 0,95, tendo como média R\$ 0,91, representando menos da metade dos preços das rações comerciais adquiridas na região Nordeste do Brasil. Isto indica que considerando uma conversão alimentar de 1,5, considerada como ótima, os valores com custo das rações testadas podem representar mais de 50% de economia, baseando-se na média da conversão alimentar obtida no presente trabalho que foi de 1,93.

4. Conclusão

A digestibilidade aparente teve melhores resultados com as rações com maiores níveis de macroalgas.

A ração b, com 26% de macroalgas (50% de *H. cervicornis* e 50% de *C. crenulata*), obteve a melhor hidroestabilidade para todos os tempos de imersão.

Rações alternativas diminuem os custos na carcinicultura.

5. Referências

AOAC (Association of the official analytical chemists). 2002. Official methods of analyses of the association of analytical chemists. Washington: William Horowitz. 1094pp.

- Barbieri, R.C., Ostrensky Neto, A. 2001. Camarões Marinhos, Reprodução, Maturação e Larvicultura. Aprenda Fácil. v.2. Viçosa, MG, Brasil. 370pp.
- Black, W. P. 1972. The seasonal variation in the constituents of the sublitoral seaweeds. Commarto Scotland. Part III. Journal Science Chemical Industry. v.67.pp.167-72.
- Bomfim, M.A.D.; Lanna, E. A. T. 2004. Fatores que Afetam os Coeficientes de Digestibilidade nos Alimentos para peixes. Revista Eletrônica Nutritime. www.nutritime.com.br. Ano 1. v. 1. Art. n. 3. 03 de agosto de 2004. pp. 23-32.
- Calvin, L.B., Brand., C.W. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. Proceedings of the World Mariculture Society. 8: 821-840.
- Chaoyuan, W., Li, R., Lin, G., Wen, Z., Dong, L, Zhang, J. Huang, W., Wei, S., Lan, G. Some aspects of the growth of *Gracilaria tenuistipitata* in pond culture. Hydrobiology, n.260/261. 1993. p.339-343.
- Chiang, Y. M. Cultivation de *Gracilaria* (*Rhodophyta*, *Gigartinales*) in Taiwan. Int Seaweed Symp. N.10. 1981. p.187-193.
- Correia, E. S. Efeito da substituição do milho por raspa de mandioca em rações do camarão da Malásia *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1993. 90p.
- Cruz-Suárez, L.E., D. Rieque-Marie, Tapia-Salazar, M., Guajardo-Barbosa. C. 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. Avances en Nutrición Acuicola. V. Qwuinto Simposium Internacional de Nutricion Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados. I.P.N. Mérida, Yucatàn. 66 pp.
- Cruz-Suárez, L.E., D. Rieque-Marie, Tapia-Salazar, M., Guajardo-Barbosa C., Marin-Zaldivar, L. F., Nieto-Lopez, M., Salinas-Miller, A., 2002. Historia y estatus actual de

la digestibilidad y de algunas características físicoquímicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México. Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposim Internacional de Nutrición Acuicola. 3-6 Septiembre del 2002. Cancún. Quintana Roo. México. pp.227-266.

Cuzon, G., Hew, M., Cognie, D. Soletchnik, P. 1982. Time lag effect of feeding on growth of juvenile shrimp, *Penaeus japonicus* Bate. Aquaculture, 29. pp.33-44.

Díaz-Peñaferrera E López, H. Taxonomía, ecología y valor nutritivo de algas marinas Cubanas. 1961. I. Instituto Cubano de Investigación Tecnológicas, Série Estudos Sobre Trabalhos da Investigación. pp. 55-56.

Díaz, R. R.; Valdés, I. M.; Segovia, C. M. Consumo y Digestibilidad Aparente de Tres Ingredientes Marinos Locales Incorporados en Dietas Prácticas Para el Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). 2001. Estud. Oceanol.v. 20. pp. 43-50.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. Concórdia. 1989.

FAO. Aquaculture Production Statistics. 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 24 de outubro de 2005.

Forster, J.R.M. 1972. Some methods of binding prawn diets and their effects on growth and assimilation. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer. v. 34. pp.200-216.

Forster, I.P.; Dominy, W.; Obaldo, L. e Tacon, A. G. J. 2003. Rendered meat and bone meals as ingredients of diets for shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Aquaculture, 219. pp. 655-670.

