



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*  
(BOONE, 1931) CULTIVADO COM RAÇÃO PELETIZADA E EXTRUSADA.**

**MAURÍCIO NOGUEIRA DA CRUZ PESSÔA**

Recife, PE  
Outubro, 2008



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*  
(BOONE, 1931) CULTIVADO COM RAÇÃO PELETIZADA E EXTRUSADA.**

**MAURÍCIO NOGUEIRA DA CRUZ PESSÔA**

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes

Recife, PE  
Outubro, 2008

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*  
(BOONE, 1931) CULTIVADO COM RAÇÃO PELETIZADA E EXTRUSADA.**

**Maurício Nogueira da Cruz Pessôa**

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de

***Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura***

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes - Orientador  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Walter Moreira Maia Jr. – Membro externo  
Universidade Federal da Paraíba

---

Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto – Membro Externo  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia - Membro interno  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. William Severi – Membro interno (suplente)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Dedicatória**

*Dedico aos meus pais Múcio e Maria Helena, pelo incondicional apoio, confiança e amor dedicado aos seus filhos. Em especial a minha afilhada Camila, pelo sorriso sempre presente.*

## **Agradecimentos**

A Universidade Federal Rural de Pernambuco na pessoa do Prof. Dr. Paulo Travassos, coordenador do Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, vinculado ao Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq) como também ao Programa da Rede de Pesquisas em Carcinicultura do Nordeste (Recarcine), financiado pelo FINEP;

Ao orientador Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes, o qual esteve presente em todas as etapas desta dissertação, foi altamente prestativo e fundamental nessa etapa da minha vida profissional. Aos professores Eudes de Souza Correia, José Milton, Maria do Carmo, Emiko Mendes, Alfredo Olivera e em especial ao Prof. Dr. William Severi, por nos ter gerado espaço no Laboratório de Limnologia e viabilizado financeiramente minha permanência em Recife para que pudéssemos executar esse trabalho.

Aos proprietários e colegas que gerenciam as fazendas comerciais que forneceram os dados técnicos dos cultivos, material imprescindível, para a realização desse trabalho, bem como, aos companheiros do Laboratório de Limnologia, Anderson Antonello, Sérgio Catunda, Bruno Dourado, Michelle Biondi, Tereza Paiva, Lucas Brainer, Márcia Prado, Aureliano Calado, Antony de Lima e Eduardo Fuentes pelos trabalhos desenvolvidos e pelo convívio do dia a dia, além dos colegas Engenheiros de Pesca Diogo Bessa, André Pereira, Marcelo Gurgel, Daniela Borba e Ronaldo Amaral pelo apoio e a todos os amigos de turma, que me incentivaram em todos os momentos, demonstrando união entre todos durante as disciplinas em comum.

A todos os meus irmãos que de uma forma ou de outra me incentivaram nesta jornada e, em especial, a minha namorada Maria Zilderlania Alves por todo apoio e carinho durante essa jornada.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para o desfecho deste trabalho.

## RESUMO

Avaliações estatísticas do uso de ração extrusada e peletizada, em cultivos do camarão *Litopenaeus vannamei*, nas condições de campo, foram realizadas com o objetivo de determinar as vantagens sobre os índices zootécnicos dos camarões. Análises foram feitas utilizando-se 481 cultivos, provenientes de oito fazendas comerciais do nordeste do Brasil. Foi utilizada a técnica de regressão linear múltipla para estimar os parâmetros de manejo que influenciaram nas variáveis respostas dos cultivos tais como produção, produtividade, fator de conversão alimentar (FCA), crescimento semanal, peso final, quantidade de ração administrada e sobrevivência. Essas variáveis foram avaliadas em função da densidade de estocagem e do tempo de cultivo. Não houve diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) entre o uso das rações sobre as variáveis, peso final e crescimento semanal. Nas demais variáveis observou-se que na densidade de estocagem de 15 camarões/m<sup>2</sup> houve diferença de até 20,1% no FCA a favor da ração extrusada, uma produção 9,7% maior quando se utilizou ração peletizada e um consumo a mais de 33,2% de ração peletizada. Para densidades de 60 camarões/m<sup>2</sup> a diferença no FCA foi de 18,8% menor quando se utilizou ração peletizada, a produção foi 7,2% maior utilizando-se ração peletizada, o consumo de ração foi 8,5% menor com ração peletizada e a produtividade foi 10,3% maior quando a ração extrusada foi utilizada.

**Palavras-chaves:** Ração; Extrusada; Peletizada; *Litopenaeus vannamei*; Estatística.

## ABSTRACT

The statistical evaluation of the use of extruded and pelleted ration in the *Litopenaeus vannamei* shrimp culture, under field conditions, were done with the objective of determine the advantages of these diets on shrimp performance index. To perform the analyses were used 481 crops, from 8 commercial farms of northeastern Brazil. It was the technique used multiple linear regression to determine the parameters of handling variables that influenced the responses of crops such as production, productivity, the conversion factor of food (FCA), the weekly average growth, the average weight end, the quantity of feed consumed and survival. These responses were measured by the density of storage, but also in time of cultivation. It may be noted that there was no significant difference ( $P \geq 0,05$ ) between the use of feed on the variables average weight final and average weekly growth, as in other variables can be observed that for the storage density of 15 shrimps.m<sup>-2</sup> there were differences of up to 20.1% in the FCA in favour of extruded ration, a production 9.7% higher when using pelleted ration of feed consumption and a 33.2% higher in pelleted feed. For densities of 60 shrimps.m<sup>-2</sup> the difference in the FCA was 18.8% lower when you used to feed pelleted, production was 7.2% higher if using pelleted diet, consumption of feed was 8.5% lower when used if pelleted diet and productivity was 10.3% higher when the extruded feed was used for that density.

**Words - keys:** Feed, extruded; pelleted; *Litopenaeus vannamei*; statistics.

## SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
2.1 Aqüicultura Mundial .....	12
2.2 Aqüicultura na América Latina .....	12
2.3 Carcinicultura mundial.....	13
2.4 Histórico e características da carcinicultura brasileira.....	14
2.5 Dificuldades da carcinicultura brasileira.....	15
2.6 Custo e eficiência das rações.....	16
2.7 Avanços nutricionais e processo de fabricação de rações para camarões..	17
2.8 Pesquisas recentes.....	19
2.9 Uso da estatística.....	20
<b>3. ARTIGO CIENTÍFICO – Desempenho zootécnico do camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> cultivado com ração peletizada e extrusada.</b>	
RESUMO.....	25
Abstract.....	26
1. Introdução.....	27
2. Material e métodos .....	29
3. Resultados.....	32
4. Discussão.....	36
5. Conclusões.....	40
REFERÊNCIAS.....	41
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	48
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	49

## LISTA DE TABELAS

### Artigo

- Tabela 1 – Composição centesimal das rações comerciais utilizadas no cultivo do *Litopenaeus vannamei*.....44
- Tabela 2 – Variáveis respostas e variáveis de manejo relacionadas ao cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*.....44
- Tabela 3 – Sumário descritivo dos dados de cultivo do *Litopenaeus vannamei*, em fazendas comerciais.....44
- Tabela 4 – Equações relevantes à produção do *Litopenaeus vannamei*, em função das variáveis de manejo.....45

## LISTA DE FIGURAS

### Artigo

- Figura 1 – Variáveis respostas em função da variável de manejo densidade de estocagem (DE) do *Litopenaeus vannamei*. (A) Fator de Conversão Alimentar; (B) Produção; (C) Quantidade de ração; (D) Produtividade; (E) Taxa de sobrevivência.....46
- Figura 2 – Variáveis respostas em função da variável de manejo tempo de cultivo (TC) do *Litopenaeus vannamei*. (A) Fator de Conversão Alimentar; (B) Produção; (C) Quantidade de ração; (D) Produtividade; (E) Taxa de sobrevivência.....47

## 1. INTRODUÇÃO

A aqüicultura é um dos seguimentos do setor produtivo que mais cresce no mundo e, atualmente, é responsável pela geração de mais de 42% do pescado produzido no mundo. Seguindo a tendência mundial, o Brasil vem crescendo na última década a razão de 20% ao ano, e em especial a região Nordeste do País, em que a carcinicultura marinha é a principal responsável por esse fato. Ressalta-se que esse agronegócio já desponta como um dos principais itens na pauta de exportação dos vários Estados da Federação, gerando renda, emprego e divisas para áreas que outrora sobreviviam do extrativismo ou da atividade sucroalcooleira.

O camarão por ser um produto de alto valor agregado, fez com que o Brasil atingisse uma posição de destaque no cenário mundial, exportando 128.000 milhões de dólares em 2006 (FAO, 2008). Para isso sua cadeia produtiva passou por um desenvolvimento e profissionalização muito acentuada, fazendo com que várias empresas vislumbrassem na carcinicultura marinha, uma excelente oportunidade de negócio.

O crescimento exponencial da atividade deveu-se principalmente ao desenvolvimento de uma ração desenhada para a espécie em exploração, ou seja, o camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei*. Outras contribuições foram extremamente importantes para esse processo, dentre elas a especialização dos laboratórios de produção de pós-larvas, a implementação e utilização de técnicas de produção trazidas e adaptadas de outros países e a interação entre pesquisadores, empresários e associações de classe no processo.

Nesse cenário de grande otimismo do setor e de grandes especulações no que tange a manutenção dos índices de crescimento da atividade, empresas investiram esforços e os

produtores repentinamente se viram assediados por inúmeros fornecedores de máquinas, equipamentos, fertilizantes, pós-larvas e principalmente de rações, entre outros insumos.

Na carcinicultura, o setor de ração foi um dos que mais se desenvolveu em termos técnicos e em número de fornecedores, acompanhando os incrementos de densidades de estocagem as quais cresceram ao longo da última década. No Brasil, chegaram a coexistir 15 (quinze) diferentes fábricas de ração em 2005, com uma capacidade instalada para produzir 150.000 toneladas de ração (NUNES, 2006), as quais se serviram de vários artifícios de *marketing* e vendas para conseguir seu lugar no mercado. Várias empresas usaram como trunfo, baixos preços e promessas de resultados estratosféricos, outras de prazos extremamente dilatados para conquistar clientes e outras tantas utilizaram ambos os artifícios para gerar volume. Recentemente, sob um forte *marketing* foi lançada no mercado, rações extrusadas para camarão, como forma de concorrer com as rações peletizadas, em uso na imensa maioria dos países produtores de camarão do mundo.

Desta forma, faz-se necessário que os produtores façam uso em seus empreendimentos de confiáveis e consistentes fornecedores, que lhes proporcionem o melhor custo benefício possível, de forma a que estes se mantenham e cresçam dentro da atividade. Assim sendo, objetivou-se com esse trabalho discutir os diferentes resultados obtidos em cultivos do camarão *Litopenaeus vannamei* utilizando duas rações fabricadas por diferentes processos, um de peletização e o outro de extrusão, onde os resultados contribuíram com o desenvolvimento sustentável da atividade.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Aqüicultura Mundial**

A aqüicultura é a atividade primária responsável pela produção de organismos aquáticos que têm uma dependência direta ou indireta com a água durante o seu desenvolvimento.

Esta atividade foi responsável, em 2006, por uma produção mundial de 66.746.713 toneladas de produtos aqüícolas. Neste mesmo ano houve um aumento de aproximadamente 5,5% da produção aqüícola mundial em relação ao ano anterior. A maior parte desta produção esteve concentrada no continente asiático que foi responsável por 92,02%, a Europa produziu 3,24%, a América do Sul participou com 1,95% da produção mundial e os demais continentes com 2,79% (FAO, 2008).

O principal produtor mundial foi a China, responsável por 67,86% da produção mundial em 2006, seguida por outros países asiáticos como a Índia (4,68%), Indonésia (3,32%) e Filipinas (3,13%). Além do continente Asiático, pode-se destacar na Europa, a Noruega que foi responsável por 1,06% da produção mundial, e na América do Sul, o Chile que participou com 1,25% (FAO, 2008). Ao analisar a taxa de crescimento anual ao longo das últimas décadas destacam-se a América Latina junto com os países da região do Caribe que cresceram, em média, 21,3% por década, a partir de 1950 (FAO, 2006).

### **2.2 Aqüicultura na América Latina**

O primeiro relato de cultivo de peixes na América Latina foi em 1883, no México com a construção de uma piscicultura governamental, para a produção de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). No início do século XX, além da truta arco-íris, outros salmonídeos

começaram a ser produzidos, como a truta marrom (*Salmo trutta*), truta fontinalis (*Salvanilus fantinalis*), salmão do atlântico (*Salmo solar*) para serem utilizados na pesca esportiva no Chile e na Argentina (FAO, 2005).

