

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

DIOGO BESSA NEVES SPANGHERO

UTILIZAÇÃO DE MODELOS ESTATÍSTICOS PARA COMPARAR DADOS DE
PRODUÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) CULTIVADOS EM
ÁGUA DOCE E SALGADA

Recife, PE
Fevereiro, 2008

SPANGHERO, D. B. N. Utilização de modelos estatísticos para comparar dados...

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

DIOGO BESSA NEVES SPANGHERO

UTILIZAÇÃO DE MODELOS ESTATÍSTICOS PARA COMPARAR DADOS DE
PRODUÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) CULTIVADOS EM
ÁGUA DOCE E SALGADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes

Recife, PE
Fevereiro, 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

S735u Spanghero, Diogo Bessa Neves
Utilização de modelos estatísticos para comparar dados de produção do camarão *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) cultivados em água doce e salgada / Diogo Bessa Neves Spanghero. -- 2008.
47 f. : il.

Orientador : Paulo de Paula Mendes
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura.
Inclui bibliografia.

CDD 639.543

1. *Litopenaeus vannamei*
 2. Produção
 3. Stepwise
 4. Anova
 5. Modelos
- I. Mendes, Paulo de Paula
 - II. Título

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

UTILIZAÇÃO DE MODELOS ESTATÍSTICOS PARA COMPARAR DADOS DE
PRODUÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) CULTIVADOS EM
ÁGUA DOCE E SALGADA

Por: Diogo Bessa Neves Spanghero

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura** e aprovada em 21/02/2008 pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, em sua forma final.

Prof. Dr. Paulo Travassos
Coordenador do programa

BANCA EXAMINADORA

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

Dr^a. Roberta Borda Soares - Membro externo
Bolsista DCR/FACEPE – UFRPE

Prof. Dr. Paulo Travassos - Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Silvio Ricardo Maurano Peixoto – Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^ª. Dr^a. Emiko Shinozaki Mendes – Membro interno (Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

*À Maria José Bessa Neves (in Memoriam),
minha avó, que sempre nos apoio em nossas
decisões e, graças a ela, atingimos os
objetivos traçados.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), ao Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq) e ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura (PPG-RPAq), nas pessoas do Reitor, Diretor e Coordenador, respectivamente, pelos subsídios para a realização do curso.

Ao FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos, em especial ao RECARCINE, Rede de Carcinicultura do Nordeste pelo apoio, principalmente financeiro.

Ao professor Dr. Paulo de Paula Mendes, pela constante amizade e aos demais professores do programa (PPG-RPAq), e especialmente ao professor Dr. Paulo Eurico Ferreira Pires Travassos pelo apoio e oportunidades geradas.

Aos amigos do Laboratório de Carcinicultura (LACAR); Sâmia Régia, Iran Rodrigues, Yuri Vinicius, Dijaci Araujo, Cândida Juliana, Tayse Renara, Maurício Nogueira e Sthelio Braga, e do Laboratório de Ecologia Marinha (LEMAR); Henrique Pires, Bruno Cavalcante, Arthur Leitão, Ariana Guimarães, Aprígio, André Guimarães, Walter Oliveira, Paloma Carvalho, Humberto Hazin, Patrícia Pinheiro, Raul Garcia, Darlane Sá e Catarina Worr pelo apoio e dedicação.

Aos funcionários do Departamento de Pesca e Aqüicultura, em especial à Telma Pascoal, Selma Santiago e Eliane, pela presteza e atenção.

Aos amigos e colegas de Turma; Allan Inácio, Ana Cecília, Beatriz Regina, Danielle de Lima, Danielli Matias, Dráusio Pinheiro, Fernando Kim, Irã Menezes, Isabela Maria, José Carlos, Juliana Ferreira, Miguel Arcaño, Mônica Maria, Renata Triane, Sâmia Régia, Sandra Cristina, Ugo Lima, Verônica da Silva, Wanessa de Melo e Kátia Santos, pelo apoio e dedicação.

A minha família pelo constante apoio, e em especial a minha esposa, Emília Carolina Alencar de Medeiros, pela eterna paciência e grande ajuda na elaboração deste trabalho.

E a todas as pessoas e amigos, que de alguma forma me ajudaram, especialmente a Fabiana Penalva pela sua presteza.

RESUMO

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* pode ser cultivado em águas de diferentes salinidades, pois toleram uma ampla faixa de salinidades (0,5-60). Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho comparar os dados de produção, desse crustáceo, quando cultivados em água doce ou em água salgada, utilizando-se modelos matemáticos. Os modelos, para relacionar as variáveis de manejo e as de produção, foram formulados com base em um banco de dados com 278 cultivos. Para estimar os parâmetros dos modelos, utilizou-se a técnica dos mínimos quadrados. A seleção das variáveis foi realizada com o processo de "Stepwise" associado à transformação de Box e Cox. A adequação das equações e os pressupostos de normalidade, para os erros, foram analisados com base na análise de variância, na estatística de Durbin-Watson, na análise de resíduo e teste de normalidade. Em todas as equações formuladas a variável de manejo, cultivo em água salgada (CAS) foi selecionada, evidenciando diferença significativa ($p < 0,05$) entre esses sistemas de cultivo.

Palavras-chaves: *Litopenaeus, vannamei*, produção, ANOVA, Stepwise, modelos.

ABSTRACT

The marine shrimp *Litopenaeus vannamei* can be cultured in waters of different salinities, therefore they tolerate an ample band of salinities (0,5-60). Of this form, the objective of this present work was to compare the production data, of this crustacean, when cultured in freshwater or salty water, using mathematical models. The models, to relate the variables of management and of production, had been formulated on the basis of a data base with 278 cultures. To estimate the models parameters, it was used technique of the squared minimums. The variable selection was carried through the process of "Stepwise" associated to the Box and Cox's transformation. The adequacy of the equations and the normality estimated, for the errors, had been analyzed on the basis of the variance analysis, in the Durbin-Watson statistics, on the residue analysis and normality test. In all the formulated equations the management variables, culture in salty water (CAS) was selected, evidencing significant difference ($p < 0,05$) between these culture systems

Keywords: *Litopenaeus, vannamei*, production, ANOVA, Stepwise, models

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. ANOVA para regressão.....	17
-------------------------------------	----

ARTIGO

Tabela 1. Sumário estatístico do banco de dados do <i>L. vannamei</i> quando cultivados em água oligohalina e salgada.	27
Tabela 2. Modelos estatísticos de produção do camarão marinho <i>L. vannamei</i> cultivados em água oligohalina e salgada	28
Figura 1. Relações entre, produtividade e área do viveiro (I), fator de conversão alimentar e o número de ciclos (I), produção e densidade de estocagem (III), sobrevivência e número de ciclos (IV), em cultivos do camarão marinho <i>L. vannamei</i> em água oligohalina e salgada.....	30
Figura 2. Relações entre, fator de crescimento semanal e mês do povoamento (I), peso médio e densidade de estocagem (II), quantidade de ração ofertada e densidade de estocagem (III), em cultivos do camarão marinho <i>L. vannamei</i> em água oligohalina e salgada.	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Desenvolvimento da carcinicultura.....	10
2.2 Viveiro Berçário.....	11
2.3 Viveiro de engorda.....	12
2.4 Cultivo em água doce.....	14
2.5 Estatística.....	15
3. ARTIGO A SER SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO.....	21
3.1 Utilização de modelos estatísticos na comparação de cultivos do camarão	
<i>Litopenaeus vannamei</i> (Bonne, 1931) em água oligohalina e salgada.....	21
INTRODUÇÃO.....	23
MATERIAL E MÉTODOS.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÃO.....	32
AGRADECIMENTOS.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
REFERÊNCIAS.....	37
ANEXO.....	43

1. INTRODUÇÃO

A aqüicultura é uma importante atividade econômica, executada em vários países, e tem se destacado por contribuir com a redução dos níveis de pobreza, geração de empregos, desenvolvimento das comunidades e redução da superexploração de recursos naturais. A produção de organismos marinhos, na região nordeste do Brasil, é representada predominantemente pelos camarões marinhos, principalmente a espécie *Litopenaeus vannamei* (Rocha, 2004).

Nos diversos segmentos da aqüicultura brasileira, a carcinicultura é o agronegócio que tem apresentado maior taxa de crescimento. De 1998 a 2003 a atividade teve um crescimento de mais de 1.200%. No ano de 2004, foram produzidos 75.904t de camarão e em 2005 a produção reduziu para 63.134t. O cultivo de camarões, em especial o *L. vannamei*, é cada vez mais difundido. Atualmente é a espécie mais cultivada em todo o mundo (FAO, 2007). Associado a essa potencialidade, pode ser cultivado em águas de diferentes salinidades (Boyd & Thunjai 2003), pois toleram uma ampla faixa de salinidades (0,5-60) (Atwood et al. 2003; Saoud et al., 2003). O *L. vannamei* já foi produzido experimentalmente em águas interiores, de baixa, salinidade no Alabama, Arizona, Flórida, Índia e Texas (Gong et al., 2004). Esse método de cultivo cresceu consideravelmente nos últimos anos, induzindo muitos países asiáticos a consolidar e ampliar a interiorização dessa atividade. Atualmente, 30% dos cultivos comerciais na Tailândia são produzidos em água de baixa salinidade. No México, a produção *L. vannamei* em baixa salinidade tem sido animadora (Flores et al.,

2007). O mesmo tem ocorrido no hemisfério ocidental, principalmente no Equador, México, Brasil, Panamá e Estados Unidos (Peregrino et al., 2005).