Goddard, S. Aspectos comparativos da carcinicultura marinha: Ásia e Brasil. In: Anais do I Workshop do Estado do Ceará sobre cultivo de camarão marinho. Grupo de estudos de camarão marinho GECMAR, Fortaleza, CE 4 e 6 de setembro. 1995. pp. 107-119.

- Gomes, S. Z. Ração artesanal para peixes e crustáceos. 2001. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Foz do Iguaçu. Paraná. 16p.
- Kureshy, N. e Davis, D. A. 2002. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific White Shrimp. *Aquaculture* 204. pp. 125-143.
- Lovell, R. T. Laboratoru manual for fish feed amacysis and fish nutritition studies. Auburn University, 1975. 63pp.
- Machado, Z. L. Camarão marinho, cultivo, captura, conservação, comercialização. 1988.SUDENE/PRN. Recife-PE. 250pp.
- National Research Council (NRC). 1989.Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. Revised Edition. Washington: National Academy Press, 102 pp.
- Pedreschi Neto, O. 1999. Utilização de Resíduos do milho de pipoca (*Zea mays* L.) em rações para pós-larvas do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 54pp.
- SERNAP. 1990. Anuário estatístico da pesca. Serviço nacional de pesca. Ministério da Economia, Fomento y Reconstruccion. Chile. 191pp.
- Silva, R. L.; Moura, R. T. e Mendes, G.N. 2003. Variação sazonal da biomassa de algas arribadas no banco da praia de Candeias-Jaboatão dos Guararapes, PE – Brasil. In: XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca (21-25/09/2003). Porto Seguro. Bahia. pp.203-209.
- Teshima, S. & Kanazawa, A. 2000. Effects of several factors on growth and survival of the prawn reared with microparticulate diets. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 49. pp.1893-1896.
- Taechanuruk, S.; Stickney, R. R. 1982.Effedts 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. pp. 63-72,

Tseng, C. K. 1981. Comercial Cultivation. In: The Biology of seaweeds. Oxford: Blackwell Scientific Publications, v. 14. pp.680-725.

Vidal Jr. M., V. Donzele, J. L., Andrade, D. R. de, Santos, L. C. dos. 2004. Determinação da Digestibilidade da Matéria seca e da Proteína Bruta do Fubá de Milho e do Farelo de Soja para Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Utilizando-se Técnicas com Uso de Indicadores Internos e Externos. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 33, n. 6, pp. 2193-2200.

Waland, J. R. Commercial Utilization. 1981.In: The Biology of seaweeds. Oxford: Blackwell Scientific Publications, v.14. pp.726-742.

Tabelas e figura

Tabela 1 – Composição centesimal de macroalgas marinhas arribada: proteína bruta (PB), Extrato etéreo (EE), Umidade (Um.), Carboidrato (C), Minerais (Min.) e Valor calórico (Kcal/100g).

Macroalga	PB	EE	Um.	C	Min.	Kcal/100g
*Farinha de alga úmida	2,82	0,21	84,14	8,72	6,12	40,05
*Farinha de alga seca	16,84	1,41	31,75	38,05	12,15	231,45
* <i>Cryptonemia crenulata</i>	21,54	1,08	18,73	44,98	13,67	275,80
* <i>Hypnea cervicornis</i>	19,58	1,02	24,26	41,49	13,65	253,46
**Mistura 50% C. <i>crenulata</i> +50% H. <i>cervicornis</i>	22,50					

* Análises realizadas no Laboratório Experimental de Alimentos da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE.

** Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal, Depto. Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Tabela 2 – Composição calculada das dietas experimentais

Nutrientes	Dietas			
	A	B	C	D
Energia digestível (Kcal/100g)	312,50	315,30	308,1	301,00
Proteína bruta (%)	29,83	29,95	30,57	31,01
Extrato etéreo (%)	7,36	6,78	6,21	5,64
Fibra bruta (%)	9,42	8,17	6,92	5,66
Cinzas (%)	11,12	10,35	9,59	8,82

Tabela 3 – Ingredientes das dietas experimentais.