Em 1960 e 1970 a atividade aquícola foi disseminada em todo o continente. Entre os anos de 1970 e 1980 os cultivos de camarão marinho, salmão e tilápias passaram a ter um objetivo comercial. Na última década, com o desenvolvimento de novas técnicas de cultivo como o controle da qualidade da água, estudos de requerimento nutricional das espécies com desenvolvimento de rações balanceadas, melhoramento genético e capacitação de técnicos para desenvolver a atividade, pode-se observar uma rápida evolução da aquíicultura no continente com destaque para o Chile com a produção do salmão e para o Brasil com altos investimentos na carcinicultura. Porém nos últimos cinco anos, a carcinicultura brasileira apresentou uma desaceleração por diversos motivos, diferenciando do que ocorre com a produção mundial de camarões cultivados, que apresentou uma expansão de 48,63% na produção entre 2003 e 2006, enquanto o Brasil teve uma redução de 27,93% no mesmo período (FAO, 2008).

### **2.3 Carcinicultura mundial**

O continente asiático foi responsável pela produção mundial de 99,8% das plantas aquáticas, 97,5% dos ciprinídeos, 93,4% das ostras e 88,9% dos peneídeos (camarões). Os países asiáticos produziram em 2006 cerca de 2.800.000 toneladas de camarões. O segundo maior produtor continental foi a América Latina que gerou 10,4% da produção mundial de camarões. Pode-se destacar, nos últimos anos, o avanço do cultivo do *L. vannamei* nos países asiáticos em substituição ao camarão nativo *Penaeus monodon*, pois em 2006 foram

produzidas 1.814.760 toneladas de *L. vannamei*, enquanto que para o *Penaeus monodon* a produção atingiu 648.289 toneladas (FAO, 2008).

A introdução do *L. vannamei*, no continente asiático, está atrelada as características zootécnicas dessa espécie, que entre outras vantagens apresenta maior resistência a variações de salinidade, pode ser cultivada com maior densidade, possui menor exigência protéica para seu desenvolvimento, menor agressividade, melhor aceitação no mercado americano e maiores taxas de sobrevivência na larvicultura e na engorda em relação ao *Penaeus monodon*.

#### **2.4 Histórico e características da carcinicultura brasileira**

A carcinicultura brasileira teve início na década de 70 com os cultivos das espécies nativas *Farfantepenaeus subtilis*, *F.brasiliensis* e *Litopenaeus schmitti*. Inicialmente, os cultivos eram realizados de forma bastante extensiva, em que os animais confinados dependiam essencialmente do alimento natural para suprir suas necessidades nutricionais. Após inúmeras tentativas de viabilizar comercialmente a atividade com espécies nativas e a exótica (*Marsupenaeus japonicus*) e observou-se que entre as alternativas a que apresentou a melhor rentabilidade era a espécie *L. vannamei*.

A partir da definição desta espécie, como sendo a melhor opção para cultivos comerciais, ocorreram vários investimentos em infra-estrutura (laboratórios de produção de pós-larvas, fazendas de engordas, fábricas de rações e plantas de beneficiamento), além da formação de recursos humanos especializados. Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), a produção brasileira de camarão no ano de 1998 foi de 7.250 toneladas, atingindo seu ápice em 2003, com 90.190 toneladas. Já em 2006 houve uma redução na produção nacional para 65.000 toneladas (ABCC, 2008). Regionalmente a

produção de camarão em cativeiro no Brasil é oriunda da região nordeste, que detém aproximadamente 95% da produção nacional, devido às condições climáticas que permitem uma média de 2,5 ciclos por ano.

O sistema de cultivo adotado é, praticamente, o semi-intensivo, entretanto as densidades de estocagem variam de 10 a 80 camarões/m<sup>2</sup>. Adota-se o sistema bifásico em que, a primeira fase é conhecida como a fase de berçário, onde as pós-larvas, oriundas dos laboratórios são estocadas em tanques circulares com volumes de até 65.000 litros, por um período de aproximadamente 15 dias. A segunda fase, conhecida como fase de engorda, normalmente é realizada em viveiros de terra com dimensões variando de 0,5 a 10 hectares, onde há alimentação diária, com uma frequência de fornecimento de ração balanceada de 2 a 5 vezes ao dia, utilizando-se bandejas de alimentação. Ressalta-se que existe uma preocupação muito grande com o fornecimento desse insumo já que o mesmo pode representar 60% dos custos de produção. Nas duas fases de cultivo recomenda-se o monitoramento dos parâmetros físicos e químicos da água de cultivo e o acompanhamento de possíveis enfermidades dos animais, que podem comprometer o desempenho da atividade.

## **2.5 Dificuldades da carcinicultura brasileira**

A carcinicultura marinha no Brasil mostra claras evidências de desaceleração, ocasionada por motivos diversos, como a deflagração de enfermidades virais, imposições comerciais de países importadores (ação de *antidumping* imposta pelos Estados Unidos), e desvalorização do dólar em relação ao real. Estas dificuldades, a exemplo de várias outras às quais foram submetidos os produtores, fizeram decair significativamente suas margens de lucro (NUNES et al., 2004).

De acordo com Coutteau (2004), a contínua diminuição dos preços do camarão, nos últimos anos, levou os criadores a cortar custos e melhorar a eficiência produtiva. As estratégias de corte, nos custos tradicionais, envolvem duas medidas contraditórias: aumento de densidade de estocagem e redução dos gastos com ração. Essa última pode ser obtida melhorando a forma de manejo do alimento ou utilizando uma formulação mais barata.

## **2.6 Custo e eficiência das rações**

A ração é o insumo da aqüicultura que pode corresponder até 60% dos custos de produção dependendo do empreendimento (VELASCO et al., 1999; SMITH et al., 2002; TACON et al., 2002; CUZON et al., 2004). Entretanto, cortar custos com a eliminação dos ingredientes mais caros da formulação nem sempre resulta em melhor custo-benefício, e pode custar mais ao criador do que ele economizou na formulação.

Segundo Lemos (2003), rações contendo proteína em excesso, assim como altos teores de proteína indigerível, são fontes de poluição ambiental dos efluentes dos tanques de cultivo. Portanto, nutrientes perdidos como alimento não ingerido e fezes correspondem a perdas econômicas para o criador, podendo resultar em degradação ambiental dentro e fora da sua propriedade.

Seguindo a linha de observação de Lemos (2003), Fegan (2005), alerta para a taxa de eficiência protéica (TEP) que permite avaliar quanto da proteína bruta da ração foi convertida em peso corporal dos camarões. As rações com altos níveis de proteína bruta podem ter uma baixa TEP o que contribui com o aporte de nitrogênio nos viveiros, que se transforma em amônia, que diretamente afeta a lucratividade do cultivo, pois pode inibir o crescimento dos camarões e dependendo do pH da água pode torna-se tóxica e provocar mortalidade.

## 2.7 Avanços nutricionais e processo de fabricação de rações para camarões

Nos últimos 35 anos verificaram-se vários avanços na área de nutrição de camarões, passando por pesquisas voltadas à exigências protéicas de peneídeos (ANDREWS et al., 1972; DOMINY et al., 1988; SUDARYONO et al., 1999), estabilidade das rações na água (BALAZS et al., 1973; MURAI et al., 1981; CUZON et al., 1982; GU et al., 1990; CHEN & JENN, 1992; DAS et al., 1994), utilização de aglomerantes na formulação das rações (MEYERS et al., 1972; HEINEN, 1981; DOMINY et al., 1991; ABU-ADIYA, 1992), digestibilidade (AKIYAMA et al., 1989 e DAVIS & ARNOLD, 1995); e processos de fabricação como a extrusão (RYU et al., 1995; DAVIS & ARNOLD, 1995; OBALDO et al., 1999; BORTONE et al., 2002; TACON et al., 2003 e CHAMBERLAIN, 2004).

O fornecimento de ração tem como objetivo melhorar o desempenho zootécnico dos camarões criados em cativeiro, visto que para atender as exigências nutricionais desses organismos faz-se necessário à mistura de vários ingredientes, como soja, farinha de peixe, farinha de trigo, sal e vitaminas, entre outros (CHAMBERLAIN, 2004). A matéria prima dos ingredientes de uma ração representa 90% do custo de produção da mesma e a qualidade desses ingredientes é fundamental para a produção de uma ração com qualidade (BORTONE et al., 2002). Esses ingredientes são triturados, peneirados e misturados para facilitar a homogeneidade, além de passar por vários condicionadores a vapor, altos níveis de umidade, altas taxas de compressão, pós-condicionamento e secagem (CHAMBERLAIN, 2004).

Um dos processos de fabricação de ração para camarões é o de peletização. Esse processo consiste em uma passagem forçada (pressão) de uma massa, previamente, condicionada (umidade e temperatura) através de um molde com orifícios em forma cilíndrica “pélete” e que gera densidade à ração (BORTONE et al., 2002). Esse processo, permite que os

ingredientes fiquem unidos em forma de pélete, facilitando a ingestão de todos os ingredientes da ração pelos animais em confinamento.

No acondicionador da peletizadora a combinação de umidade, tempo de residência e temperatura são fatores determinantes para que os péletes alcancem altas estabilidades na água. Também no acondicionador pode se ativar aglutinantes comerciais. O tempo de acondicionamento deve ser no mínimo 90 segundos, porém é preferível que esse tempo seja entre 270 e 350 segundos, dependendo dos ingredientes que serão incorporados na fórmula. A temperatura não deve ser menor que 90°C enquanto a umidade da massa misturada deve estar entre 16 a 18% (BORTONE et al., 2002).

Durante o processo de peletização há uma melhoria da digestibilidade devido à gelatinização do amido, utilizado na formulação. Essa técnica promove a gelatinização do amido para taxas entre 50 e 60%, mas não existem maiores possibilidades de melhoras, segundo Chamberlain (2004).

Outro processo que vem sendo utilizado na fabricação de rações para camarões é o processo de extrusão, em que nesse processo inclui o cozimento da massa da mistura dos ingredientes à alta temperatura e pressão no acondicionador, em um curto espaço de tempo (5 a 10 segundos), que favorece uma maior gelatinização do amido (80 a 95%) utilizado na formulação, além da fragmentação das partículas dos ingredientes (BORTONE et al., 2002).

As rações extrusadas para camarão são fabricadas desde os anos 70. No entanto, não se difundiram muito devido à tendência de expansão que apresentam esses produtos, levando

a flutuação, o que é indesejado para cultivos de camarões. Essas restrições foram superadas pelos recentes avanços da tecnologia de extrusão, tais como o ajuste do desenho e velocidade da rosca sem fim e mudanças na configuração do molde, permitindo assim que a totalidade da ração extrusada para camarão afundasse a partir do processo de peletização.

Nesse processo, a gelatinização do amido pode alcançar taxas de até 95% (CHAMBERLAIN, 2004). Segundo Rokey (2004), as taxas de gelatinização do amido e sua pasteurização são pontos chaves da ração que podem ter impactos nutritivos e ambientais consideráveis. A gelatinização do amido na ração de camarão é importante na digestibilidade do alimento e contribui para a estabilidade da ração na água.

## **2.8 Pesquisas recentes**

Um experimento comparando rações peletizadas e extrusadas para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, desenvolvido por Tacon (2003), em aquários durante 12 semanas, constatou que as rações extrusadas que afundavam tiveram melhores desempenhos em relação à peletizada, para as variáveis ganho de peso e fator de conversão alimentar.

Barbieri (2002), afirma que rações deficientes não permitem a obtenção de resultados satisfatórios na carcinicultura, por melhores que sejam as práticas de manejo adotadas. Tal afirmativa serve para conscientizar os produtores de que os testes são válidos, muito embora se deva avaliar, através do Fator de Eficiência Produtiva (FEP), qual o melhor custo-benefício alcançado e quais os insumos utilizados em um e outro viveiro. Uma das recomendações de Nunes et al., (2005), é, sempre que possível, avaliar o desempenho da ração adquirida, ponderando quanto às relações custo-benefício no momento da aquisição do produto.