Apesar do aumento na utilização de áreas interiores, para o cultivo do *L. vannamei* em baixa salinidade, existem poucas informações sobre os dados zootécnicos, de produção e produtividade dessa espécie, quando cultivadas em água doce e/ou salgada. No entanto, de acordo com o último senso realizado pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão, realizado no ano de 2004, no Brasil existem 16.598 hectares de fazendas quem cultivam o *L. vannamei*. Desse total não se sabe, com exatidão, qual a área utilizada para o cultivo em água doce. Ressalta-se, que muitas fazendas que utilizam água salgada, no inverno operam totalmente em água doce.

Entre as técnicas de cultivo utilizadas para obtenção comercial do camarão *L. vannamei*, destacasse as fases de larvicultura, berçário e engorda propriamente dita. Em todas essas fases, recentemente, tem sido utilizadas técnicas estatísticas para a análise de dados, com destaque, a regressão linear múltipla (Mendes et al., 2006; Bezerra et al., 2007). A modelagem matemática, a partir de regressões múltiplas, pode ser uma importante ferramenta para correlação dos dados de produção. Os modelos de previsões gerados por essa técnica são fundamentais para correlacionar as variáveis de manejo e produção, identificar as que interferem significativamente nos resultados e, com base nas informações, maximizar a produção, produtividade e conseqüentemente a liquidez do agronegócio. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho comparar os dados de produção do *L. vannamei* quando cultivados em água doce ou em água salgada utilizando modelos matemáticos, a partir de regressões lineares múltiplas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Desenvolvimento da carcinicultura

O cultivo do camarão teve sua origem histórica no Sudoeste da Ásia, onde pescadores artesanais construía diques de terra nas zonas costeiras para o aprisionamento de pós-larvas selvagens e o seu posterior crescimento nas condições naturais prevalentes. Em alguns países, como Taiwan, Filipinas e Indonésia, o camarão era cultivado como subproduto da criação de peixes (MAPA/SARC/DPA, CNPq, ABCC, 2001).

Os elevados custos e a baixa tecnologia inviabilizavam a atividade e, apenas no ano de 1975, o cultivo de camarão marinho atingiu nível de rentabilidade capaz de atrair a atenção de investidores (Dote Sá, 2003). Com isso, houve uma rápida expansão da carcinicultura, que se propagou principalmente pelos “países em desenvolvimento” das regiões tropicais e subtropicais do planeta, por possuírem condições ambientais propícias à atividade, impulsionando o seu desenvolvimento em escala industrial.

De uma forma geral, os métodos de produção mundial do camarão marinho evoluíram fundamentados em três estratégias da produção. A primeira, na década de 1980 a produção foi baseada na utilização de viveiros com grandes áreas e baixa densidade de estocagem. Subseqüentemente, as estratégias incorporaram melhores tecnologias, entre elas destacam-se as fertilizações, uso de bandejas alimentar, e aumento das densidades de estocagem (Wasielesky, 2006). Finalmente, na década 1990, houve um aumento ainda maior nas densidades de estocagem e cultivos com menores taxas de troca d'água (Browdy et al., 2001).

A produção de pós-larvas, derivada de laboratórios comerciais, além daquela extraída de águas costeiras, deu a contribuição definitiva para consolidar o novo agronegócio. O Equador tornou-se o principal país produtor do Ocidente. Nesta mesma época foram realizados os primeiros cultivos experimentais de camarões marinhos no Brasil, quando o Governo do Estado do Rio Grande do Norte criou o “Projeto Camarão”, em busca de uma atividade alternativa à tradicional extração de sal, que na época passava por uma séria crise. Nesse mesmo período, algumas pesquisas estavam sendo realizadas nas áreas de reprodução, larvicultura e engorda de camarão, no Estado de Santa Catarina, quando foram produzidas as

primeiras pós-larvas de camarão em laboratório da América Latina (MAPA/SARC/DPA, CNPq, ABCC, 2001).

O final da década de 80 e início da década de 90 caracterizou-se pelo avanço dos processos tecnológicos com tendência para cultivos mais intensivos. No início da década de 90 o Brasil produziu cerca de 2.000t ao ano. Obteve evolução significativa a partir de 1998 com 7.254t, atingindo sua maior produção em 2003 com 90.190t (FAO, 2007).

Atualmente, a produção brasileira de camarão marinho cultivado vem passando por uma crise, com a perda de parte da produção pela presença de enfermidades, queda no preço do camarão no mercado externo, baixa do dólar, dificuldade em alcançar índices zootécnicos satisfatórios em função do esgotamento ambiental, além de uma série de conflitos com ambientalistas e comunidades tradicionais (Guimarães, 2005). Uma demonstração clara de que a carcinicultura brasileira está em uma fase difícil é que, de acordo com FAO, pela primeira vez em muitos anos a produção de camarão cultivado do Brasil apresentou uma queda em relação ao ano anterior (2004 em relação a 2003 e 2005 em relação a 2004). Como reflexo desta crise, alguns empreendimentos de carcinicultura faliram e outros mudaram de atividade. Inseridos neste contexto, estão pequenos, médios e grandes produtores.

2.2. Viveiro Berçário

Com o desenvolvimento da indústria de cultivo de camarão, um dos grandes problemas enfrentados pelos produtores era a dificuldade de prever a sobrevivência das pós-larvas estocadas diretamente no viveiro de engorda. Com a evolução do conceito de produção, se criou o sistema bifásico. Dentro desta nova idéia, os camarões eram submetidos a uma etapa adicional de cultivo conduzida em um ambiente independente do de engorda. Uma fase intermediária entre a larvicultura e a engorda, chamada berçário (Nunes, 2002). Segundo o mesmo autor este é o sistema mais utilizado no Brasil.

Nesta fase as pós-larvas são aclimatadas e estocadas utilizando densidades de 20 a 30 indivíduos/l, por um período de até 20 dias precedendo o povoamento em viveiros de engorda (Nunes, 2001). Os benefícios associados à utilização de berçários incluem uma estimativa mais exata da densidade de estocagem, uniformidade no tamanho dos camarões

nas pescas e um melhor aproveitamento da área de produção (Samocha et al., 2000). Além disso, os juvenis maiores são mais tolerantes às mudanças ambientais, mais resistentes a potenciais patógenos e minimizados de possíveis predações, podendo também começar a engorda com juvenis ou pós-larva em um estágio mais avançado de desenvolvimento (Rodriguez et al., 1993; Nunes, 2002).

2.3. Viveiro de engorda

O sistema intensivo de cultivo de camarão marinho é amplamente praticado em todo o mundo devido à baixa utilização de terra e a alta produção, comparado com os sistemas extensivo e semi-intensivo (Muangkeow et al., 2007). A intensificação da produção facilita a deterioração do ambiente de cultivo. Em sistemas intensivos a degradação do solo é mais significativa, ocasionando circunstâncias menos apropriadas para o crescimento e a saúde do camarão (Delgado et al., 2003).

As condições do fundo do viveiro são de grande importância para o sucesso do sistema de produção. O controle das reações que ocorrem neste ambiente é possível com o uso de diversos meios. Alguns produtos químicos e outras substâncias são usados em aditivos nos viveiros de aquicultura melhorando a qualidade do solo, da água e controlando problemas biológicos (Avnimelech e Ritvo, 2003). Os fertilizantes são aplicados nos viveiros, aumentando as concentrações dos nutrientes estimulando o crescimento do fitoplâncton, e realçando finalmente, a produção dos crustáceos. Os fertilizantes inorgânicos mais comuns são compostos do nitrogênio e de fósforo, mas o potássio e o silicato podem estar contidos em alguns fertilizantes. Os fertilizantes podem ser aplicados como compostos individuais, ou podem ser misturados para fornecer um fertilizante que contenha dois ou mais compostos (Boyd e Massaut, 1999).

Um método muito comum de melhorar as condições do fundo do viveiro é o tratamento do solo após as pescas, expondo o solo drenado ao ar, por aproximadamente 2 semanas (Hussenot et al., 1998; Peterson e Daniels, 1992). Com esse processo obtem-se a oxidação da matéria orgânica, acelerando sua decomposição. Diab e Shilo (1986) encontraram que a população microbiana muda após a secagem. As taxas de Nitrificação que são baixas no solo inundado aumentam significativamente no solo drenado.