Ingredientes (%)		Dietas			
		A	B	C	D
Farinha de		39,0	26,0	13,0	0,0
macroalgas					
Farelo de soja*		0,0	13,0	26,0	39,0
Farinha de peixe*		28,0	22,0	16,0	10,0
Farinha de trigo*		7,5	13,5	19,5	25,5
Farinha de carne e		8,0	8,0	8,0	8,0
osso*					
Farelo de milho*		8,0	8,0	8,0	8,0
Farinha de		7,0	7,0	7,0	7,0
mandioca*					
Óleo de soja		1,0	1,0	1,0	1,0
Mistura vit. e		1,0	1,0	1,0	1,0
mineral**					
Sal iodado		0,5	0,5	0,5	0,5

*Composição centesimal informada pelo fornecedor : F. soja – PB 44,84; MS 88,22; EE 1,74; FB 5,57; CZ 5,73; ED 3005 Kcal/Kg . F. peixe – PB 54,06; MS 92,89; EE 15,30; FB 1,51; CZ 22,92; ED 33335; F. trigo – PB 16,76; MS 87,74; EE 3,13; FB 8,12; CZ 4,57; ED 2930 Kcal/Kg; F. carne e osso – PB 40,60, MS 91,00; EE 16,00; FB 1,51; CZ 36,60; ED 2929; F. milho – PB 8,68; MS 87,45; EE 3,84; FB 2,17, CZ 1,18; ED 3110 Kcal/Kg; ; F. mandioca – PB 5,84; MS 5,84; EE 0,55; FB 13,83; CZ 1,55; ED 2771 Kcal/Kg.

** Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A 900.000 UI/Kg, Biotina 6,0 mg, Vit. B₁ 150mg, Vit. B₂ 600mg, Vit. B₆ 300mg, Vit. B₁₂ 1200 mcg. E 2000 UI/Kg, , Niacina 2500mg, Ac. Fólico 80mg, Ac. Pantotênico 1200mg e Selênio 25mg.

Tabela 4 – Digestibilidade Aparente (DA) das quatro dietas, média de cinco repetições + desvio padrão.

		Dietas			
		A	B	C	D
DA(%)		77,52±8,73 ^a	76,94±8,86 ^a	75,13±8,36 ^a	73,12±8,08 ^a

Letras iguais não diferem significativamente (P>0,05)

Tabela 5 – Perda da matéria seca % (média de três repetições e cinco tratamentos).

Dieta	Tempo				
	30'	60'	90'	120'	240'
A	11,51±0,12 ^c	14,98±0,17 ^c	29,88±0,53 ^b	31,01±1,47 ^b	40,83±3,66 ^a
B	11,37±0,50 ^b	11,43±0,15 ^b	18,13±0,11 ^{ab}	23,50±0,51 ^a	25,10±0,61 ^a
C	21,50±0,30 ^b	26,39±0,00 ^b	29,87±0,60 ^{ab}	31,11±0,68 ^{ab}	41,17±0,51 ^a
D	16,49±0,06 ^b	18,23±0,15 ^b	29,15±0,10 ^b	56,12±0,46 ^a	56,47±0,38 ^a

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P \leq 0,05$).

Tabela 6 – Melhor hidroestabilidade das rações experimentais em 240'.

Rações			
A	B	C	D
40,84±3,66	25,10±0,51 ^a	41,10±0,61	56,47±0,38

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($P \leq 0,05$).

Tabela 7 – Custo das dietas experimentais.

Ingredientes	Preço R\$				
	Quilo	Ração A	Ração B	Ração C	Ração D
Farinha de macroalgas	0,05	0,02	0,01	0,006	0
Farelo de soja	0,80	0	0,10	0,21	0,31
Farinha de peixe	1,75	0,49	0,38	0,31	0,17
Farinha de carne	0,56	0,04	0,04	0,04	0,04
Farelo de trigo	0,36	0,03	0,05	0,07	0,09
Farinha de mandioca	0,75	0,05	0,05	0,05	0,05
Farelo de milho	0,55	0,04	0,04	0,04	0,04
Óleo de soja	1,25	0,01	0,01	0,01	0,01
Mistura vitamínica	10,70	0,11	0,11	0,11	0,11
Sal iodado	0,30	0,001	0,001	0,001	0,001
Mão-de-obra (mês)	433,50	0,08	0,08	0,08	0,08
Energia elétrica (KWH)	0,1793	0,017	0,017	0,017	0,017
Depreciação mensal	44,78	0,007	0,007	0,007	0,007
Total/Kg		0,89	0,89	0,95	0,92

Tabela 8 – Depreciação dos equipamentos.