Comentando a importância de distinguir a diferença entre os termos produtividade e eficiência da produção Souza (2005), propõe que o aumento da produção, em determinada área de cultivo, não necessariamente confirma a eficiência da fazenda. Como exemplo o autor cita que por desconhecimento técnico, o aumento da produtividade pode vir acompanhado do aumento demasiado de bandejas de alimentação e aeradores, o que pode gerar uma alta taxa de conversão alimentar e um aumento no custo com energia e mão de obra, tornando a fazenda menos eficiente. Segundo Tacon (2005), existe uma limitação nas informações relativas aos requerimentos alimentares do camarão em condições práticas de cultivo e que as formulações das rações para camarão cultivado varia amplamente dentro dos países produtores e, entre eles, de acordo com as diferentes espécies e sistema de cultivos utilizados, com uma crescente procura pelos produtores por rações mais baratas.

## **2.9 Uso da estatística.**

A formulação de modelos matemáticos vem sendo uma ferramenta utilizada para determinar uma reta que melhor se ajuste as observações feitas na interpretação das relações entre diversas variáveis estudadas (MONTGOMERY & PECK, 1982). Algumas técnicas vêm sendo utilizadas para modelar os parâmetros de cultivo da carcinicultura que envolve diversas variáveis independentes com uma variável resposta, como exemplo a regressão linear múltipla (MENDES et al., 2006). Ao associar as respostas (variável dependente) à técnicas de seleção de variáveis, é possível identificar quais variáveis independentes interferem em cada resposta que se queira obter.

A regressão linear múltipla é um problema onde três variáveis podem determinar um plano, ou é um problema de inúmeras variáveis que descrita graficamente implica num hiperplano (STEVENSON, 2001). Para determinar a relação entre o modelo desenvolvido e

as variáveis utilizadas é necessária a observação do coeficiente de regressão múltiplo ( $r^2$ ) que pode variar entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1 for o coeficiente, mais bem sucedida será a relação entre o modelo e as variáveis, sendo o inverso verdadeiro, ou seja, quanto mais próximo de 0 menor será a representatividade do modelo para as variáveis em questão. Embora um coeficiente de regressão nulo indique que não há nenhuma relação linear entre as variáveis, é possível que haja uma relação entre essas variáveis não lineares (SPIEGEL, 1985).

Para a seleção das variáveis preditoras nos modelos de estudos exploratórios, pode-se utilizar o método de seleção *stepwise backward*. Neste tipo, todas as variáveis preditoras são incluídas no modelo e a partir daí utilizando-se a estatística “F” as variáveis não significativas vão sendo excluídas. Em estudos exploratórios, o pesquisador elabora um modelo teórico de investigação que inclui hipóteses sobre relacionamentos entre as variáveis, mas que ainda não possibilita afirmações consistentes sobre a magnitude ou direção desses relacionamentos (DRAPER; SMITH, 1981).

Na carcinicultura, a estatística vem sendo utilizada para estimar parâmetros zootécnicos do *Litopenaeus vannamei* nos últimos anos (SILVA et al., 2006; BEZERRA et al., 2007). Na avaliação de banco de dados de fazendas de camarões, pode-se definir como variáveis independentes os dados de manejo, como exemplo a densidade de povoamento, o tempo de cultivo, o tipo de ração utilizada, a área do viveiro, o tipo de povoamento, a quantidade de ração consumida, além de todos os parâmetros físicos e químicos da água de cultivo, entre outras variáveis que envolvem o cultivo.

Já as variáveis dependentes seriam as respostas obtidas nos cultivos, como exemplo, pode-se citar a produção, a produtividade, o fator de conversão alimentar, a sobrevivência final, o crescimento médio semanal, entre outros. A utilização de equações matemáticas envolvendo as variáveis independentes com uma variável resposta, determina o quanto cada variável independente pode contribuir ou não com a variável resposta e se essa contribuição é positiva ou negativa.

Segundo Bonini e Bonini (1972), Spiegel (1985), Casuso (1996), Stevenson (2001), e Mendes (2006), a regressão múltipla é descrita através do seguinte modelo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_n X_{ni} + \varepsilon_i$$

Em que  $Y$ : é a variável resposta;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ : os parâmetros do modelo;  $X_1, X_2, \dots, X_n$ : as variáveis preditoras (manejo) e  $\varepsilon_i$  – é o erro associado a  $i$ : ésima observação, com distribuição normal  $(0, \sigma^2)$ .

Para estimar os parâmetros do modelo ( $\beta_{0,1,2,3,\dots,n}$ ) normalmente é utilizado o método dos mínimos quadrados. Esse método foi inicialmente desenvolvido para se estimar os parâmetros de um modelo de regressão, podendo ser linear ou não linear (STIGLER, 1986; STEVENSON, 2001). O método dos mínimos quadrados é utilizado para determinar uma reta (plano), que represente o melhor ajuste (menor distância) desse plano em relação aos pontos plotados no gráfico, já que dificilmente os dados terão uma relação linear perfeita ( $r^2 = 1$ ).

Com esse método estimam-se os parâmetros, de modo que esses valores minimizem a soma dos quadrados dos desvios ou erros, em torno da reta estimada (VIANNA, 2003). Esses estimadores além de serem não tendenciosos, possuem variância mínima e, desse modo, são mais eficientes (WONNACOTT & WONNACOTT, 1980 e CASUSO, 1996). A reta resultante tem duas características importantes: a primeira é a soma dos desvios verticais dos

pontos, em relação à reta é zero. A segunda é que a soma dos quadrados desses desvios gera um número menor possível (STEVENSON, 2001).

O coeficiente de determinação ou índice determinístico ( $r^2$ ) pode ser estimado pela seguinte relação entre a soma dos quadrados da regressão e a soma total, ou seja:

$$r^2 = SQ_{reg} / SQ_{total}$$

Em que:  $r^2$  é o coeficiente de determinação;  $SQ_{reg}$  é a soma dos quadrados da regressão e  $SQ_{total}$  é a soma dos quadrados total

O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e a redução da soma dos quadrados dos resíduos, podem ser melhorados utilizando transformadores. A família de transformadores de Box e Cox corrige a não normalidade e/ou a variância não constante dos erros, sendo expressa da seguinte forma (MENDES, 2006):

$$W_{ij} = Y_{ij}^\lambda - 1 / \lambda, \text{ para } \lambda \neq 0 \text{ ou } W_{ij} = \ln y_{ij}, \text{ para } \lambda = 0$$

Em que  $W$ : valor da variável transformada;  $Y$ : valor observado;  $j$ : ésima repetição;  $i$ : ésimo tratamento;  $\ln$ : logaritmo neperiano;  $\lambda$ : fator de transformação de Box e Cox (1964).

Ao utilizar o transformador de " $W_{ij}$ ", com esta formulação, o valor de " $\lambda$ " que minimiza a soma dos quadrados dos resíduos pode não representar com fidedignidade os resultados. Portanto, Montgomery e Peck (1982), propuseram a seguinte transformação:

$$W_{ij} = Y_{ij}^\lambda - 1 / \lambda \text{ MG}^{\lambda-1}, \text{ para } \lambda \neq 0 \text{ e } W_{ij} = \text{MG} \ln(y_{ij}), \text{ para } \lambda = 0$$

Em que  $W$ : valor da variável transformada;  $Y$ : é o valor observado;  $\lambda$ : é a família dos transformadores;  $MG$ : Média Geométrica do vetor resposta original;  $\ln$ : logaritmo neperiano e  $i$ : é a enésima observação ( $i = 1, 2, 3, \dots, I$ ).

Para avaliar a influência das observações dos modelos ajustados, assim como a existência de pontos discrepantes (*outliner*), é realizada a análise de resíduos em cada modelo de predição, de acordo com as definições de Cordeiro e Neto (2004). As análises gráficas dos resíduos padronizados ( $r_i$ ) versus observações ordenadas, dão suporte para avaliar se as

suposições de homogeneidade da variância, a linearidade e se as independências dos erros são válidos. No entanto, para uma avaliação mais apurada pode-se confirmar se há normalidade na distribuição utilizando-se os testes de D'Agostino, D'Agostino-Pearson, e Shapiro-Wilk.

Nos modelos de predição na carcinicultura, normalmente tem-se verificado dois tipos de variáveis, ou seja, qualitativas e quantitativas. Para as variáveis qualitativas, como, tipo de ração (extrusada ou peletizada), tipo de povoamento, ano e mês de povoamento, elas são incorporadas no modelo sob forma de números binários, atribuindo-se valores 1 e 0, respectivamente para a ocorrência e não ocorrência da variável, conforme recomendado por Mendes (2006). Já para as variáveis quantitativas são atribuídos os valores reais de acordo com as unidades de cada variável.

### **3. ARTIGO CIENTÍFICO**

Os resultados obtidos durante o trabalho experimental dessa dissertação foi descrito no artigo intitulado “Desempenho zootécnico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cultivado com ração peletizada e extrusada.”

## **DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* CULTIVADO COM RAÇÃO PELETIZADA E EXTRUSADA.**

Maurício Nogueira da Cruz Pessôa<sup>1</sup>, Diogo Bessa Neves Spanghero<sup>1</sup> & Paulo de Paula Mendes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Depto Pesca e Aqüicultura/UFRPE. Av. Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos. Recife/PE, Brasil 55-81-3320-6514 ([mauriciopes@yahoo.com.br](mailto:mauriciopes@yahoo.com.br))

<sup>2</sup>Depto Pesca e Aqüicultura/UFRPE. Av. Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos. Recife/PE, Brasil 55-81-3320-6507.

### **RESUMO**

Avaliações estatísticas do uso de ração extrusada e peletizada em cultivos do camarão *Litopenaeus vannamei*, nas condições de campo, foram realizadas com o objetivo de determinar as vantagens sobre os índices zootécnicos dos camarões. Análises foram feitas utilizando-se 481 cultivos, provenientes de 8 fazendas comerciais do nordeste do Brasil. Foi utilizada a técnica de regressão linear múltipla para estimar os parâmetros das variáveis de manejo que influenciaram nos cultivos tais como produção, produtividade, fator de conversão alimentar (FCA), crescimento semanal, peso final, quantidade de ração administrada e taxa de sobrevivência. Essas variáveis foram avaliadas em função da densidade de estocagem e do tempo de cultivo. Não houve diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) entre o uso das rações sobre as variáveis peso final e crescimento semanal, nas demais variáveis observou-se que na densidade de estocagem de 15 camarões.m<sup>-2</sup> houve diferença de até 20,1% no FCA quando se usou ração extrusada, uma produção 9,7% maior com o uso da ração peletizada e um consumo a mais de 33,2% de ração peletizada. Para densidades de 60 camarões.m<sup>-2</sup> o uso de ração peletizada proporcionou um melhor FCA (18,8%), consumo de ração (8,5%), além de uma melhor produção (7,2%), enquanto a ração extrusada teve maior produtividade (10,3%) e uma melhor taxa de sobrevivência (24,3%).

**Palavras-chaves:** Ração; extrusada; peletizada; *Litopenaeus vannamei*; estatística.

### Abstract

Statistical analysis of the use of feed pellets and extruded into cultivation of shrimp *Litopenaeus vannamei* in the field, were carried out in order to determine the benefits on the indices of shrimp husbandry. Analysis were made using a 481 crops, from 8 commercial farms in northeastern Brazil. We used the technique of multiple linear regression to estimate the parameters of the variables that influence the management of crops such as production, yield, feed conversion factor (FCA), growing weekly, final weight, quantity of feed administered and survival rate. These variables were evaluated in terms of stocking density and time of cultivation. There was no significant difference ( $P \geq 0.05$ ) between the use of rations on the variables final weight and weekly growth in other variables observed that the storage density of 15 camarões.m<sup>-2</sup> there was a difference of up to 20.1 % In the FCA when used extruded ration, a production 9.7% higher with the use of feed pellets and a consumption of more than 33.2% of feed pellets. For densities of 60 camarões.m<sup>-2</sup> the use of feed pellets provided a better FCA (18.8%), feed intake (8.5%), besides better production (7.2%), while the diet extruded had higher productivity (10.3%) and survival rate (24.3%).

**Keys-words:** Feed, extruded; pelleted; *Litopenaeus vannamei*; statistics.

## 1. Introdução

A aqüicultura é a atividade responsável pela produção de organismos aquáticos com a ênfase em peixes, crustáceos, moluscos e algas. Nas últimas décadas esse agronegócio tem apresentado grandes avanços tecnológicos, passando de modelos rudimentares para uma atividade altamente tecnificada (Barroso et al., 2002). O investimento em pesquisa e novas tecnologias (fabricação de rações, genética e controle da qualidade da água dos cultivos) vêm sendo observado ao longo do tempo.