A má qualidade do solo é reconhecida como um fator que influencia a qualidade da água e da produção animal aquática (Munsiri et al., 1996). O melhoramento da qualidade do solo pode ser feito também por tratamentos químicos, tais como aplicação de nitrato. O nitrato não reage com a matéria orgânica em suspensão e por isso não é prejudicial aos camarões. Sua adição ao solo do viveiro, inibi a formação de sulfitos e metano (Jenneman et al., 1986).

As estratégias de alimentação também podem influenciar na qualidade do sedimento e, conseqüentemente na qualidade da água e saúde dos camarões (Burford e Williams, 2001). As taxas de alimentação elevadas, necessárias em sistemas intensivos, acumulam matéria orgânica no fundo do viveiro causando a deterioração da qualidade de água e solo (Boyd, 1998; Venero et al., 2007). As estratégias mais comum de alimentação é o uso de tabelas de alimentação que fornecem as quantidades de ração a ser ofertada, baseando-se na biomassa e na sobrevivência do camarão (Casillas-Hernández et al., 2007), e a utilização de bandejas alimentar (Amaral et al., 2003). Com relação a ultima, Viacava (1995) observou algumas vantagens como: monitoramento do consumo diário da alimentação, evitando desperdício e a subnutrição dos camarões de cultivos. Outro aspecto importante é a diminuição na degradação do meio ocasionado pelas sobras de ração. Casillas-Hernández et al. (2007) observou diferenças significativas no peso final e conversão alimentar, tendo melhores valores nos experimentos com bandejas de alimentação. O uso de bandejas é a melhor opção para manejos e ajustes nas quantidades de alimento fornecido ao camarão prevenindo-os de subnutrição (Jory, 2001).

Com a intensificação do sistema tornou-se obrigatório o uso de aeradores, de modo que propiciem a circulação da água, além de fornecer oxigênio ao sistema. Embora a oxigenação seja a função mais importante dos aeradores, o movimento da água é benéfico, pois, diminui a estratificação térmica e química. Com isso elimina as diferenças na coluna d'água, aumentando as concentrações de oxigênio dissolvido e as taxas de degradação da matéria orgânica e, diminuindo o acúmulo de compostos nitrogenado e homogeneizando os parâmetros de qualidade da água no ambiente de cultivo (Boyd, 1998; Nunues, 2002). Segundo Barbieri e Ostrensky (2002), taxas de oxigênio dissolvido (OD) inferiores a 3mg/L, podem causar danos à produção.

A qualidade da água na aquicultura é de suma importância para a produção de organismos aquáticos. A baixa qualidade do solo e da água nos viveiros pode estressar os camarões, causando perda de apetite, crescimento lento, maior susceptibilidade a doenças e parasitos e, conseqüentemente, aumentando a mortalidade (Boyd, 1997). A ligação entre doenças e qualidade de água parece está diretamente relacionada. Alguns autores citaram que as elevadas mortalidades dos camarões de cultivo, em alguns países, estão relacionadas à deterioração ambiental provocada pela intensificação do sistema de cultivo, o aumento no número das fazendas e ciclos da cultura (Páez-Osuna et al., 2003).

2.4 Cultivo em água doce

As fases pós-larvas e juvenis da espécie *Litopenaeus vannamei* são encontradas nos estuários, portanto se adaptam a uma ampla faixa de salinidade. Esta espécie tem a capacidade de se adaptar em diferentes salinidades como ocorre nos estuários, onde estão sujeitos às rápidas mudanças e requerem uma ativação rápida do mecanismo osmoregulador para sobreviver (Hurtado et al., 2007). Das espécies comerciais, atualmente cultivadas, o *L. vannamei* é a que melhor se adapta a baixas salinidades (McGraw et al., 2002).

O *L. vannamei* foi produzido experimentalmente em águas interiores de baixa salinidade no Alabama, Arizona, Flórida, Índia e Texas (Gong et al., 2004). Esse sistema de cultivo cresceu consideravelmente nos últimos anos. Muitos países asiáticos estão consolidando e ampliando a interiorização dessa atividade. Atualmente 30% dos cultivos comerciais na Tailândia são produzidos em água de baixa salinidade (Flores et al., 2007). O interesse nessa produção foi recentemente reforçado pela possibilidade de criação em zonas interiores, já que há escassez de áreas costeiras disponíveis para o cultivo na América do Norte (Wang e Chen, 2005). Da mesma forma, no México, a produção *L. vannamei* em baixa salinidade tem sido animadora (Flores et al., 2007). O mesmo tem ocorrido no hemisfério ocidental, principalmente no Equador, México, Brasil Panamá e Estados Unidos (Peregrino et al., 2005).

Em geral, a propriedade do camarão de tolerar as mudanças na salinidade é influenciada pela idade, pela espécie, e por fatores ambientais. Em cultivos comercial de

baixa salinidade, o principal fator que influencia a sobrevivência são os critérios de aclimatação. Experiências demonstram que o cultivo de camarão em água de baixa salinidade se obtém sobrevivências praticáveis, onde tais sobrevivências dependem da aclimatação as salinidades mais baixas (McGraw et al., 2002). A falta de combinação ideal de íons essenciais, tais como K^+ , Mg^{2+} (Davis et al., 2005) e Na^+ (Tantulo e Fotedara, 2007), demonstrou também limitar o crescimento e a sobrevivência do camarão cultivado em baixa salinidade. Alguns cultivos foram bem sucedidos com o aumento dos níveis de K^+ e Mg^{2+} em águas de baixa salinidade, observando aumento de produção (McNevin et al., 2004).

2.5 Estatística

O uso de métodos estatísticos, especialmente nas ciências sociais e biológicas, aumentou consideravelmente nas últimas décadas. Tais métodos mostraram-se também muito úteis nos vários ramos das ciências físicas e da engenharia (Hoel, 1975).

O estudo de regressão aplica-se àquelas situações em que há razões para supor uma relação de causa e efeito entre duas variáveis quantitativas, como uma variável varia em função da outra, e se deseja expressar matematicamente essa relação. Geralmente, chama-se a variável dependente (ou variável resposta) de Y e a independente (fator, variável explicativa ou variável preditiva) de X (Vieira, 2004; Callegari-Jacques, 2005). Entre as técnicas mais utilizadas destacam-se as aplicações das regressões lineares, não-lineares e múltiplas para correlacionar os parâmetros das respostas do cultivo (peso, comprimento, taxa de sobrevivência, biomassa, fator de conversão alimentar, etc) com as variáveis envolvidas no manejo e na qualidade físico-química da água dos viveiros (Mendes et al., 2006).

A regressão linear simples tem essa designação porque a disposição dos pontos em um sistema cartesiano permite utilizar uma reta. Para sua representação existem apenas duas variáveis envolvidas no processo. Essa técnica é mais adequada quando se deseja estudar o compromisso de uma variável dependente Y (variável resposta) em relação à outra variável independente X (variável explicativa, que é responsável pela variabilidade da variável resposta) (Costa, 1998). Em um estudo de regressão, os valores da variável independente (X) geralmente são escolhidos, e para cada valor escolhido observa-se o valor de y correspondente (Callegari-Jacques, 2005).

Segundo Mendes (1999), ao se dispor de duas variáveis relacionáveis, em que “Y” é a dependente e “X” a independente, e ao se representar em uma reta no eixo cartesiano das ordenadas e abscissas, respectivamente, o modelo estatístico mais propício para exprimir estas duas variáveis é o seguinte:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i \quad (\text{Eq. 1})$$

em que Y_i : i-ésima observação de Y; β_0 e β_1 : parâmetros do modelo; X_i : i-ésima observação de X; e_i : erro associado a cada observação.

Para ajustar uma regressão linear simples aos dados é preciso obter os coeficientes linear e angular da reta, que respectivamente representam o ponto em que a reta corta o eixo das ordenadas e a inclinação da reta (Vieira, 2004). Segundo Silva e Silva (1999), para estimar os parâmetros de regressão linear simples, a estimativa de β_0 e β_1 , pode ser obtida com base na soma dos quadrados dos resíduos, ou seja:

$$\sum_{i=1}^n (e_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \quad (\text{Eq. 2})$$

Os parâmetros β_0 e β_1 podem ser estimados pelo método dos mínimos quadrados, assim é chamado porque garante que a reta obtida é aquela para a qual se tem as menores distâncias entre os valores observados (Y) e a própria reta. Para tal, deriva-se a função acima

e iguala-se a zero, para a obtenção da expressão $\sum_{i=1}^n e_i^2$, um valor mínimo (Mendes, 1999;

Vieira, 2004; Callegari-Jacques, 2005), o qual é obtido a seguinte expressão:

$$\beta_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - \beta_1 \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \text{ou} \quad \beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \bar{X}; \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)}{n}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n}} \quad (\text{Eq. 4})$$

O grau de relação existente entre três ou mais variáveis é denominado correlação múltipla (Spiegel,1985). A regressão linear múltipla tem como principal importância o ajuste de modelos que incluem diversas variáveis independentes no sistema (Mendes, 1999). Esse modelo matemático pode ser expresso da seguinte forma:

$$\text{Resp}_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \text{VM} + e_i \quad (\text{Eq. 5})$$

em que: Resp - vetor resposta; β_0 e β_i , - parâmetros do modelo; VM - variáveis de manejo; e_i - erro associado a i-ésima observação com distribuição $(0, \sigma^2)$.