Equipamento	Vida útil (anos)	Preço (R\$)	Depreciação Anual (R\$)	Depreciação Mensal (R\$)
Peletizador	5	1.230,00	246,00	20,50
Triturador de grãos	5	830,00	166,00	13,83
Secador	5	627,20	125,44	10,45
Total		2.687,20	537,44	44,78

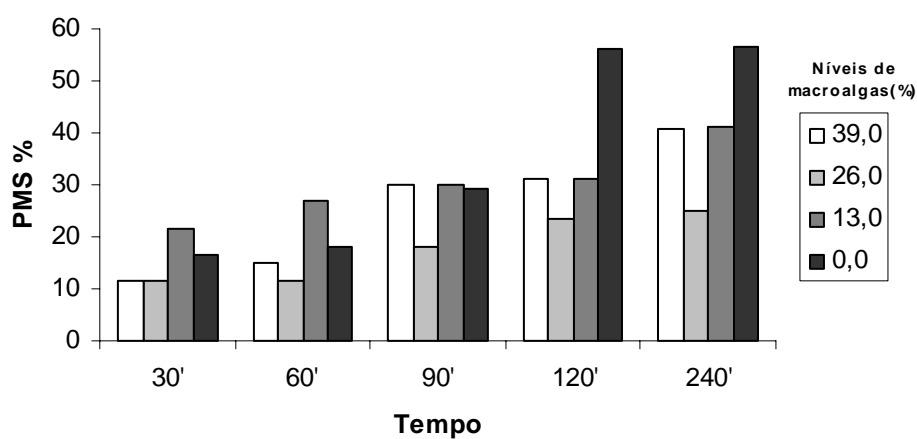


Figura 1 – Perda de peso da matéria seca (PMS, %) em função das dietas e dos tempos de imersão (TI) em minutos e dietas com níveis de macroalgas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCORINTI, J. 1992. Tryptamine derivatives and other indolyl compounds in the brown algae *Macrocystis pyrifera* (L) C. Agardh. **Revue internationale D'oceanographie medicale**. 107-108, 51-58.

BENDER, E. et. al. Biological value of algal proteins. **Chemical Industry**, London.. 1953. v. 53:1340-41.

BLACK, W. P. The seasonal variation in the constituents of the sublitoral seaweeds. Commarto Scotland. Part III. **Journal Science Chemical Industry**. 1972. v.67. p.167-172.

BURKHOLDER, P. R. and Almodovar, L. Nutritive constituents of some Caribbean Marine Algae. *Botânica Marina*. Berlin. 1971. v. 24, n.2. p.132-35.

CÂMARA-NETO, C. et al. Composição e Estimativa da Biomassa das Algas Arribadas em Praias do Rio Grande do Norte – Projeto Algas. Estudos de Pesca, Recife, Brasil. SUDENE. 1981. n.9. 102p.

CHEVOLOT, L. et al. Further data on the structure of brown seaweed fucans: Relationships with anticoagulant activity. **Carbohydrate-Research**. 1999. 319 (1-4), 154-165.

CONKLIN, D. E. Vitamins. In: L.R. D'Abramo, D.E. Conklin and D.M. Akiyama (Editors), *Crustacean Nutrition*. World Aquaculture Society, USA. p.123-149.

CORNEJO, M. A. P.et al. Efeito de la macroalga *Caulerpa sertularioides* en el desarrollo Del camarun *Penaeus californiensis* (Decapoda: Peneidae). **Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste**. Sonora. México. 1999. 9p.

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

DAVIS, D. A, and Gatlin, D. M. III 1991. Dietary mineral requirements of fish and shrimp. In: **Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop**. Thailand and Indonesia. September 19-25(eds D.N. Akiyama and R.K.H. Tan). Singapore American Soybean Assoc.1991. p. 49-67.

DIAZ-PEFERRER; López, H. Taxonomia, ecologia y valor nutrimental de algas marinas Cubanas. I. **Instituto Cubano de Investigacion Tecnológicos, Série Estudos Sobre Trabajos da Investigacion**. 1961. p. 55-56.