A produção aqüícola mundial cresceu nos últimos dez anos mais de 86,2%, passando de 35.841.901,1 de toneladas em 1997 para 66.746.713 de toneladas em 2006 (FAO, 2008). Dentre as atividades desse setor uma das que mais se desenvolveu, nos últimos anos, foi à produção de camarões em cativeiros, que teve uma participação em 2006 de 4,74% do total da produção mundial de pescado oriundos da aqüicultura. O continente asiático foi responsável por 88,90% da produção mundial, sendo a China o maior produtor e responsável por 39,26% da produção. Fora do eixo asiático, destacam-se o México e o Brasil na América Latina que juntos produziram 5,60% do camarão cultivado no mundo em 2006 (FAO, 2008).

A produção brasileira de camarão no ano de 1998 foi de 7.250 toneladas, atingindo seu ápice em 2003, com 90.190 toneladas. Segundo dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), nos anos de 2004 e 2005 observou-se uma redução na produção nacional para 65.000 toneladas (ABCC, 2008). Regionalmente, 95% da produção de camarão em cativeiro é oriunda do nordeste do Brasil devido às condições climáticas que proporcionam uma média de 2,5 ciclos.ano<sup>-1</sup>. O desenvolvimento da carcinicultura brasileira deve-se, em grande parte, a adaptabilidade climática da espécie exótica *Litopenaeus vannamei* e nos investimentos realizados em pesquisa principalmente nas áreas de melhoramento de rações.

O sistema de cultivo adotado no Brasil é o semi-intensivo bifásico, em que a primeira fase é realizada em tanques circulares (berçários), com capacidade de até 65m<sup>3</sup>. As pós-larvas, provenientes dos laboratórios, são estocadas nestes tanques por um período de 10-15 dias para serem aclimatadas e induzidas a consumir ração balanceada. A segunda fase, denominada de engorda é realizada em viveiros de terra com áreas que variam de 0,5 a 10 hectares, onde as pós-larvas são alimentadas diariamente com ração desintegrada e teor protéico de 40% numa frequência de 2 a 5 vezes ao dia, utilizando-se bandejas de alimentação.

Considerando-se que a ração é o insumo mais importante e pode corresponder até 60% dos custos de produção (Velasco et al., 1999; Smith et al., 2002; Tacon et al., 2002; Cuzon et al., 2004), vários estudos tem sido realizados para minimizar essa relação.

No início dos anos 70, testou-se a influência de dietas protéicas e níveis de energia no crescimento e sobrevivência de peneídeos (Andrews et al., 1972). Nos anos 80, alguns autores (Chen et al., 1985; Dominy et al., 1988), pesquisaram alternativas de fontes protéicas para o *Litopenaeus vannamei*, além de terem estudado a digestibilidade de rações para *L. vannamei* (Akiyama et al., 1989). Nos anos seguintes iniciaram-se as pesquisas com a utilização de diferentes carboidratos na dieta para *Penaeus monodon* (Shiau & Peng, 1992) e quanto a estabilidade das rações na água (Romero-Alvarez, 1995). Nesse período alguns autores começam a pesquisar o processo de extrusão de rações para camarões (Caver et al., 1989; Davis et al., 1995; Obaldo et al., 1999 e Tacon., 2003).

Nos últimos anos, as empresas de ração disponibilizaram para o mercado dietas com processamento de peletização e extrusão. O primeiro processo consiste em uma extrusão forçada (pressão) de uma massa previamente condicionada (unidade e temperatura) através de um molde com orifícios que da uma forma cilíndrica “pellet” e da densidade. O tempo de acondicionamento deve ser no mínimo 90 segundos, porém é preferível que esse tempo seja entre 270 e 350 segundos a uma temperatura de aproximadamente 90 °C. O segundo processo

inclui o cozimento da massa da mistura dos ingredientes a alta temperatura e pressão no acondicionador, em um curto espaço de tempo (5 a 10 segundos), que favorece uma maior gelatinização do amido (80 a 95%) utilizado na formulação, além da fragmentação das partículas dos ingredientes (Bortone et al., 2002).

Objetivando diferenciar as eficiências de rações extrusadas e peletizadas Tacon (2003), avaliou durante 12 semanas, a eficiência em ganho de peso e conversão alimentar do *L. vannamei*. Tacon (2005) comentou que existe uma limitação de informações relativas aos requerimentos alimentares do camarão em condições práticas de cultivo e que as formulações das rações para camarão cultivado, varia amplamente dentro dos países produtores. Informações valiosas relativas a capacidade do camarão utilizar ingredientes de origem vegetal sob condições controladas tem sido geradas, porém a aplicação prática dos dados a partir desses estudos é limitada (Amaya et al., 2007ab).

Quanto as técnicas utilizadas para avaliação de dados exploratórios em fazendas aquícolas com ênfase em estimar parâmetros zootécnicos do camarão *Litopenaeus vannamei* (Silva et al., 2006; Bezerra et al., 2007), têm-se utilizados modelos matemáticos que podem ser desenvolvidos e empregados nas fazendas comerciais. Entre as principais técnicas, têm-se a utilização da regressão linear múltipla, com o processo de “stepwise” os quais permitem visualizar e identificar as variáveis de manejos que interferem significativamente nas variáveis respostas dos cultivos. Desta forma, utilizando-se dessa técnica, objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* quando alimentado com ração extrusada ou peletizada, em condições de campo em fazendas comerciais do nordeste do Brasil.

## **2. Material e métodos**

Para comparar as eficiências do uso de rações extrusada e/ou peletizada, em cultivos do camarão *L. vannamei*, foram utilizados dados de cultivos de oito fazendas comerciais

localizadas no nordeste brasileiro. Foram utilizados dados de 481 cultivos que foram realizados entre os anos de 2003 e 2007. As fazendas escolhidas tinham o sistema de cultivo semelhante (semi-intensivo), com variações entre bifásico ou monofásico, utilizaram viveiros de terra semi-escavados com áreas de 0,8 a 6,5 hectares, abastecidos com água salgada ( $\approx 30,0 \%$ ) e densidades de estocagem de 15 a 63 camarões.m<sup>-2</sup>. Em todos os cultivos a frequência alimentar foi de 2 a 4 vezes ao dia, utilizando-se bandeja para o controle do consumo alimentar. Em todas as fazendas os viveiros foram monitorados quanto aos parâmetros da qualidade da água, como temperatura, pH, oxigênio dissolvido (diariamente) e salinidade (quinzenalmente).

Foram utilizadas rações comerciais oriundas de dois fornecedores, um de ração extrusada e o outro de ração peletizada. As rações continham 35% de proteína bruta e eram indicadas pelos fornecedores para camarões a partir de 3,0g e densidades superiores a 30 camarões.m<sup>-2</sup>. As rações possuíam ainda em sua composição o mesmo percentual de umidade e nutrientes (Tabela 1).

Os dados dos 481 cultivos foram submetidos a uma triagem, com o objetivo de identificar dados discrepantes que pudessem distorcer os resultados. Os cultivos que apresentaram sobrevivências superiores a 100% foram descartados, assim como viveiros que foram despescados com camarões de peso muito inferior ao comercial. As variáveis de cultivo de camarões foram classificadas em dependentes e independentes, ou seja, variáveis respostas e de manejo, respectivamente (Tabela 2).

Para relacionar as variáveis respostas de cultivo (produtividade, produção, sobrevivência, fator de conversão alimentar, peso final, crescimento semanal, quantidade de ração utilizada) com as de manejo (densidade de estocagem, tempo de cultivo, tipo de povoamento, tipo de ração, mês de povoamento, área do viveiro, ano do cultivo), enfatizando o tipo de ração utilizou-se o seguinte modelo matemático:

$$VR_j = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{ij} + \varepsilon_j$$

Em que:  $VR$  - variável resposta;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  - parâmetros do modelo;  $X$  - variável de manejo;  $i$  -  $i$ -ésimo variável de cultivo;  $j$  -  $j$ -ésima observação e  $\varepsilon$  - erro associado a observação com parâmetros  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ .

As variáveis de manejo qualitativas, como tipo de ração (extrusada ou peletizada), tipo de povoamento, ano e mês de povoamento, foram inseridas no modelo sob a forma binária (0 ou 1), de conformidade com as recomendações de Mendes (2006). A estimação dos parâmetros “ $\beta$ ” das variáveis foi feita através da técnica dos mínimos quadrados, conforme recomendado por Draper e Smith (1981), Montgomery e Peck (1982), Weisberg (1985) e Mendes (2006).

O método de Stepwise Backward foi utilizado para selecionar as variáveis de manejo mais significativas e que influenciaram sobre as variáveis respostas. O valor da estatística  $F$ , para inclusão ou exclusão da variável do modelo foi de  $F = 4$ . Para minimizar a soma dos quadrados dos resíduos foi utilizada a família de transformadores de Box e Cox, objetivando corrigir a não normalidade e/ou a variância não constante dos erros, melhorar o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e minimizar a soma dos quadrados.

A função de Box e Cox utilizada foi a apresentada por Montgomery e Peck (1982), ou seja:

$$W_{ij} = [Y_{ij}^\lambda - 1] / \lambda MG^{\lambda-1}, \text{ para } \lambda \neq 0 \text{ e } W_{ij} = MG \ln(y_{ij}), \text{ para } \lambda = 0$$

Em que  $W$ : valor da variável transformada;  $Y$ : é o valor observado;  $\lambda$ : é a família dos transformadores;  $MG$ : Média Geométrica do vetor resposta original;  $\ln$ : logaritmo neperiano e  $i$ : é a  $i$ -ésima observação ( $i = 1, 2, 3, \dots, I$ ).

Para avaliar a influência das observações nos modelos ajustados e a presença de pontos discrepantes, realizou-se a análise dos resíduos, de acordo com as definições de Cordeiro e Neto (2004). As análises dos resíduos padronizados ( $r_i$ ) versus observações ordenadas, foram realizadas para avaliar as suposições de homogeneidade da variância, a linearidade e se as independências dos erros foram válidas. A confirmação da normalidade na

distribuição dos dados foi feita utilizando-se os testes de D'Agostino e/ou D'Agostino-Pearson, ao nível de 5% de probabilidade.

Para comparar e melhorar visualização a relação entre as variáveis de manejo e às respostas, além das interações entre as variáveis de manejo foram feitos os gráficos dos modelos, utilizando-se Microsoft Excel/2000 e para os demais cálculos utilizou-se o SysEAPRO (v.1.0).

### **3. Resultados**

Ao avaliar o banco de dados de cultivos de *L. vannamei*, contendo 481 cultivos, verificou-se que após a exclusão dos dados, considerados discrepantes ou fora das faixas de limites estipulados, restaram 382 cultivos (79,42%) dos quais 265 (69,37%) utilizaram ração extrusada (RE) e 117 (30,63%) ração peletizada (RP). As médias da taxa de sobrevivência dos camarões cultivados com ração extrusada foi estatisticamente igual ( $P \geq 0,05$ ) quando se utilizou ração peletizada, respectivamente  $62,38 \pm 0,97\%$  e  $61,81 \pm 1,33\%$ . Apesar de a produtividade ter sido igual estatisticamente ( $P \geq 0,05$ ), ao utilizar ração peletizada e ração extrusada, verificou-se que os cultivos realizados com ração peletizada apresentaram um incremento de produtividade de  $104,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  a mais que os cultivos com ração extrusada. Os demais resultados dos cultivos, com ambas as rações, bem como os limites máximos e mínimos das variáveis são apresentados na Tabela 3.

Das sete variáveis respostas avaliadas (Tabela 2), apenas cinco (produtividade, produção, taxa sobrevivência, fator de conversão alimentar e quantidade de ração), tiveram correlação estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) com as variáveis de manejo (Tabela 4). A utilização de ração peletizada ou extrusada não diferenciou ( $P \geq 0,05$ ) o crescimento semanal e o peso final.

A exclusão de algumas variáveis de manejo nos modelos de predição, evidencia a não interferência estatística na resposta. Ressalta-se que no caso das variáveis binárias como tipo de ração, faz-se necessário a exclusão de uma delas para que não haja indeterminação na matriz de dados. Observou-se que as variáveis de manejo mais recorrente nos modelos foram a densidade de estocagem, o tempo de cultivo e o tipo de ração utilizado (Tabela 4). Outra variável de manejo considerada recorrente nos modelos foi o mês de povoamento, constatou-se que a produção, o fator de conversão alimentar e a sobrevivência sofreram maiores influências dessa variável, em decorrência do número de vezes que essa variável apareceu nos modelos, ou seja, 4, 6 e 4, respectivamente. A variável ano de povoamento (AP) interferiu na produção, taxa de sobrevivência, produtividade e fator de conversão alimentar. A variável área do viveiro (AV) só não interferiu significativamente ( $P \geq 0,05$ ) na produtividade.