É necessário saber se o modelo (equação 1 ou 5) pode ser utilizado e para isso deve ser feita a análise de variância (ANOVA). Com a ANOVA, testa-se se a equação ajustada apresenta uma inclinação (β_1) diferente de 0 (zero) ou não. Para as regressões múltiplas, se os $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ são iguais a zero ou não (Mendes et al., 2006).

Segundo Callegari-Jacques (2005) para calcular a estatística “F” da análise de variância para regressão, utiliza-se o quadro da ANOVA (tabela 1):

Tabela 1 – ANOVA para regressão

FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	p - 1	SQ _{reg.}	SQ _{reg.} /(p - 1)	QM _{reg.} /QM _{res.}
Resíduo	n - p	SQ _{res.}	SQ _{res.} /(n - p)	
Total	n - 1	SQ _{total}		

em que FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio; p: número de parâmetros; n: Tamanho da amostra; F: Valor calculado.

Sabendo-se que:

$$SQ_{total} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2}{n} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$SQ_{reg.} = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = \beta_1 \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n} \right] \quad (\text{Eq.7})$$

$$SQ_{res.} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = SQ_{total} - SQ_{reg.} \quad (\text{Eq. 8})$$

Com a aceitação do modelo proposto é necessário avaliar o quanto ele explica a massa de dados. Para isso destaca-se a análise do coeficiente de determinação (R^2) e a análise de resíduos (Zar, 1999; Mendes et al., 2006).

O coeficiente de determinação é a razão entre a variação explicada e a variação total. Quando a variação total é explicada pelo modelo de regressão, o coeficiente de determinação é igual a 1. Se o modelo não explicar nada da variação, este coeficiente é igual a 0. O R^2 situa-se entre 0 e 1 (Spiegel, 1985; Vieira, 2004), e é representado pela seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{SQ_{reg.}}{SQ_{total}} \quad (\text{Eq. 9})$$

Na análise de resíduos o objetivo é avaliar a influência das observações no modelo ajustado. Esta análise permite verificar se falta algum componente no modelo, se a variância (σ^2) é constante para todos os valores observados (Y_i) e se as suposições de normalidade e independência são válidas para os erros (Mendes, 1999; Callegari-Jacques, 2005).

A análise de resíduo normalmente é feita pelo resíduo “ r_i ” ordinário; padronizado ou estudentizado. E com suas avaliações pode-se evidenciar se há homogeneidade da variância dos erros e linearidade dos efeitos das variáveis explicativas; se os dados seguem uma distribuição normal; a existência de pontos discrepantes ou “outliers” (Mendes et al., 2006).

- Resíduo ordinário:

$$r_i = \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{\sqrt{QM_{RES}}} \quad (\text{Eq. 10})$$

- Resíduo padronizado ou estudentizado:

$$r_i = \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{\sqrt{QM_{RES} (1 - h_{ii})}} \quad (\text{Eq. 11})$$

em que: h_{ii} o elemento da diagonal da matriz $X(X^T X)^{-1} X^T$ e $0 < h < 1$.

Além dos gráficos de resíduos, para auxiliar as análises, pode-se utilizar a estatística de Durbin-Watson, que de acordo com as definições de Levinne et al. (2000) o ideal para o valor de DW é entre 1,5 e 2,5. Quando as suposições de normalidade e/ou variância constante, para os erros, não são atendidas, sugere-se algumas transformações na variável resposta, que pode ser utilizado o transformador de Box e Cox (Montgomery e Peck, 1982; Callegari-Jaques, 2005) de acordo com as equações abaixo:

$$w_i = \frac{\gamma_i^\lambda - 1}{\lambda MG^{\lambda-1}}, \lambda \neq 0 \quad (\text{Eq. 12})$$

$$w_i = MG \ln(\gamma_i), \lambda = 0 \quad (\text{Eq. 13})$$

Para correlacionar uma variável dependente em função de duas ou mais variáveis independentes, faz-se necessário selecionar aquelas que são significativas ao modelo. Um

dos métodos utilizados para o processo de seleção de variáveis é o de “Stepwise” (Mendes, 1999). Para este processo normalmente, utiliza-se a estatística “F” ajustada ao valor 4 para entrada e saída de uma variável.

3. ARTIGO A SER SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO

3.1 UTILIZAÇÃO DE MODELOS ESTATÍSTICOS PARA COMPARAR DADOS DE PRODUÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*31) CULTIVADOS EM ÁGUA OLIGOHALINA E SALGADA

Utilização de modelos estatísticos para avaliar dados de produção do camarão *Litopenaeus vannamei*, cultivados em águas oligohalina e salgada

Use of statistical models to evaluate production data of Litopenaeus vannamei, reared in oligohaline and salty waters

Modelos estatísticos em cultivos de camarões

Diogo Bessa Neves Spanghero¹, Ugo Lima Silva¹, Maurício Nogueira da Cruz Pessoa¹, Emília Carolina Alencar de Medeiros², Iran Rodrigues de Oliveira³ e Paulo de Paula Mendes^{1*}.

¹Departamento de Pesca e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. ²Departamento de Medicina Veterinária (UFRPE). ³Departamento de Estatística e Informática (UFRPE). *Autor para correspondência. E-mail: paulo_ufrpe@yahoo.com.br

RESUMO

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* pode ser cultivado em águas com ampla faixa de salinidade (0,0-60 g L⁻¹). Desta forma, objetivou-se comparar dados de produção desse crustáceo, quando cultivados em águas oligohalina (0,5-5,0 g L⁻¹) ou salgada (25,0-40,0 g L⁻¹), utilizando-se modelos matemáticos. Os modelos, para relacionar as variáveis de manejo com as de produção, foram formulados com base em um banco de dados com 278 cultivos comerciais da região nordeste do Brasil. Para estimar os parâmetros dos modelos, utilizou-se a técnica dos mínimos quadrados. A seleção das variáveis foi realizada com o processo de “Stepwise” associado à transformação de Box e Cox. A adequação das equações e os pressupostos de normalidade, para os erros, foram analisados com base na análise de variância, na estatística de Durbin-Watson, análise de resíduo e teste de normalidade. Em todas as equações formuladas a variável de manejo, cultivo em água salgada (CAS) foi selecionada, evidenciando-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre esses sistemas de cultivo.

Palavras-chaves: *Litopenaeus*, *Vannamei*; Produção; ANOVA; Stepwise; modelos.

ABSTRACT

The marine shrimp *Litopenaeus vannamei* may be reared in a wide range of salinity (0.5-60.0 g L⁻¹). In this study, the production data of shrimp reared either in oligohaline (0.5-5.0 g L⁻¹) or salty waters (25.0-40.0 g L⁻¹) were compared using mathematical models. The models

considered variables related to management and production and were formulated using a database with 278 culture cycles from different shrimp farms in Northeastern Brazil. The squared minimum technique was applied to estimate the model's parameters. The selection of variables used the Stepwise process associated to Box and Cox's transformation. The adequacy of the equations and the normality estimated for the errors were analyzed on the basis of the analysis of variance in the Durbin-Watson statistics, on the residue analysis and the normality test. For all the formulated equations, the variable "culture in salty water" was selected, evidencing significant differences between these culture systems.

Keywords: *Litopenaeus*; *Vannamei*; Production; ANOVA; Stepwise; Models

INTRODUÇÃO

A aqüicultura é uma importante atividade econômica que é executada em vários países e tem se destacado por contribuir com a redução dos níveis de pobreza, geração de empregos, desenvolvimento das comunidades e redução da exploração dos recursos naturais. A produção aqüícola de organismos marinhos, na região nordeste do Brasil, é representada exclusivamente pelo camarão marinho da espécie *Litopenaeus vannamei*.

Nos diversos segmentos da aqüicultura brasileira, a carcinicultura é o agronegócio que tem apresentado maior taxa de crescimento. De 1998 a 2003 a atividade teve um crescimento de mais de 1200%. No ano de 2004 foram produzidos 75.904t de camarão e em 2005 a produção foi reduzida para 63.134t. O cultivo de camarões *L. vannamei* é cada vez mais difundido e, atualmente, é a espécie mais cultivada em todo o mundo (FAO, 2007). Associado a essa potencialidade, pode ser cultivado em águas de diferentes salinidades (Boyd & Thunjai 2003), pois toleram uma ampla faixa de salinidade (0,5-60 g L⁻¹) (Atwood et al. 2003; Saoud et al., 2003). O *L. vannamei* já foi produzido experimentalmente em águas interiores de baixa salinidade no Alabama, Arizona, Flórida e Texas (Gong et al., 2004). Esse método alternativo, no sistema de cultivo do *L. vannamei* cresceu consideravelmente nos últimos anos, induzindo muitos países asiáticos a consolidar e ampliar a interiorização dessa atividade. Atualmente, 30% dos cultivos comerciais na Tailândia são produzidos em água de baixa salinidade. No México, a produção do *L. vannamei* em baixa salinidade tem sido animadora (Flores et al., 2007). O mesmo tem ocorrido no hemisfério ocidental, principalmente no Equador, Brasil, Panamá e Estados Unidos (Peregrino et al., 2005).