ESQUIVEL, B.C.; Lobina,D.V.; Sandoval, F.C. The Biochemical-Composition of 2 Diatoms After Different Preservation Techniques. **Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology**. v. 105. p.369-373. 1993.

FAO. Farm made Aquafeed. **FAO/ADCP**. Regional Expert Consultation. Bangkok, Tailand. 1993. 434p.

FAO. Aquaculture Production Statics. 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 24 de outubro de 2005.

FURUSAWA E., FURUSAWA S. Antitumor potential of low-dose chemotherapy manifested in combination with immunotherapy of Viva- natural, a dietary seaweed extract, on Lewis lung carcinoma. **Cancer Lett.** 1990. Apr 9; 50(1), p. 71-78.

GIMENEZ, A. V. F. Y; Fenucci, J. L. Alimentacion Del Langostino *Pleoticus Muelleri* vate, (Decapoda Penaeoidea) com distintos niveles de viatamina E, i-Influenica sobre el crecimiento y la supervivencia. In: **Anais do Aqüicultura Brasil'98**. 1998. Recife. v.2. p.49-54.

GODDARD, S. Aspectos comparativos da carcinicultura marinha: Ásia e Brasil. In: **Anais do I Workshop do Estado do Ceará sobre cultivo de camarão marinho**. Grupo de estudos de camarão marinho GECMAR, Fortaleza, CE 4 e 6 de setembro. 1995. p. 107-119.

GOMES, S. Z. Ração artesanal para peixes e crustáceos. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca**. Foz do Iguaçu. Paraná. 2001. 16p.

HALPERIN, D. R. De. Las algas in la alimentacion humanas. CIBIMA. Buenos Aires (contribuicion técnica, **CIBIMA**, 10). 1971. 39p.

HE, H.; LAWRENCE, A. L. Vitamin C requirements of the shrimp *Penaeus vannamei*. In: Aquaculture, Amsterdam v. 114. 1993. p. 305-316.

JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; GOÑI-CAMBRODON, I. Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds. **Arch Latinoam Nutr.** 1999. 49(2), p. 114-120.

LEE, D. S.; NAM., T. J.; PYEUN, J. H. Effect of low molecular alginates on cholesterol levels and fatty acid composition of serum and liver lipids in cholesterol-fed rats. **Journal-of-the-Korean-Fisheries-Society**. 1998.31 (3), p. 399-408.

LIU, J.N. et al. B cell stimulating activity of seaweed extracts. **Int J Immunopharmacol.** 1997.19(3), p. 135-142.

MACHADO, Z. L. Camarão marinho, cultivo, captura, conservação, comercialização. **SUDENE/PRN**. Recife-PE. 1988. 250p.

MANGIALARDO, R. T. Y; FENUCCI J. L. Estudios sobre requerimentos de aminoácidos Del camarão argentino *Artemesia longinaris* Bate. (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). In: **Anais do Aqüicultura Brasil'98**. v.2. 1998. p.41-48.

MAURAY, S. Comparative anticoagulant activity and influence on thrombin generation of dextran derivatives and of a fucoidan fraction. **Journal-of-Biomaterials-Science-Polymer-Edition**. 1998. 9 (4), 373-387.

MILLET, J. et al. Antithrombotic and anticoagulant activities of a low molecular weight fucoidan by the subcutaneous route. *Thrombosis-and-Haemostasis*. 1999. 81 (3), 391-395.

NARIN, A. Estudo de la composition química de una especie agarífera Del litoral Argentino, *Anhfeltia plicata*(Huds) Fries (Rhodophyta). **CIBIMA**. B. Ayres. (contribuição técnica, 33). 1979. 27p.

NOMURA, T., et al. Proton-donative antioxidant activity of fucoxanthin with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). **Biochem Mol Biol Int**. 1997. 42(2), p. 361-370.

OKAI, Y. et al. Possible immunomodulating activities in an extract of edible brown alga, *Hijikia fusiforme* (Hijiki). **J. of the Science of Food and Agriculture**. 1998. 76 (1), p. 56-62.