Os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) dos modelos variaram de 0,2608 a 0,8449 sendo o menor registrado para o modelo da taxa de sobrevivência (TS) e o maior para o de estimação quantidade de ração (QR). Os valores de “ $\lambda$ ” que foram utilizados para minimizar a soma dos quadrados dos resíduos variou de 0,35 a 0,90 (Tabela 4). Para melhor visualizar a aplicabilidade dos modelos, foram atribuídos valores para algumas variáveis de manejo dos modelos como área do viveiro (AV = 3,0); ração peletizada (RP = 0 ou 1); ano do povoamento (AP<sub>ii</sub> = 0 ou 1); mês do povoamento (MP<sub>ii</sub> = 0 ou 1) e povoamento indireto (PI = 0). As respostas obtidas foram apresentadas em forma de gráficos em função da densidade de estocagem e em função do tempo de cultivo, que variaram de 15 a 60 camarões.m<sup>-2</sup> e de 60 a 180 dias de cultivo, respectivamente.

De acordo com os modelos estatísticos de estimação das variáveis respostas pode-se verificar que a ração extrusada propiciou um aumento no FCA à medida que a densidade aumentou. Na menor densidade utilizada (15 camarões.m<sup>-2</sup>), o FCA para a ração extrusada foi 20,1% menor que o FCA da ração peletizada, as rações geraram o mesmo resultado quando a

densidade foi de 39,2 camarões.m<sup>-2</sup>. No entanto, o uso de ração peletizada em densidade superior a 40 camarões.m<sup>-2</sup> teve um FCA de 18,8% menor que a ração extrusada. Entre as densidades de 15 a 60 camarões.m<sup>-2</sup>, o FCA dos camarões alimentados com ração peletizada variou de 1,79 a 1,87 enquanto que com ração extrusada essa variação foi de 1,49 a 2,13 (Fig. 1A). Isso ocorreu principalmente em função da quantidade de ração consumida.

Ao relacionar a produção em função da densidade de estocagem dos camarões observou-se em média uma eficiência de 8,3% a mais nos cultivos com ração peletizada. As maiores diferenças percentuais foram verificadas nas densidades mais baixas, atingindo até 9,7%. Já com densidade de 60 camarões.m<sup>-2</sup> a diferença da produção entre as rações diminuiu para 7,2% (Fig. 1B).

Com densidades de estocagem menores que 45 camarões.m<sup>-2</sup> o consumo de ração peletizada foi maior em relação a extrusada, sendo a maior diferença (33,2%) na menor densidade utilizada (15 camarões.m<sup>-2</sup>). Em densidades superiores (45 a 60 camarões.m<sup>-2</sup>) o consumo de ração peletizada foi inferior ao consumo da extrusada (Fig. 1C).

A produtividade dos viveiros, utilizando-se ração peletizada com densidades de 15 a 35 camarões.m<sup>-2</sup> foi em média de 8,8% maior que dos cultivos realizados com ração extrusada. Nas densidades superiores a ração extrusada propiciou, em média, 5,4% mais (Kg.ha<sup>-1</sup>.ciclo<sup>-1</sup>) que os camarões cultivados com a ração peletizada. Na densidade de 60 camarões.m<sup>-2</sup> a diferença entre as produtividades foi de 10,3% favorecida pelo uso de ração extrusada (Fig. 1D).

A taxa de sobrevivência dos camarões alimentados com ração peletizada foi em média 8,6% maior entre as densidades de 15 a 35 camarões.m<sup>-2</sup>. Por outro lado, em cultivos com densidade de estocagem entre 35 e 60 camarões.m<sup>-2</sup> com administração de ração extrusada os camarões tiveram uma sobrevivência média 12,9% superior aqueles alimentados com ração peletizada (Fig. 1E).

Ao relacionar as variáveis de manejo em função do tempo de cultivo evidenciou-se que na faixa de 60 a 180 dias, apenas quando os viveiros foram despescados com 60 dias foi que a ração peletizada apresentou um FCA melhor. Nessa faixa, a média geral do FCA da ração extrusada foi 8,6% menor que o FCA obtido nos viveiros com ração peletizada (Fig. 2A). Os viveiros despescados até 70 dias tiveram uma melhor produção quando os camarões foram alimentados com ração extrusada. Após esse período os viveiros despescados apresentaram maior produção quando os camarões foram alimentados com ração peletizada, podendo chegar aos 180 dias de cultivo com uma diferença superior a 21% (Fig. 2B).

A quantidade de ração administrada em relação aos dias de cultivo foi semelhante às observações realizadas na análise da produção. O uso de ração extrusada nos primeiros 70 dias foi maior que o uso de ração peletizada. A partir dos 70 dias observou-se que os camarões alimentados com ração peletizada tiveram um consumo superior a 23% para cultivos com 180 dias (Fig. 2C). Esse fato justifica a tendência do FCA, já que essa variável é diretamente relacionada com a produção e o consumo de ração (Fig. 2B e 2C).

A produtividade foi maior nos viveiros que foi ofertada ração peletizada, mas somente para tempos de cultivo superiores a 90 dias. Cultivos com 100 e 110 dias tiveram em média produtividade de 2345,89 e 2240,27 Kg.ha<sup>-1</sup>.ciclo<sup>-1</sup>, respectivamente, para ração peletizada (Fig. 2D). Entre as variáveis analisadas apenas a taxa de sobrevivência decresceu com o tempo de cultivo (Fig. 2E). Cultivos de 60 a 80 dias propiciaram sobrevivências superiores a 75%. Nessa faixa a ração extrusada gerou os melhores resultados. Identificou-se uma tendência de diminuição da sobrevivência à medida que os cultivos foram prolongados, independente de qual tipo de ração que foi usada. Observou-se que quanto maior foi o número de dias de cultivo a taxa de sobrevivência dos camarões alimentados com ração extrusada foi menor para cultivos superiores a 90 dias. Com 180 dias a diferença da taxa de sobrevivência, entre os dois tipos de rações foi superior a 26% (Fig. 2E).

#### 4. Discussão

No presente trabalho foram descartados durante o processo de triagem dos dados 20,58% dos 481 cultivos levantados. Essa técnica de triagem de banco de dados de fazendas comerciais de cultivo camarão marinho *L. vannamei*, foi realizada por Silva et al., (2006) e Bezerra et al., (2007) após estabelecerem critérios de filtragens dos dados, semelhantes ao utilizados nesse trabalho. Silva e colaboradores, (2006), descartaram apenas 14,4% dos cultivos, já Bezerra et al. (2007), descartaram 18,07% dos cultivos da massa de dados inicial, aproximando dos valores de descarte do presente trabalho. A quantidade de dados descartados dependerá fundamentalmente da qualidade das informações obtidas, como por exemplo informações completas dos cultivos e da homogeneidade dos dados dentro dos limites estabelecidos pelo pesquisador.

Os modelos desenvolvidos para as variáveis respostas: produção, produtividade, quantidade de ração e fator de conversão alimentar apresentaram coeficientes de correlação ( $r^2$ ) altos evidenciando que as variáveis de manejo selecionadas para os modelos tiveram grande influência sobre a variável resposta. No entanto, esse coeficiente foi considerado baixo (26,08%) no modelo de estimação da taxa de sobrevivência em relação ao obtido por Bezerra, et. al. (2007). Esses autores utilizando 83 dados de cultivos, ao relacionarem a taxa de sobrevivência com as variáveis de manejo, pH, nível da água, transparência, oxigênio dissolvido, salinidade e temperatura da água, uso de aeração e fornecedor de pós-larvas, obtiveram um  $r^2$  de 63%. Com base nos resultados obtidos pelos referidos autores evidencia-se que os parâmetros hidrológicos têm uma relação direta com a taxa de sobrevivência, o que pode justificar o baixo coeficiente para a taxa de sobrevivência no presente trabalho, já que no mesmo não foram utilizadas tais variáveis, onde as mesmas foram recebidas de forma incompletas o que dificultou a sua utilização no banco de dados definitivo.

A exceção dos modelos de predição do peso final e crescimento semanal, os quais não foram significativos ( $P \geq 0,05$ ), todos os demais foram altamente correlacionados com as variáveis tempo de cultivo (TC) e densidade de estocagem (DE). Ao relacionar as variáveis de manejo com as variáveis de resposta, Silva et al. (2006), verificaram que apenas a variável tempo de cultivo apareceu em todos os modelos, indicando que essa variável de manejo tem uma interferência direta nos resultados da atividade.

Amaya et al., (2006), ao utilizarem ração extrusada em 16 viveiros de 0,1ha, estocados com 35 camarões.m<sup>2</sup>, para avaliar a diminuição de farinha de peixe na ração do *L. vannamei*, após 18 semanas, obtiveram resultados médios do FCA de 1,22, produtividade de 6.026,25 kg.ha<sup>-1</sup>.ciclo<sup>-1</sup> e taxa de sobrevivência de 88,15%. Ao atribuir os parâmetros de manejo supracitado nos modelos de predição, ter-se-ia como estimativa 1,50; 2.653,47; 84,70%, respectivamente, para FCA, produtividade e taxa de sobrevivência. Contudo a alta produtividade alcançada no experimento citado, pode está relacionada ao maior controle das variáveis de manejo em função da reduzida área dos viveiros. Outro fator que pode ter contribuído para as diferentes respostas é que os modelos desenvolvidos nesse trabalho são indicados para viveiros com áreas entre 0,8 a 6,5ha.

Rout & Bandyopadhyay (1999), testaram ração comercial peletizada e extrusada, desenvolvida para juvenis de *Penaeus monodon*, durante 30 dias e observaram que não houve diferença significativa no FCA e na taxa de eficiência protéica (TEP) entre as duas rações. Estes resultados divergem das observações realizadas, já que a variável FCA, seja em função do tempo de cultivo ou da densidade, foram significativas para sua predição.

Fegan (2005), alerta para a taxa de eficiência protéica (TEP) que permite avaliar quanto da proteína bruta da ração foi convertida em peso corporal dos camarões. As rações com altos níveis de proteína bruta podem ter uma baixa TEP, o que contribui com o aporte de nitrogênio nos viveiros, que se transforma em amônia e diretamente afeta o rendimento do

cultivo. Ressalta-se que esse processo pode inibir o crescimento dos camarões e dependendo do pH da água pode tornar-se tóxica provocando a mortalidade dos mesmos. Essa observação não foi confirmada nesse trabalho já que não houve diferença significativa para taxa de crescimento dos camarões, bem como as taxas de sobrevivência que foram acima de 60% para ambas rações utilizadas. O fato de não ter ocorrido diferença significativa do FCA no experimento com o *P. monodon*, pode esta relacionado ao curto espaço de tempo do experimento (30 dias) e ao maior controle de variáveis como alimentação e parâmetros hidrológicos, que são controlados com mais regularidade no laboratório do que no campo.

Considerando-se a indicação dos fornecedores das rações para cultivos acima de 30 camarões.m<sup>-2</sup>, a produtividade em relação a densidade de estocagem foi melhor quando utilizou-se ração extrusada. Porém, deve-se tomar cuidado com os resultados das produtividades dos viveiros, pois nem sempre um viveiro com maior produtividade tem uma boa eficiência produtiva. Ressalta-se que a produtividade reflete uma produção em uma determinada área, mas sem levar em conta os custos com equipamentos, insumos e mão de obra. Souza et al., (2005) comenta a importância de distinguir a diferença entre os termos produtividade e eficiência da produção. O aumento da produção, em determinada área de cultivo, não necessariamente confirma a eficiência da fazenda. Como exemplo ele cita que por desconhecimento técnico, o aumento da produtividade pode vir acompanhado do aumento demasiado de bandejas de alimentação e aeradores, o que pode gerar uma alta taxa de conversão alimentar, tornando a fazenda menos eficiente.