Apesar do aumento na utilização de áreas interiores para o cultivo do *L. vannamei* em baixa salinidade, existem poucas informações sobre os dados zootécnicos de produção e produtividade dessa espécie quando cultivadas em água oligohalina (0,5 a 5,0 g L⁻¹). De acordo com último censo realizado pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), realizado no ano de 2004, no Brasil existem 16.598 hectares de fazendas que cultivam o *L. vannamei*. Desse total, estima-se que aproximadamente 400 a 600 ha sejam utilizados para o cultivo dessa espécie em águas oligohalinas ou até mesmo doce.

Entre as técnicas de manejo utilizadas, no sistema de cultivo oligohalino, praticamente a grande diferença encontra-se na utilização dos fertilizantes a base de NPK e a rigidez no controle da alcalinidade e dureza da água. Entre esses sistemas produtivos não se tem uma definição clara de qual é o mais produtivo. Portanto, faz-se necessário utilizar técnicas exploratórias para análises e comparação de dados de cultivos, a nível comercial, gerados em fazendas que trabalham em água salgada e em água oligohalina.

Recentemente, Mendes et al. (2006) e Bezerra et al. (2007) direcionaram estudos utilizando as técnicas estatísticas para análise de dados no agronegócio aquícola. Entre essas técnicas destaca-se a modelagem matemática com o uso de regressões, com seleção de variáveis, por ser uma importante ferramenta que permite identificar as variáveis, uma a uma, que mais interferem significativamente nos resultados do cultivo. Desta forma, objetivou-se comparar os dados de produção do *L. vannamei* quando cultivados comercialmente em águas oligohalina e em águas salgada.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados de cultivos comerciais do camarão marinho *L. vannamei*, oriundos de água oligohalina, foram obtidos de uma fazenda comercial, localizada no estado do Ceará/Brasil, que possui 25 viveiros e opera em salinidade que variam de 0,5 e 4 g L⁻¹. Seus dados foram referentes ao período de setembro de 2003 a abril de 2007, totalizando 225 cultivos. A fazenda produtora em água salgada localiza-se no Rio Grande do Norte/Brasil, cultiva em salinidades de 25 e 40 g L⁻¹ e possui 43 viveiros, seus dados foram correspondentes ao período de fevereiro de 2004 a dezembro de 2006, totalizando 196 cultivos.

O sistema de cultivo adotado, nas duas fazendas, foi o bifásico. Em que na primeira fase utilizaram-se tanques-berçário para aclimatação das pós-larvas (PL) as quais foram estocadas nas densidades de 20 a 25 PL L⁻¹, durante 10 a 20 dias, similares às densidades e períodos preconizados por Nunes (2002). A dieta foi constituída a base de biomassa de

artemia e ração comercial, administrada a cada duas horas, de acordo com as recomendações de Brito et al. (2001). Após a fase de berçário, as pós-larvas foram transferidas para os viveiros de engorda, estocadas nas densidades de 20,93 a 82,05 PL m⁻² e alimentadas com ração comercial, em bandejas, duas vezes ao dia. Em alguns cultivos o povoamento foi direto, portanto, não houve a fase de aclimatação nos berçários.

Com base nos 421 cultivos gerou-se o banco de dados (BD), que foi formado pelas variáveis respostas (dados de produção) e as preditoras (manejo). As variáveis respostas avaliadas foram: produção (PD), produtividade (PDT), taxa de sobrevivência (TS), fator de conversão alimentar (FCA), peso médio final (PM), quantidade de ração ofertada (QRO) e fator de crescimento semanal (FCS). As variáveis preditoras foram: área do viveiro (AV), número de ciclos (NC); mês do povoamento (MP); dias de cultivo (DC); densidade de estocagem (DE); laboratório fornecedor de pós-larvas (LFPL); marca de ração (MR); cultivo em água salgada (CAS), cultivo em água oligohalina (CAD) e tipo de povoamento (TP).

A variável laboratório fornecedor de pós-larvas (LFPL) representou oito laboratórios comerciais (LFPL₁ a LFPL₈) dos quais foram adquiridas as pós-larvas. A variável marca da ração (MR) representou os cinco fabricantes das rações comerciais, as quais foram denominadas de MR_A, MR_B, MR_C, MR_D e MR_E e possuíam 35%, 30%, 35%, 25% e 25% de proteína, respectivamente. A variável mês do povoamento (MP) foi representada com o número correspondente ao início do mês de cultivo e a variável tipo de povoamento, se as pós-larva foram submetidas ao berçário ou povoamento direto.

Para relacionar as variáveis respostas com as variáveis preditoras utilizou-se o modelo de regressão linear múltiplo, com a seguinte configuração:

$$\text{Resp}_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \text{VM} + \varepsilon_i$$

em que: Resp – vetor resposta (produção, produtividade, taxa de sobrevivência, fator de conversão alimentar, peso médio final, quantidade de ração ofertada e fator de crescimento semanal); $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – parâmetros do modelo; VM – variáveis de manejo; ε_i – erro associado a i-ésima observação com parâmetros $(0, \sigma^2)$.

As variáveis independentes qualitativas (laboratório de origem das pós-larvas, tipo de ração, cultivo em água salgada e tipo de povoamento) foram inseridas no modelo sob forma de variáveis binária (0 ou 1). As estimativas dos parâmetros β_i , das variáveis independentes, foram feitas pela técnica dos Mínimos Quadrados. Para a seleção das variáveis significativas

utilizou-se o processo de *Stepwise*, conforme descrito por Vieira, (2004), Callegari-Jacques, (2005), Mendes et al., (2006). A estatística “F” de Fischer-Snedecor foi ajustada ao valor 4 para entrada e saída (Bezerra et al., 2007). Para de minimizar a soma dos quadrados dos resíduos ($SQ_{Resíduo}$), aplicou-se o processo de transformação de Box e Cox, de acordo com a técnica de Montgomery e Peck (1982), definido pela seguinte família de transformadores:

$$W_i = \frac{Resp_i^\lambda - 1}{\lambda(MG)^{\lambda-1}}, \forall \lambda \neq 0 \quad \text{e} \quad W_i = (MG)\text{Ln}(Resp_i), \forall \lambda = 0$$

em que: W – vetor transformador; Resp – vetor resposta; λ - transformador de Box e Cox; MG - média geométrica; i – i-ésima observação; Ln – logaritmo com base natural.

Para verificar o quanto da variação da variável resposta foi explicado pelas variáveis independentes e significativas ao modelo, utilizaram-se o índice determinístico (R^2) e a soma dos quadrados dos resíduos. A consistência de cada modelo foi testada de acordo com a análise do resíduo (Mendes, 1999; Moore, 2005), da estatística de Durbin-Watson – DW (Levinne et al., 2000) e dos testes de normalidade de D’Agostino e D’Agostino-Pearson (Zar, 1999). Para análises estatísticas, utilizaram-se os softwares: SysEAPRO (V. 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados oriundos das fazendas de camarões totalizaram 421 cultivos, no entanto, ao descartar aqueles que não apresentaram as informações do laboratório fornecedor das pós-larvas (LFPL) e da marca de ração (MR) e aqueles considerados inconsistentes, tecnicamente, foram descartados. Desta forma, foram utilizados apenas 278 dados de cultivos (66,06%) do banco de dados original, em que 132 foram provenientes de água salgada e os demais (146) de água oligohalina.

Ao avaliar os dados de produção nos dois sistemas verificou-se que a média do fator de conversão alimentar (FCA) foi de $1,70 \pm 0,03:1$ para o cultivo em água oligohalina e de $1,93 \pm 0,06:1$ para os camarões cultivados em água salgada. Estes valores situaram-se próximos do citado por Oliver et al. (2003) que considerou uma conversão alimentar final de 1,8:1, como sendo uma boa média. As menores taxas foram de 1,02:1, nos cultivos em água oligohalina, e 0,96:1 em água salgada. A maior variação do FCA foi observada no cultivo em água salgada, ou seja, 0,96 a 3,88, o que correspondeu uma variação de 304,2% (Tabela 1).

Em relação à taxa de sobrevivência (TS), o cultivo em água salgada propiciou maior média, ou seja, $53,09 \pm 1,57\%$ contra $44,83 \pm 1,05\%$ em água oligohalina. Estas taxas, relativamente baixas, podem ser relacionadas com a alta densidade de estocagem que foi de

36±1,95 camarões m⁻², para o cultivo em água salgada e 54,98±0,93 camarões m⁻² em água oligohalina o que corrobora com os resultados de Moss e Moss (2004) ao relacionarem essas variáveis. O mesmo aconteceu com a produção (PD) que foi respectivamente 6.895,26±303,70 kg e 5.500,01±162,54 kg. Apesar de TS e PD serem maiores no sistema de água salgada, verificou-se que a produtividade (PDT) média no cultivo em água oligohalina foi 28,8% superior ao de água salgada (Tabela 1).