PALMINHA, F.; TORRES, L. E E GRANGER, R. Uma alga de provável interesse econômico na Baía de Benguela. (*Hypnea benguelense neo sp*). **Centro de Biologia Piscatória**. Lisboa. 1963. v.37. p.1-26.

RIOU, D. Antitumor and antiproliferative effects of a fucan extracted from *Ascophyllum nodosum* against a non-small-cell bronchopulmonary carcinoma line. **Anticancer Res**. 1996.16(3A), 1213-1218.

ROCHA, M. M. R. M.; NUNES, M. L.; FIGUEIREDO, M. J. Cultivo de pós-larvas de *Penaeus vannamei* em berçários intensivos. In: **Anais do Aqüicultura Brasil'98**. Recife. v. 2. 1998. p. 289-297.

Shan, B.E. et al. U. Immunomodulating activity of seaweed extract on human lymphocytes in vitro. **Int. J. Immunopharmacol**. 1999.21(1), 59-70.

SHARP, G. *Ascophyllum nodosum* and its harvesting in Eastern Canada. In: Case studies of seven commercial seaweed resources. Doty M.S., Caddy J.F. and Santelices B. 1987. **Food and agriculture organization of the United Nations Rome**. FAO Fisheries Technical paper-281.

SILVA, M. G. V. da. **Atividades antimicrobianas em algas marinhas bentônicas ocorrentes no litoral norte do Estado de Pernambuco, Brasil**. Dissertação de Mestrado. 1990. 125f. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Criptógamos. Recife.

SILVA, R. L.; Moura, R. T. e Mendes, G.N. 2003. Variação sazonal da biomassa de algas arribadas no banco da praia de Candeias-Jaboatão dos Guararapes, PE – Brasil. In: **Anais do XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca** (21-25/09/2003). 2003. Porto Seguro. Bahia. p.203-209.

TACON, A. G. J. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. **A Training Manual. 1. The Essential Nutrients**. Brasília: FAO (GCP/RLA/075/ITA Field Document 2/E). 1987. 177 p.

TEAS, J. The consumption of seaweed as a protective factor in the etiology of breast cancer. **Med Hypotheses**. 1981.v. 7(5), p. 601-613.

THYVI, f. Seaweed utilization in India. New Delhi. ICAR. Proceedings. **Symposium Algology**. 1960. p.345-365.

VAUGELADE P. et al. Non-starch polysaccharides extracted from seaweed can modulate intestinal absorption of glucose and insulin response in the pig. **Reprod. Nutr. Dev.** 2000. 40(1), 33-47.

WAALAND, J. R. Commercial Utilization. In: The Biology of seaweeds. Oxford, **Blackwell Scientific Publications**. v.14, p.726-742. 1981.

WHYTE, J. N. C. et al. Seasonal variation in the biomass, quantity and quality of agar from the reproductive and vegetative states of *Gracilaria (verrucosa)* type). **Botanica Marina**. Berlin. v. 24, n.9, p.493-501. 1981.

XUE C. et al. Antioxidative activities of several marine polysaccharides evaluated in phosphatidylcholine-liposomal suspension and organic solvents. **Biosci. Biotechnol. Biochem.** 1998. 62(2), 206-209.

YAN, X. et al. Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hijikia fusiformis*, a common edible seaweed. **Biosci. Biotechnol. Biochem.** 1999.63(3), p. 605-607.

YAMAMOTO, I. et al. The effect of dietary or intraperitoneally injected seaweed preparations on the growth of sarcoma-180 cells subcutaneously implanted into mice. **Cancer Lett.** 1986.30(2), p. 125-131.

6. CONCLUSÕES

As macroalgas marinhas *H. cervicornis* e *C. crenulata* podem ser utilizadas como ingredientes para ração de *Litopenaeus vannamei*, sem prejuízo de suas taxas de crescimento.

A conversão alimentar é diretamente proporcional aos níveis de macroalgas utilizados, demonstrando as eficiências destes organismos na alimentação de *Litopenaeus vannamei*.

A digestibilidade aparente teve melhores resultados com as rações com maiores níveis de macroalgas.

A ração b, com 26% de macroalgas (50% de *H. cervicornis* e 50% de *C. crenulata*), obteve a melhor hidroestabilidade para todos os tempos de imersão.

Rações alternativas diminuem os custos na carcinicultura.