Tacon et al. (2003), ao realizarem um experimento em aquários durante doze semanas (84 dias) utilizando densidade de 50 camarões.m<sup>-2</sup> e rações extrusadas e peletizadas que afundavam, avaliaram o peso final, taxa de sobrevivência e fator de conversão alimentar. Esses autores observaram diferença significativa entre a ração peletizada e extrusada para a variável peso final, em que a ração extrusada propiciou um incremento de peso de 14,8% a

mais que a ração peletizada. Estes resultados divergem das observações realizadas no presente trabalho, já que não houve diferença significativa ao se utilizar as diferentes rações no peso final dos camarões. No mesmo experimento esses autores não observaram diferença significativa para a taxa de sobrevivência e o fator de conversão alimentar, ao utilizar ração peletizada e extrusada, também diferenciando do observado nesse trabalho em discussão. As divergências nesse trabalho podem estar relacionadas ao fato do experimento citado ter sido realizado em aquários, onde provavelmente existiu o maior controle das variáveis inerentes ao cultivo do que em cultivos realizados em campo de forma comercial. Outro fator que pode ter contribuído para a diferença entre os resultados dos trabalhos, pode ter sido a produtividade natural dos viveiros que pode contribuir com mais de 25% dos nutrientes necessários para os camarões, conforme afirmação de Lawrence e Lee (1997).

Ao utilizar o modelo de estimação da produtividade, usando ração extrusada com 35% P.B., atribuindo  $DE = 37,5$  camarões.m<sup>-3</sup> e  $TC = 81$  dias e extrapolando a profundidade média dos viveiros para 1 metro, ter-se-á como resposta da produtividade 266,8 g.m<sup>-3</sup>. Ao avaliar o trabalho de Amaya et al. (2007), que testaram fontes alternativas de dietas para o *L. vannamei*, entre elas a substituição de farinha de peixe por fontes protéicas vegetais, utilizando 37,5 camarões.m<sup>-3</sup> e rações extrusadas com média de 36,35% de proteína bruta, em caixas plásticas durante 81 dias, com água rica em microalgas, pode-se reforçar a diferença entre os experimentos realizados em laboratório e os resultados práticos de campo, já que a média dos tratamentos para produtividade calculada nesse experimento foi de 610 g.m<sup>-3</sup>, sendo bem superior ao resultado obtido através do modelo de estimação. Outro ponto divergente entre os resultados de laboratório e o de campo é a taxa de sobrevivência, onde o experimento em laboratório registrou uma taxa de sobrevivência de 86,66%, enquanto que a média dos dados obtidos em campo foi de 62,38%.

Em relação ao tempo de cultivo observou-se que a ração extrusada teve melhores respostas para cultivos com duração máxima de 85 dias. Atualmente, a produção de camarão no Brasil está voltada a atender o mercado interno, que está trabalhando com camarões abaixo de 10,0g de peso final. Dessa forma, a ração extrusada pode ser uma boa opção para os produtores brasileiros. Porém, uma das recomendações de Nunes et al. (2005) é, sempre que possível, avaliar o desempenho da ração adquirida, ponderando quanto às relações custo-benefício no momento da aquisição do produto. Portanto, apesar dos bons resultados para cultivos rápidos apresentados pela ração extrusada, deve se levar em conta o custo dessa ração em relação a peletizada.

## 5. Conclusões

- Para densidades menores que 40 camarões.m<sup>-2</sup>, a ração extrusada apresentou resultados de FCA e quantidade de ração consumida melhores, enquanto a ração peletizada apresentou melhores resultados para taxa de sobrevivência, produtividade e produção.
- Para cultivos com até 75 dias, a ração extrusada propiciou os melhores resultados de produtividade, FCA, produção e taxa de sobrevivência.
- Não houve diferença significativa no peso final e crescimento semanal, dos camarões quando cultivados com ração peletizada ou extrusada.

## REFERÊNCIAS:

ABCC (Associação Brasileira de Criadores de Camarão). Evolução do Desempenho da Carcinicultura Brasileira (1998 – 2007\*). Disponível em: <<http://www.abccam.com.br/estat24.htm>>. Acesso em: 25 agosto 2008.

Amaya, E.A., Davis, D.A & Rouse, D.B., 2006. Plant proteins effectively replace fishmeal in shrimp feed trial. *Global Aquaculture Advocate*. Novenber/December, p 50-51.

Amaya, E.A., Davis, D.A & Rouse, D.B., 2007a. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Aquaculture*, 262, pp. 393-401.

Amaya, E.A, Davis, D.A & Rouse, D.B., 2007b. Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 262, pp. 419-425.

Akiyama, D.M., Coelho, S.R.; Lawrence, A.L. and Robinson, E.H., 1989. Apparent digestibility of feedstuffs by the marine shrimp *Penaeus vannamei* Boone. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55, pp. 91–98.

Andrews, J. W., Sick, L.V, Baptist, G.J., 1972. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp. *Aquaculture*, 1, pp. 341-347.

Barroso, M.V.; Castro, J.C.; Aoky, P.C.M., Helmer, J.L., 2002. Valor nutritivo de alguns ingredientes para o robalo (*Centropomus parallelus*). *Rev. Bras. Zootec.*, 31(6), pp. 2157-2164.

Bezerra, A.M.; Silva, J.A.A., Mendes P.P., 2007. Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.42, n.3, pp. 385-391.

Bortone, E. (2002). Interacción de ingredientes y procesos em la producción de alimentos hidroestables para camarones. In: CRUZ-SUAREZ, L.E.; RICQUE-MARIE,D.; TAPIA-SALAZAR, M.; GAXIOLA-CORTES, M. G.; SIMOES, N. *Avances em Nutrición Aquícola VI. Memorias Del VI Simposium Internacional de Nutrición Aquícola. 3 al 6 de Septiembre Del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. P. 407-437.*

Box, G.E.P., Cox, D.R., 1964. An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society*, London, B-26, pp. 211-243.

Carver, L.A., Akiyama, D.M., Dominy,W.G., 1989. Processing of wet shrimp heads and squid viscera with soy meal by a dry extrusion process. *American Soybean Association Technical Bulletin*. 3, 777 Craig Road, St. Louis, MO, USA. AQ16, pp. 89-94.

Chen, H.Y., Zein-Eldin, Z.P., Aldrich, D.V., 1985. Combined effects of shrimp size and dietary protein source on the growth of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei*. *J. World Maricult. Soc.* 16, pp. 288–296.

Cordeiro, G. M., Neto, E. A. L., 2004. Modelos paramétricos. Recife: Associação Brasileira de Estatística, pp. 246.

Cuzon, G., Lawrence, A., Gaxiola, G., Rosas, C., Guillaume, J., 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 235, pp. 513-551.

Davis, D.A., Arnold, C.R., 1995. Effects of two extrusion processing conditions on the digestibility of four cereal grains for *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 133, pp. 287-294.

Dominy, W.G., Ako, H., 1988. The utilization of blood meal as a protein ingredient in the diet of the marine shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 70, pp. 289-298.

Draper, N.R., Smith, H., 1981. Applied regression analysis. 2.ed. New York: John Wiley, 709 p.

Fegan, D., 2005. Focus on cost efficiency maximizes profits. *Global Aquaculture Advocate*. April, 2005, p 66-68.

Food and Agriculture Organisation (FAO). Aquacult-PC: fishery information, data and statistics (FIDI), time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities). Programa computacional. Rome, 2008.

Lawrence, A.L., Lee, P.G., Research in the Americas. In: L.R. D'Abramo, D.E. Conklin and D.M. Akiyama, Editors, *Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture* vol. 6, World Aquacult. Soc, Baton Rouge, LA (1997), pp. 566-587.

Mendes, P. P., Mendes, E.S., Bezerra, A.M., 2006. Análise estatística dos parâmetros aqüícolas, com fins a otimização da produção. 43º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais dos Simpósios, Suplemento Especial da Revista Brasileira de Zootecnia. Vol. 35, p 886-903.

Montgomery, D. C., Peck, E. A., 1982. Introduction to linear regression analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc, 504 p.

Nunes, A. J. P., Gesteira, T. C. V., Oliveira G. G.; Lima, R. C., Miranda, P. T. C., Madrid, R. M., 2005. Princípios para Boas Práticas de Manejo (BPM) na Engorda do Camarão Marinho no Estado do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. LABOMAR – UFC – Universidade Federal do Ceará , 74p.

Obaldo, L.G., Dominy, W.G., Ryu, G.H., 1999. Growth, survival, and diet utilization of Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, fed dry-extruded diets with different levels of shear and moisture. *Journal of Applied Aquaculture* 9(1): pp. 47-57.

Romero-Alvarez M.D.R., 1995. Efecto de la temperatura, salinidad y tiempo de immersion sobre la estabilidad de tres alimentos peletizados para camaron. MS Thesis. *Universidad Autonoma de Nuevo Leon, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico*.

Rout RK, Bandyopadhyay S, 1999. A comparative study of shrimp feed pellets processed through cooking extruder and meat mincer. *Aquaculture Engineering* 19:71-79.

Shiau, S.Y., Peng, C.Y., 1992. Utilization of different carbohydrates at different dietary protein levels in grass prawn, *Penaeus monodon*, reared in seawater. *Aquaculture* 101, pp. 241–250.

Silva, A. H. G., 2006. Avaliação Estatística das variáveis do cultivo *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em Água Doce. Dissertação (Mestrado Recursos Pesqueiro e Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Smith, D.M., Burford, M.A., Tabrett, S.J., Irvin, S.J., Ward, L., 2002. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, Amsterdam, 207: PP. 125-136.

Sousa, J. P., Khan, A. S., Lima, P.V.P.S., Madrid, R. M. M., 2005. Produção de Camarão Marinho em Cativeiro: uma análise de eficiência técnica, alocativa e de custos. *Revista de Economia Aplicada*, v. 9, n. 2, 205-224p., ISSN: 1413-8050, Impresso.

Tacon, A.G.J., Cody, J.J., Conquest, L.D., Divakaran, S., Forster, I.P., Decamp, O.E, 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition* 8, pp. 121-137.

Tacon, A.G.J., Dominy, W.G., Forster, I.P., 2003. *Trial* finds extruded feeds superior to steamed pellets. *Global Aquaculture Advocate* 6(1): pp. 44-45.

Tacon, A.G.J., Nates, S.F., McNeil, R.J., 2005. Feeding strategies vary for shrimp producers. *Global Aquaculture Advocate*, 8(2): pp.79-81.

Velasco, M., Lawrence, A.L., Castille, E F.L., 1999. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture*, Amsterdam, 179: pp. 141-148.

Weisberg, S., 1985. Applied linear regression. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 324 p.

Tabela 1 - Composição centesimal das rações comerciais utilizadas no cultivo do *Litopenaeus vannamei*

Níveis de Garantia	Ração	
	Extrusada	Peletizada
Umidade (max.)	13,00%	13,00%
Proteína Bruta (min.)	35,00%	35,00%
Extrato Etéreo (min.)	7,50%	8,00%
Fibra (max.)	5,00%	6,00%
Cinzas (max.)	13,00%	13,00%
Cálcio (max.)	3,00%	3,00%
Fósforo (min.)	1,45%	0,70%
Vitamina A (U.I.)	4.000	3.800
Vitamina D3 (U.I.)	2.000	1.900
Vitamina E (U.I.)	150	140
Vitamina C (mg)	130	130

Tabela 2 - Variáveis respostas e variáveis de manejo relacionadas ao cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*

Variáveis respostas	Variáveis de manejo
Crescimento semanal (Cms)	Tempo de cultivo (TC)
Produtividade (Prdt)	Densidade de estocagem (DE)
Taxa de sobrevivência (TS)	Área do viveiro (AV)
Fator de Conversão Alimentar (FCA)	Povoamento Direto (PD)
Produção (Prd)	Povoamento Indireto (PI)
Quantidade de ração (QR)	Ração Peletizada (RP)
Peso final (Pmf)	Ração Extrusada (RE)
	Mês de povoamento (MP <sub>ii</sub> )
	Ano de povoamento (AP <sub>ii</sub> )

Tabela 3. Sumário descritivo dos dados de cultivo do *Litopenaeus vannamei* em fazendas comerciais.