Ao relacionar o peso médio (PM), a taxa de sobrevivência, (TS), a produção (PD), a produtividade (PDT), a quantidade de ração ofertada (QRO), o fator de conversão alimentar (FCA) e o fator crescimento semanal (FCS) com as variáveis independentes, obtiveram-se os seguintes modelos matemáticos (Tabela 2).

Tabela 1. Sumário estatístico do banco de dados do *L. vannamei* quando cultivados em água oligohalina e salgada.

Table 1. Statistics summary from the database of L. vannamei reared in oligohaline and salty waters.

Parametros <i>Parameters</i>	Água oligohalina <i>(Oligohaline water)</i>		Água salgada <i>(Salt water)</i>		Média ± erro padrão <i>(Average ± error)</i>	
	Mínimo <i>Minimum</i>	Máximo <i>Maximum</i>	Mínimo <i>Minimum</i>	Máximo <i>Maximum</i>	Água oligohalina <i>Oligohaline water</i>	Água salgada <i>Salt water</i>
FCA(:1)	1,02	3,01	0,96	3,88	1,70 ± 0,03	1,93 ± 0,06
TS (%)	16,62	84,25	20,76	91,89	44,83 ± 1,05	53,09 ± 1,57
PD (kg)	2414,00	14540,00	1665,00	15868,00	5500,01±162,54	6895,26±303,70
PDT (kg ha ciclo ⁻¹) <i>PDT (kg ha⁻¹ cycle⁻¹)</i>	1015,64	5286,06	555,00	5289,33	2857,39±72,11	2217,75±104,21
DE (ind m ⁻²)	20,93	82,05	15,71	70,90	54,98 ± 0,93	36,00 ± 1,95
DC (dias) <i>DC (days)</i>	74	167	82	194	110,57±1,14	134,57 ± 2,49
PM (g)	8,90	14,61	9,15	13,80	11,59 ± 0,08	11,20 ± 0,11
FCS (g semana ⁻¹) <i>FCS (g week⁻¹)</i>	0,46	1,08	0,40	0,93	0,73 ± 0,0074	0,58 ± 0,01

FCA- Fator de conversão alimentar (*feed conversion ratio*); TS- Taxa de sobrevivência (*survival rate*); PD- Produção (*production*); PDT- Produtividade (*productivity*); DE- Densidade de estocagem (*stocking density*); DC- Dias de cultivo (*days of culture*); PM- Peso médio (*average weight*); FCS- Fator de crescimento semanal (*weekly growth rate*).

Ao avaliar o índice determinístico (R²) das equações apresentadas na tabela 2, verificou-se que eles variaram entre 0,3166 e 0,8224. Silva (2006) e Bezerra et al. (2007) ao adicionarem aos seus bancos de dados os parâmetros físico-químicos e incluírem interações aos modelos, encontraram valores destes índices entre 0,4121 e 0,8868. Silva (2006) relatou ainda que a elevação desse índice ocorreu por causa da inclusão dos parâmetros físico-

químicos ao seu banco de dados. No presente trabalho, embora não tenham sido disponibilizados os parâmetros físico-químicos dos cultivos, por problemas técnicos, foram encontradas variações semelhantes aos resultados de Silva (2006) e Bezerra et al. (2007). A falta de tendência, ou também denominada autocorrelação, entre os resíduos foi comprovada pela estatística de Durbin-Watson (DW) que variou de 1,50 a 1,75. Como estes valores foram inferiores a 2, evidencia-se uma correlação positiva e dentro da faixa preferencial (1,5 a 2,5) preconizada por Uyak et al. (2007). A comprovação da normalidade dos erros também foram testadas pelo teste de normalidade de D'Agostino e Pearson.

Tabela 2. Modelos estatísticos de produção do camarão marinho *L. vannamei*, quando cultivados em água oligohalina e salgada.

Table 2. Statistical models of production of marine shrimp *L. vannamei* reared in oligohaline and salt waters.

Modelo (<i>Model</i>)	DW ¹	R ² (%) ²
FCS = $e^{0,293 - 0,073 * CAS + 0,009 * MP - 0,006 DC}$	1,70	78,86
PDT = $(76,768 - 1,083 * NC - 13,337 * AV + 4,56 * CAS - 2,012 * TP_D - 4,75 * LFPL_3 - 11,594 * LFPL_7 - 0,185 * DC + 1,666 * MR_B + 0,366 * AV * MP + 0,074 * AV * DC + 0,014 * DE * MP + 0,002 * DE * DC - 0,013 * MP * DC)^2$	1,50	66,30
QRO = $(15,6 - 1,03 * NC - 4,8 * AV + 12,51 * CAS - 9,76 * LFPL_2 - 12,7 * LFPL_3 - 16,11 * LFPL_7 + 0,44 * DC + 3,52 * MR_B + 0,38 * AV * DE + 0,35 * AV * MP)^2$	1,52	82,24
PD = $e^{8,138 - 0,038 * NC + 0,245 * CAS - 0,233 * LFPL_3 - 0,504 * LFPL_7 + 0,003 * AV * DE + 0,011 * AV * MP + 4,303E-05 * DE * DC - 0,00018 * MP * DC}$	1,53	65,14
TS = $(9,56 - 0,156 * NC - 0,368 * AV + 1,359 * CAS - 0,539 * LFPL_3 - 1,397 * LFPL_7 - 0,0106 * AV * DE + 0,047 * AV * MP - 0,001 * MP * DC)^2$	1,70	50,30
PM = $(3,356 + 0,0101 * NC - 0,163 * CAS + 0,0608 * LFPL_4 - 0,0104 * DE + 0,0119 * MP + 7,39E-05 * DE * DC)^2$	1,75	31,66
FCA = $(0,706 + 0,0142 * NC - 0,066 * CAS + 0,15 * LFPL_7 + 0,003 * DC - 0,043 * MR_D + 0,002 * AV * DE - 0,0064 * AV * MP - 0,0003 * DE * MP + 0,000337)^2$	1,62	59,80

¹Estatística de Durbin-Watson (*Durbin-Watson statistical*); ²Coefficiente de determinação (*coefficient of determination*); AV- área do viveiro (*area of pond*); CSA – cultivo em água salgada (*salt water*); DC- dias de cultivo (*days of culture*); DE- densidade de estocagem (*stoking density*); FCA- Fator de conversão alimentar (*feed conversion ratio*); FCS- fator de crescimento semanal (*weekly growth rate*); LFPL- laboratório fornecedor de pós-larvas (*hatchery name*); MP- mês do povoamento (*stoking period*); MR- marca de ração (*ratio name*); NC- número de ciclos (*number of cycles*); PD- Produção (*production*); PDT- produtividade (*productivity*); PM- Peso médio (*average weight*); QRO- Quantidade de ração ofertada; TP- tipo de povoamento (*stoking type*); TS- Taxa de sobrevivência (*survival rate*);

As variáveis área do viveiro (AV), mês do povoamento (MP), dias de cultivo (DC) e densidade (DE) foram as mais presentes nos modelos formulados (Tabela 2). Dessas variáveis, apenas mês do povoamento e dias de cultivos estiveram presentes em todos os modelos. A densidade de estocagem entre 15,71 a 82,05 ind m² (Tabela 1) foi uma das variáveis mais constantes, entre os modelos, demonstrando sua influência significativa

($p < 0,05$), na predição da produção, produtividade, quantidade de ração ofertada, taxa de sobrevivência, peso médio final e no fator de conversão alimentar.

Com o aumento da densidade de estocagem pode haver um aumento na quantidade de ração ofertada, redução do crescimento e conseqüentemente redução do peso médio. Isto pode acontecer por uma combinação de fatores que incluem: a diminuição da disponibilidade de espaço e alimentos naturais (Buford et al., 2004; Arnold et al., 2006), degradação da qualidade da água (Nga et al., 2005), e acúmulo de sedimentos indesejáveis (Arnold et al., 2005 e Arnold et al., 2006).

Quanto às rações utilizadas observou-se que MR_B esteve presente nos modelos de produtividade e quantidade de ração ofertada evidenciando diferença significativa ($p < 0,05$) dessa ração em relação às outras. O mesmo ocorreu com MR_D no modelo de predição do fator de conversão alimentar (FCA). Nos demais (produção, fator de crescimento semanal, peso médio e taxa de sobrevivência), como MR não foi inserida, não houve diferença significativa entre as rações utilizadas.