Variável	Ração extrusada			Ração Peletizada		
	Mínimo	Máximo	Média ± ε	Mínimo	Máximo	Média ± ε
Área do viveiro (ha.)	0,80	6,50	2,94 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,00	6,50	3,19 ± 0,08 <sup>b</sup>
Densidade de estocagem (camarões.m <sup>-2</sup> )	15,00	62,67	29,69 ± 0,71 <sup>a</sup>	15,00	62,91	33,26 ± 0,76 <sup>b</sup>
Quantidade de ração ofertada (Kg)	1.050,00	31.822,00	9.338,79 ± 412,59 <sup>a</sup>	2.950,00	31.485,00	11.940,32 ± 593,57 <sup>b</sup>
Produção (Kg)	971,00	16.981,98	5.894,20 ± 206,56 <sup>a</sup>	1.987,00	14.159,00	6.727,68 ± 253,00 <sup>b</sup>
Produtividade (Kg.ha <sup>-1</sup> .ciclo <sup>-1</sup> )	624,19	4.978,00	2.038,38 ± 56,43 <sup>a</sup>	877,17	4.689,00	2.142,98 ± 72,88 <sup>a</sup>
Taxa de sobrevivência (%)	25,10	97,69	62,38 ± 0,97 <sup>a</sup>	26,96	97,27	61,81 ± 1,33 <sup>a</sup>
Tempo de cultivo (dias)	62,00	178,00	112,09 ± 1,71 <sup>a</sup>	65,00	178,00	110,64 ± 2,96 <sup>a</sup>
Peso final (g)	6,01	19,71	11,49 ± 0,20 <sup>a</sup>	6,04	16,60	10,73 ± 0,24 <sup>b</sup>
Fator de conversão alimentar	0,40	2,80	1,50 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,87	2,89	1,74 ± 0,04 <sup>b</sup>
Crescimento semanal (g.sem <sup>-1</sup> )	0,44	1,40	0,73 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,47	0,93	0,69 ± 0,01 <sup>b</sup>

Comparação de médias utilizando-se o teste "z", onde letras diferentes representam diferenças significativa entre as médias (P > 0,05); ε = Desvio Padrão

Tabela 4 - Equações relevantes à produção do *Litopenaeus vannamei*, em função das variáveis de manejo

Equações	$\lambda$	$r^2$	F
QR = (2057,1593 - 258,721PI - 729,7043AV + 450,7360AP <sub>5</sub> - 43,7411DE - 17,0747TC - 388,9708MP <sub>9</sub> - 23,4651RP*DE + 9,8160RP*TC + 20,5539AV*DE + 6,9496AV*TC + 0,4694DE*TC) <sup>1,1764</sup>	0,85	84,49%	2762183,19
Prd = (18,5509 - 0,9373PI - 1,5532AP <sub>4</sub> - 2,2149AP <sub>6</sub> - 3,4163AP <sub>7</sub> - 0,0453TC - 0,6847MP <sub>3</sub> - 1,2882MP <sub>4</sub> + 2,1546MP <sub>6</sub> - 0,7374MP <sub>9</sub> - 0,4294RP*AV + 0,0180RP*TC + 0,0307AV*DE + 0,0132AV*TC + 0,0006DE*TC) <sup>2,8571</sup>	0,35	82,19%	120,97
Prdt = (22,6179 - 3,8233AP <sub>6</sub> - 5,8134AP <sub>7</sub> + 0,1826DE - 0,0881RP*DE + 0,0316RP*TC + 0,0013DE*TC) <sup>2,2222</sup>	0,45	74,49%	182,48
FCA = (0,2796 + 0,1439AP <sub>5</sub> + 0,1328AP <sub>6</sub> + 0,0083DE + 0,0060TC + 0,1014MP <sub>2</sub> + 0,1703MP <sub>3</sub> + 0,1156MP <sub>4</sub> - 0,1918MP <sub>6</sub> - 0,0724MP <sub>9</sub> - 0,0581MP <sub>12</sub> + 0,0533RP*AV - 0,0093RP*DE + 0,0019RP*TC) <sup>1,4285</sup>	0,70	65,92%	54,76
TS = (79,2776 - 2,1903PI - 11,5068AP <sub>4</sub> - 9,9359AP <sub>5</sub> - 14,1966AP <sub>6</sub> - 19,5368AP <sub>7</sub> - 0,1973TC - 3,6479MP <sub>2</sub> - 3,2250MP <sub>3</sub> + 14,4678MP <sub>6</sub> + 4,5358MP <sub>11</sub> - 0,3349RP*DE + 0,1124RP*TC - 0,0229AV*DE) <sup>1,1111</sup>	0,90	26,08%	9,9895

Em que: QR - Quantidade de Ração; Prd - Produção; Prdt - Produtividade; FCA - Fator Conversão Alimentar; TS - Taxa de Sobrevivência; PI - Povoamento Indireto; AV - Área do Viveiro; AP - Ano do Povoamento; DE - Densidade de estocagem; MP - Mês do Povoamento; TC - Tempo de Cultivo; RP - Ração Peletizada;  $\lambda$  - Fator de Transformação;  $r^2$  - Coeficiente de correlação e F - Estatística de Snedecor.

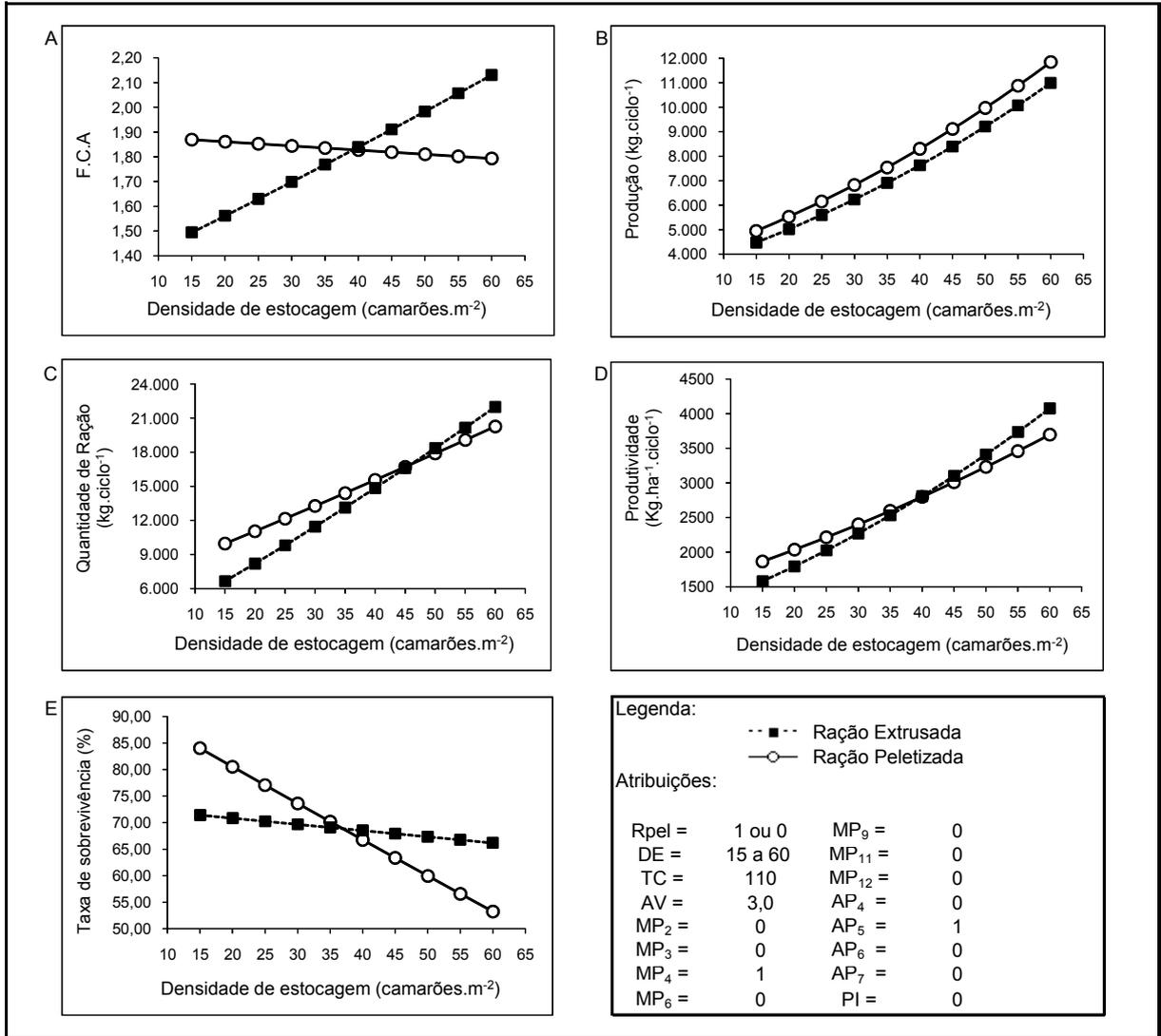


Figura 1 - Variáveis respostas em função da variável de manejo densidade de estocagem (DE) do *Litopenaeus vannamei* (A) Fator de Conversão Alimentar; (B) Produção; (C) Quantidade de ração; (D) Produtividade; (E) Taxa de sobrevivência

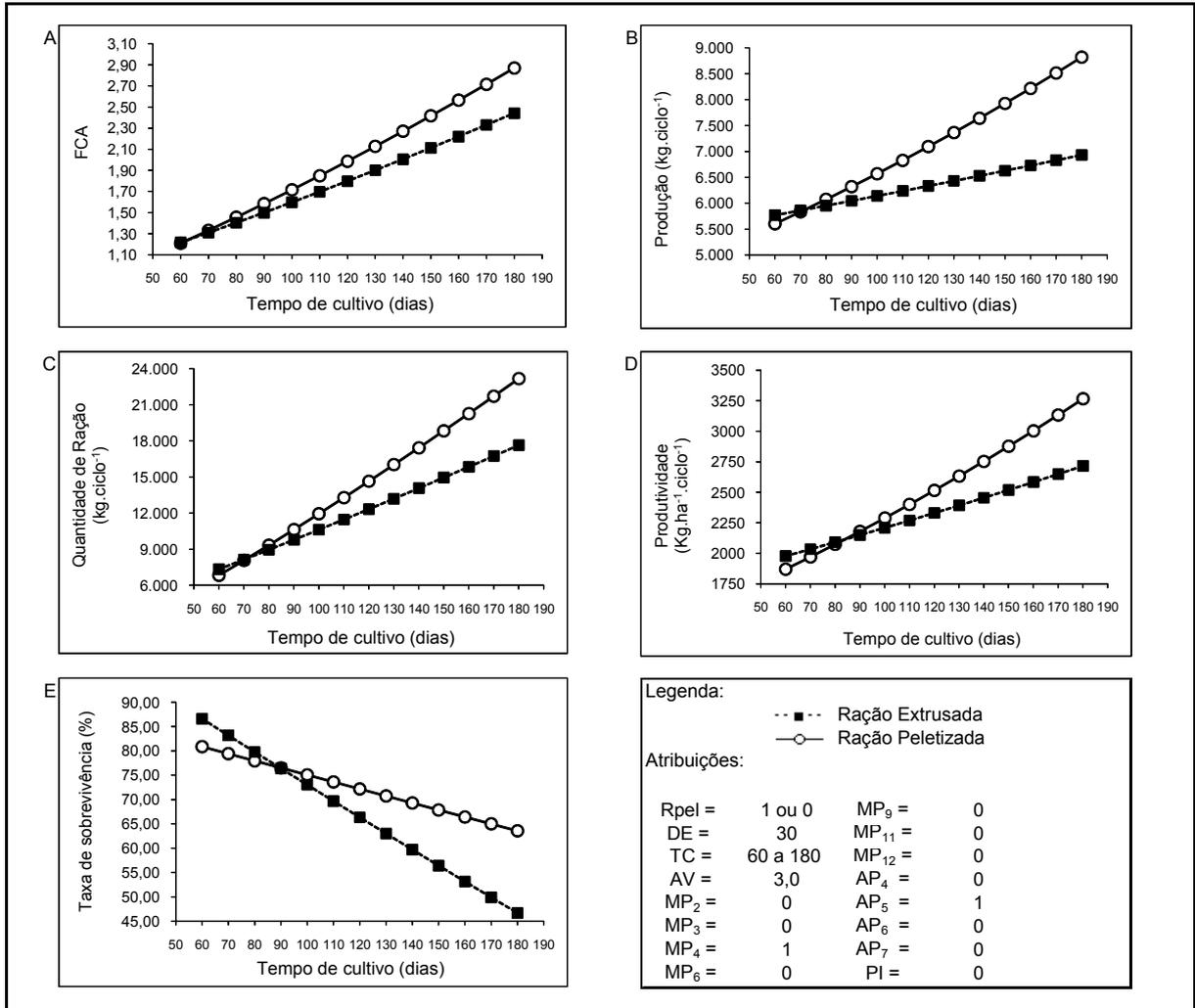


Figura 2 - Variáveis respostas em função da variável de manejo tempo de cultivo (TC) do *Litopenaeus vannamei*  
 (A) Fator de Conversão Alimentar; (B) Produção; (C) Quantidade de ração; (D) Produtividade; (E) Taxa de sobrevivência

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Sugere-se que os resultados apresentados nesse trabalho sejam avaliados conjuntamente com os preços das rações, para que se possa avaliar os custos e benefícios das rações.