Todas as equações formuladas (Tabela 2) apresentaram a variável cultivo em água salgada (CAS). Sua presença, nos modelos, evidencia diferença significativa ($p < 0,05$) entre os cultivos em água oligohalina e salgada. Vários autores preconizam que o cultivo do camarão em água de baixa salinidade é praticável (Hurtado et al., 2006; Flores et al., 2007; Li et al., 2007; Roy et al., 2007 e Saoud et al., 2007). Tal sucesso depende da aclimação às salinidades mais baixas. A propriedade do camarão *L. vannamei* de tolerar mudanças na salinidade é influenciada pela idade e por fatores ambientais. (McGraw et al., 2002). Nos modelos de predição do fator de crescimento semanal (FCS), peso médio (PM) e fator de conversão alimentar (FCA), essa variável possuiu coeficiente negativo. Nos demais (quantidade de ração ofertada, taxa de sobrevivência, produção e produtividade), coeficientes positivos. Desta forma, ao representar graficamente as equações da tabela 2, fixando as variáveis de manejo, observou-se vantagens nos cultivos do camarão *L. vannamei* em água salgada na produtividade, produção, sobrevivência e fator de conversão alimentar (Figura 1) e desvantagens no fator de crescimento semanal, quantidade de ração ofertada e peso médio final (Figura 2).

Os camarões cultivados em água salgada obtiveram melhores sobrevivências quando comparados com os de água oligohalina. A sobrevivência em água oligohalina pode ser reduzida pela falta de uma combinação ideal de íons essenciais, tais como K^+ e Mg^{2+} (Saoud et al., 2007). Quando cultivados em baixa salinidade, a oferta de K^+ , Mg^{2+} (Roy et al., 2007; McNevin et al., 2004) e de NaCl (Gong et al., 2004) melhora a sobrevivência do camarão. O

abastecimento insuficiente de K^+ no perfil das águas oligohalinas demonstrou impacto negativo na sobrevivência do camarão *L. vannamei* (McGraw & Scarpa, 2004; Saoud et al., 2007).

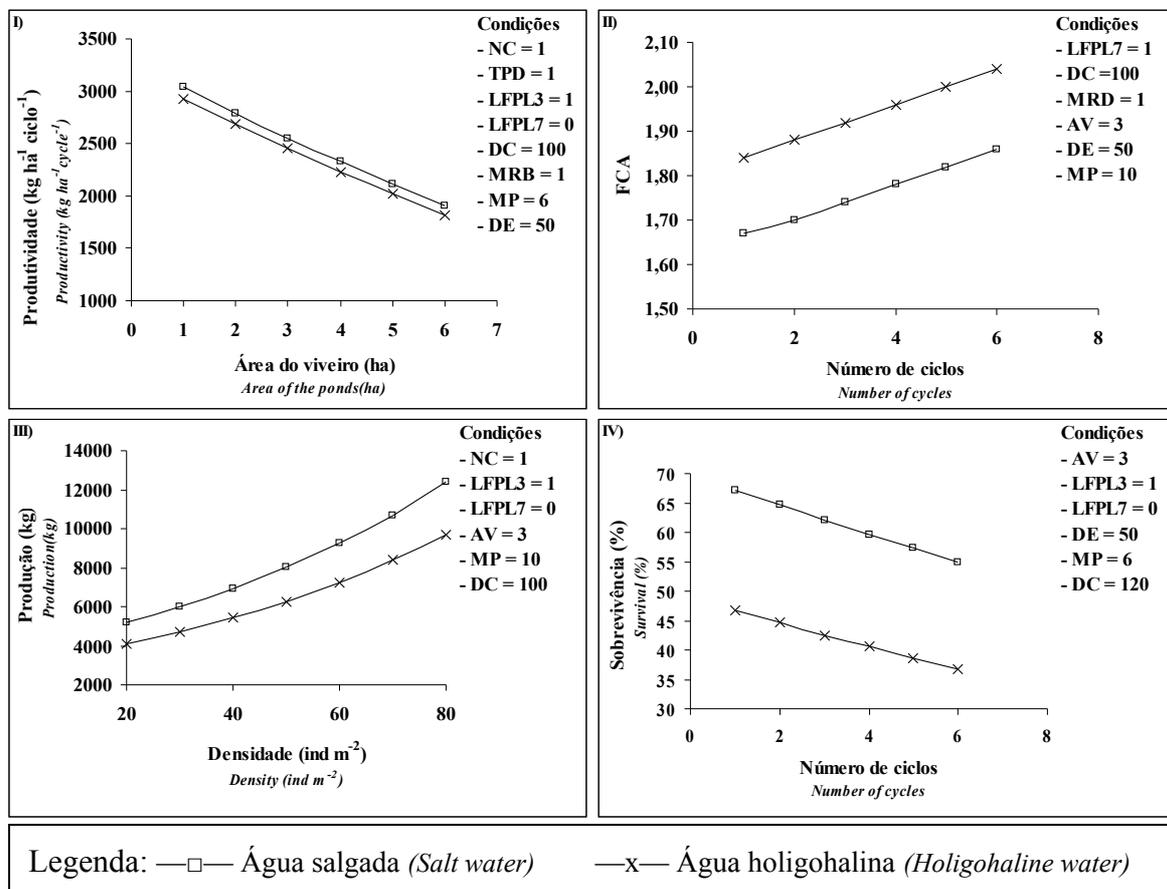


Figura 1. Relações entre produtividade e área do viveiro (I), fator de conversão alimentar e o número de ciclos (II), produção e densidade de estocagem (III), sobrevivência e número de ciclos (IV), em cultivos do camarão marinho *L. vannamei* em água oligohalina e salgada.

Figure 1. Relationship between productivity and pond area (I), feed conversion ratio and number of cycles (II), production and stocking density (III), survival and number of cycles (IV), in cultures of marine shrimp in oligohaline and salt waters.

Gong et al. (2004) relataram aumento da sobrevivência do *L. vannamei* alimentados com dietas contendo K^+ , Mg^{2+} e $NaCl$, em comparação com dietas sem adição de qualquer desses minerais em cultivos de baixa salinidade. Como no presente trabalho não houve a oferta desses sais, a ausência desses fatores nos cultivos em água oligohalina pode ter prejudicado a sobrevivência e, conseqüentemente, a produção e produtividade. Baixas

sobrevivências é a principal causa de perdas econômicas, diminuição de produção e produtividade nos sistemas de cultivo (Magallo et al., 2006).

O *L. vannamei* cultivado fora do seu ponto isosmótico tende a consumir mais alimento para compensar as perdas energéticas na osmorregulação, e se adaptar a ambientes de baixas salinidades (Rosas et al., 2001; Hurtado et al., 2006). Com isso o camarão deve gastar mais energia para a osmoregulação e menos para o crescimento (Hurtado et al., 2006). O que pode justificar o aumento do fator de conversão alimentar nos cultivos em água oligohalina. Porém, o aumento no consumo de ração, nesses cultivos, ainda é controverso, já que neste trabalho, a maior quantidade de ração ofertada foi nos cultivos em água salgada (Figura 2). Outro fator que pode ter contribuído com esses resultados foram taxas de sobrevivência menores e, conseqüentemente, diminuição das densidades de estocagem nos sistemas de cultivos em água oligohalina, resultados semelhantes ocorreram com outros autores (Decamp et al., 2003; Hurtado et al., 2006),