Quanto a metodologia utilizada no trabalho, ela pode ser aplicada a várias outras respostas que se queira obter, para avaliação dos benefícios que insumos de diferentes fornecedores possa trazer ao cultivo do camarão.

A utilização dessa metodologia como ferramenta de planejamento em fazendas comerciais pode gerar uma melhor otimização das áreas de cultivo, melhorando a rentabilidade dos produtores.

Deve-se utilizar a metodologia desse trabalho para avaliar as rações com outros percentuais de proteína bruta, com diferentes densidades de estocagem, como também em condições climáticas diferentes.

## 5. REFERÊNCIAS

ABCC (Associação Brasileira de Criadores de Camarão). Evolução do Desempenho da Carcinicultura Brasileira (1998 – 2007\*). Disponível em: <<http://www.abccam.com.br/estat24.htm>>. Acesso em: 25 agosto 2008.

ABU-ADIYA S.,1992. The effects and suitability of three binders (sodium alginate, chitosan and wheat gluten) for *Macrobrachium rosenbergii* post-larval diets: a physical and biological assessment. MS Thesis, University of Stirling, Stirling, Scotland.

AMAYA, E.A.; DAVIS, D.A. & ROUSE, D.B., 2006. Plant proteins effectively replace fishmeal in shrimp feed trial. *Global Aquaculture Advocate*. November/December, p 50-51.

AMAYA, E.A., DAVIS, D.A. & ROUSE, D.B. (2007) Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Aquaculture*, 262, 393-401.

AMAYA, E.A.; DAVIS, D.A. & ROUSE, D.B., 2007. Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 262, pp. 419-425.

AKIYAMA, D.M.; COELHO, S.R.; LAWRENCE, A.L. and ROBINSON, E.H., 1989. Apparent digestibility of feedstuffs by the marine shrimp *Penaeus vannamei* Boone. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55, pp. 91–98.

ANDREWS, J. W., SICK, L.V.; BAPTIST, G.J., 1972. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp. *Aquaculture* 1, pp. 341-347.

BALAZS G.H., ROSS E. & BROOKS C.C.,1973. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. *Aquaculture* 2 , 369–377

BARBIERI, JR. C.; OSTRENSKY, A.N. *Camarões marinho – engorda*. Viçosa – MG: Editora Aprenda Fácil, 2002. v.2. 370 p.

BARROSO, M.V.; CASTRO, J.C.; AOKY, P.C.M.; HELMER, J.L. 2002. Valor nutritivo de alguns ingredientes para o robalo (*Centropomus parallelus*). *Rev. Bras. Zootec.*, 31(6): pp. 2157-2164.

BEZERRA, A.M.; SILVA, J.A.A.; MENDES P.P, Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 2007,v.42, n.3, 385-391 p.

BONINI. E.E.; BONINI, S.E. *Estatística teoria e exercícios*. São Paulo: L.P.M, 1972. p.100.

BORTONE, E. Interacción de ingredientes y procesos en la producción de alimentos hidroestables para camarones. In: CRUZ-SUÁREZ, L. E.; RICQUE-MARIE, D.; TAPIA-SALAZAR, M.; GAXIOLA-CORTÉS, M. G.; SIMOES, N. *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias Del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. p. 407-437.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. Journal of the Royal Statistical Society, London, 1964,B-26, 211-243 p.

CARVER, L.A., AKIYAMA, D.M., DOMINY, W.G., 1989. Processing of wet shrimp heads and squid viscera with soy meal by a dry extrusion process. American Soybean Association Technical Bulletin. 3, 777 Craig Road, St. Louis, MO, USA. AQ16, 89-4.

CASUSO, R. L. Cálculo de probabilidade e inferência estatística com tópico de economia. 3ª ed. Venezuela: Ucab, 1996. p. 591.

CHAMBERLAIN, G. *Re-emergence of extruded shrimp feed*. Aqua Feeds: Formulation & Beyond, 2004, Volume 1, Issue 2, 18-20 p.

CHEN, H.Y, ZEIN-ELDIN, Z.P.; ALDRICH, D.V. Combined effects of shrimp size and dietary protein source on the growth of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei*. *J. World Maricult. Soc.* 16 (1985), pp. 288–296.

CHEN H.Y. & JENN J.S. Increased pellet water stability by the supplementation of phospholipid and its effects on shrimp growth. *Asian Fisheries Science* 5, 1992, 211–217.

CORDEIRO, G. M.; NETO, E. A. L. Modelos paramétricos. Recife: Associação Brasileira de Estatística, 2004, 246 p.

COUTTEAU, P., Filling the nutritional gaps in shrimp feed formulation. *International.Aquafeed*, 2004, Issue 4, 18-27 p.

CUZON G., HEW M., COGNIE D.; SOLETSCHNIK P., 1982. Time lag effect of feeding on growth of juvenile shrimp, *Penaeus japonicus* (Bate). *Aquaculture* 29 , 33–44.

CUZON, G.; A. LAWRENCE; G. GAXIOLA; C. ROSAS & J. GUILLAUME. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 2004, 235: 513-551p.

DAS S.K., MANISSERY J.K.; VARGHESE T.J. Water stability of newly formulated pelleted feeds . *Fishery Technology*, 1994,31, 22–24.

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

DOMINY, W.G.; H. AKO. The utilization of blood meal as a protein ingredient in the diet of the marine shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 1988, 70:289-298.

DOMINY W.G.; LIM C. Performance of binders in pelleted shrimp diets . In: Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop (ed. by D.M. Akiyama & R.K.H. Tan), pp. 149–156. American Soybean Association, Singapore,1991.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. Applied regression analysis. 2. ed. New York: John Wiley, 1981, 709 p.

FAO Food and Agriculture Organization Síntesis regional del desarrollo de la acuicultura. 1 América Latina y el Caribe – 2005, 1 p.

FAO Food and Agriculture Organization State of world aquaculture: 2006. 2. Production: environments, species, quantities and values, 7 p.

FAO Food and Agriculture Organisation. Aquacult-PC: fishery information, data and statistics (FIDI), time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities). Programa computacional. Rome, 2008.

FEGAN, D., 2005. Focus on cost efficiency maximizes profits. Global Aquaculture Advocate. April, 2005, p 66-68.

GU W. Y., ZHU X. S., BEHNKE K. C.; POSNER E. S., 1990. Evaluation of wheat and its milling fractions for water stability enhancement in pelleted shrimp feeds. Contribution No 90-112-J, Kansas Agricultural Experiment Station, Kansas State University, Manhattan, KS, USA.

HEINEN J.M., 1981. Evaluation of some binding agents for crustacean diets. Progressive Fish Culturist 43, 142-145.

LAWRENCE, A.L and LEE, P.G., Research in the Americas. In: L.R. D'Abramo, D.E. Conklin and D.M. Akiyama, Editors, *Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture* vol. 6, World Aquacult. Soc, Baton Rouge, LA (1997), pp. 566-587.

LEMOS, D., Testing quality of feeds and ingredients: in vitro determination of protein digestibility with enzymes from the target species. International Aqua Feed, 2003, v. 6, n. 3, 40-42 p.

MENDES, P. P.; MENDES, E. S.; BEZERRA, A. M., 2006. Análise estatística dos parâmetros aquícolas, com fins a otimização da produção. 43º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais dos Simpósios, Suplemento Especial da Revista Brasileira de Zootecnia. Vol. 35, p 886-903.

MEYERS S .P., BUTLER D. P.; HASTINGS W. H., 1972. Alginates as binders for crustacean rations. Progressive Fish Culturist 34, 9-12.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. Introduction to linear regression analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1982, 504 p.

MURAI T., SUMALANGCAY A.; PASCUAL F.P., 1981. The water stability of shrimp diets with various polysaccharides as a binding agent. SEAFDEC Aquaculture Department Quarterly Research Report 2, 18-20.

NUNES, A. J. P. et al. Carcinicultura ameaçada: produtores sofrem com as mortalidades decorrentes do Vírus da Mionecrose Infecciosa (IMNV). Panorama da Aqüicultura, 2004, 14 (83): 37-51p.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; OLIVEIRA G. G.; LIMA, R. C.; MIRANDA, P. T. C.; MADRID, R. M. Princípios para Boas Práticas de Manejo (BPM) na Engorda do Camarão

Marinho no Estado do Ceará. Instituto de Ciências do Mar, 2005. LABOMAR – UFC – Universidade Federal do Ceará , 74p.

NUNES, A. J. P. *Aqua feeds in Brazil*. Aqua Feeds: Formulation & Beyond, 2006, Volume 3, Issue 2-3, 18-19p

OBALDO, L. G., DOMINY, W. G.; RYU, G. H., 1999. Growth, survival, and diet utilization of Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, fed dry-extruded diets with different levels of shear and moisture. *Journal of Applied Aquaculture* 9(1): 47-57.

ROMERO-ALVAREZ M.D.R. (1995) Efecto de la temperatura, salinidad y tiempo de inmersión sobre la estabilidad de tres alimentos peletizados para camarón. MS Thesis. *Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, Mexico*.

ROKEY, G. J. *Modern extrusion systems for shrimp feed production*. Aqua Feeds: Formulation & Beyond, Volume 1, Issue 2, 21-24 p, 2004.

RYU, G. H.; WALKER, C. E., 1995. The effects of extrusion conditions on the physical properties of wheat flour. *Starch/Stärke* 47, 33-36

SHIAU, S. Y.; PENG, C. Y. Utilization of different carbohydrates at different dietary protein levels in grass prawn, *Penaeus monodon*, reared in seawater. *Aquaculture* 101 (1992), pp. 241–250.

SILVA, A. H. G. Avaliação Estatística das variáveis do cultivo *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em Água Doce. Dissertação (Mestrado Recursos Pesqueiro e Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

SMITH, D. M.; M. A. BURFORD; S. J. TABRETT; S. J. IRVIN; L. WARD. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, Amsterdam, 2002, 207: 125-136 p.

SPIEGEL, M. R. Probabilidade e estatística. Tradução, revisão e adaptação de Carlos Augusto Crusius. 2ª ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985. p. 454.

STEVENSON, W. J. Estatística aplicada a administração. São Paulo: HARBRA, 2001. 390 p.

STIGLER, S. M. The history of statistics. Cambridge : Havard University Press, 1986. p. 410.

SOUSA, J. P.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S.; MADRID, R. M. M., *Produção de Camarão Marinho em Cativeiro: uma análise de eficiência técnica, alocativa e de custos*, Revista de Economia Aplicada, 2005, v. 9, n. 2, 205-224p., ISSN: 1413-8050, Impresso.

SUDARYONO, A. E.; TSVETNENKO, J., HUTABARAT; SUPRIHARYONO; EVANS, L.H. (1999) Lupin ingredients in shrimp (*Penaeus monodon*) diets: influence of lupin species and types of meals. *Aquaculture*, 171, 121–133.

TACON, A. G. J.; CODY, J. J.; CONQUEST, L. D.; DIVAKARAN, S.; FORSTER, I. P.; DECAMP, O. E. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific

White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition*, Oxford, 2002, 8: 121-137p.

TACON, A. G. J.; DOMINY, W. G.; I. P. FORSTER. *Trial finds extruded feeds superior to steamed pellets*. *Global Aquaculture Advocate* 2003 6(1):44-45p.

TACON, A. G. J.; NATES, S. F.; R. J. McNEIL. *Feeding strategies vary for shrimp producers*. *Global Aquaculture Advocate*, 2005, 8(2): 79-81 p.

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

VIANNA, M. T. *Análise de Regressão Múltipla: Fundamentação de Novos Parâmetros Referenciais de Pressão Arterial de Indivíduos da Região Metropolitana de Olinda – PE*. 2003. 14-36p. Dissertação (Mestrado em Biometria) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

WEISBERG, S. *Applied linear regression*. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. 324 p.

WONNACOTT, T. H; WONNACOTT, R.R. *Introdução à estatística* trad. Alfredo Alves Farias Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos, 1980. p. 589.