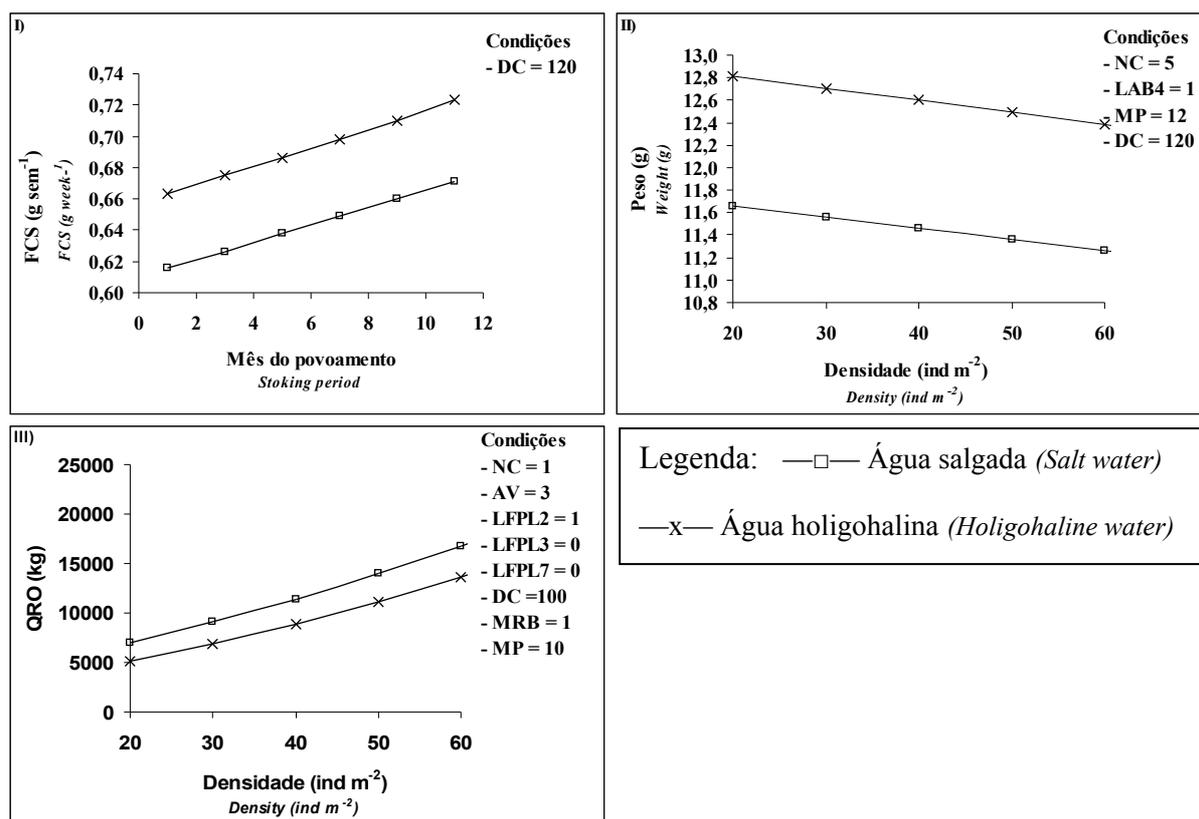


Figura 2. Relações entre fator de crescimento semanal e mês do povoamento (I), peso médio final e densidade de estocagem (II), quantidade de ração ofertada e densidade de estocagem (III), em cultivos do camarão marinho *L. vannamei* em água oligohalina e salgada.

Figure 2. Relationship between weekly growth rate and stoking period (I), weight and stocking density (II), offered feed amount and stocking density (III), in cultures of marine shrimp in oligohaline and salt waters.

Os camarões cultivados em água oligohalina obtiveram o melhor desempenho no fator de crescimento semanal, quando comparado com os de água salgada. Outros autores obtiveram resultados semelhantes (Samocho et al., 1998). No entanto, Li et al. (2007) sugerem que a faixa ótima de salinidade para o crescimento do camarão *L. vannamei* é em torno de 17 g L⁻¹. Bray et al. (1994) relatou que salinidades entre 5 g L⁻¹ e 15 g L⁻¹ produziu uma taxa de crescimento, significativamente, maior do que qualquer outras salinidades. Ponce-Palafox (1997), encontrou melhores fatores de crescimento dos camarões peneídeos em salinidades entre 25 g L⁻¹ e 45 g L⁻¹. Li et al. (2007) ao compararem seus estudos com os de outros autores concluíram que a salinidade para proporcionar o melhor crescimento do *L. vannamei* é em torno de 20 g L⁻¹ e salinidades mais baixas ou elevadas afetaria negativamente o crescimento dessa espécie. Os resultados de crescimento podem ser intensificados pela redução das densidades de estocagem, apesar dos cultivos em água oligohalina terem maiores densidades suas sobrevivência foram menores o que pode influenciar significativamente para o aumento do crescimento.

CONCLUSÕES

O cultivo do *Litopenaeus vannamei* quando em água salgada propicia melhores resultados de produção, produtividade, sobrevivência e fator de conversão alimentar. Quando em água oligohalina no fator de crescimento semanal e peso médio final.

AGRADECIMENTOS

Ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT)/Agência de Financiamento de Estudos e Projetos (FINEP), em especial ao programa Rede de Pesquisas em Carcinicultura do Nordeste – RECARCINE, pelo apóio ao subprojeto Gerenciamento de Banco de Dados de fazendas de carcinicultura.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, S.A. et al. Response of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) to intensive culture conditions in a flow through tank system with three-dimensional artificial substrate, *Aquacult.*, Amsterdam, v. 246, n. 1-4, p. 231–238, 2005..

- ARNOLD, S.A. et al. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquacult.*, Amsterdam, v. 256, n. 1-4, p. 174–179, 2006.
- ATWOOD, H.L. et al., Survival and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity and mixed-salt environments. *J. World Aquacult. Soc.*, Los Angeles v. 34, n. 4, p. 518–523, 2003.
- BEZERRA, A.M. et al. Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 3, 2007.
- BOYD, C.E.; THUNJAI, T. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. *J. World Aquacult. Soc.*, Los Angeles, v. 34, n. 4 p. 524–532, 2003.
- BRAY, W.A. et al. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on interaction of IHVN virus and salinity. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 122, n. 2-3, p. 133–146, 1994.
- BRITO, R. et al. Effect of different diets on growth and digestive enzyme activity in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) early post-larvae. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 32, n. 4, p. 257-266. 2001.
- BURFORD, M.A. et al. Contribution of the natural biota associated with substrates to the nutritional requirements of the post-larval shrimp, *Penaeus esculentus* (Haswell), in high-density rearing systems. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 35, n. 5, p. 508-515, 2004.
- CALLEGARI-JACQUES, S.M. *Bioestatística princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- DECAMP, O. et al. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone), within experimental zero-water exchange culture systems. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 34, n. 4, p. 345–355, 2003.
- FAO *Aquacult – PC*. Fishery information, data and statistics (FID), time series of productions from aquaculture (quantities and values) and captures fisheries (quantities) – Programa computacional, 2007.
- FLORES, M. et al. Physiological, metabolic and haematological responses in white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles fed diets supplemented with astaxanthin acclimated to low-salinity water. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 38, n. 7, p. 740-747, 2007.

- GONG, H. et al. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultured in the Arizona desert. *Aquacult. Nutr.*, Oxford, v. 10, n. 4, p. 227–236, 2004.
- HURTADO, M.A. et al. Effect of hypo- and hyper-saline conditions on osmolarity and fatty acid composition of juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) fed low- and high-HUFA diets. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 37, n. 13, p. 1316-1326, 2006.
- LEVINE, M.D. et al. *Estatística; teórica e aplicações: usando microsoft excel em português*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Ciências, 2000.
- LI, E.C. et al. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. *Aquacult.*, Amsterdam, v.265, n. 1-4, p. 385-390, 2007.
- MAGALLO, F.J. et al. *Litopenaeus vannamei* (Boone) post-larval survival related to age, temperature, pH and ammonium concentration. *Aquacult. Res*, Oxford, v. 37, n. 5, p. 492-499, 2006.
- McGRAW, W.J. et al. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. *J. World Aquacult. Soc*, Los Angeles, v. 33, n. 1, p. 78–84, 2002.
- McGRAW, J.W.; SCARPA, J. Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 236, n. 1-4, p. 285–296, 2004.
- McNEVIN, A.A. et al. Ionic supplementation of pond waters for inland culture of marine shrimp. *J. World Aquacult. Soc.*, Los Angeles, v. 35, n. 4, p. 460–467. 2004.
- MENDES, P.P. *Estatística aplicada à aquicultura*. Recife: Bagaço, 1999.
- MENDES, P.P. et al. Análise estatística dos parâmetros aquícolas, com fins a otimização da produção. *Anais de Simpósio da 430 Reunião Anual da SBZ*, João Pessoa, 2006. p. 886-903.
- MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. *Introduction to linear regression Analysis*. New York: John Wilay e Sons, 1982.
- MOORE, D.S. *A estatística básica e sua prática*. 3. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2005.
- MOSS, K.R.K.; MOSS, S.M. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. World Aquacult. Soc*. Los Angeles, v. 35, n. 4, p. 536-542, 2004.
- NGA, B.T. et al. Chemical and physical effects of crowding on growth and survival of *Penaeus monodon fabricus* post-larvae. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 246, n. 1-4, p. 455–465, 2005.

- NUNES, A.J.P. Camarões marinhos: engenharia e logística operacional de berçários intensivos. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro. v. 12, n. 69, p. 25-37, 2002.
- OLIVIER, A. et al. *Aquacultura de camarão em zona tropical*. Guia de pesca e aquacultura, Bruxelas, CDE, 2003.
- PEREGRINO, L.H et al. Observações técnicas sobre o cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em águas de baixa salinidade. *Revista da ABCC*, Recife, v. 7, n. 4, p. 48 – 53. 2005.
- PONCE-PALAFIX, J.P. et al. The Effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 157, n. 1-2, p. 107 – 115, 1997.
- ROSAS, C. et al. Metabolism and growth of juveniles of *Litopenaeus vannamei*: effect of salinity and dietary carbohydrate levels. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 259, n. 1-22, p. 1–22, 2001.
- ROY, L.A. et al. Supplementation of potassium, magnesium and sodium chloride in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquacult. Nutr.*, Oxford, v. 13, n. 2, p. 104-113, 2007.
- SAMOCHA, T.M. et al. Growth and survival of juvenile *Penaeus vannamei* in low salinity water in a semi-closed recirculating system. *Isr. J. Aquac.*, Bamidgah, v. 50, n. 2, p. 55-59, 1998.
- SAOUD, I.P. et al. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 217, n. 1-4, p. 373–383, 2003.
- SAOUD, I.P. et al. Chelated potassium and arginine supplementation in diets of pacific white shrimp reared in low-salinity waters of west Alabama. *North American Journal of Aquacult.*, Amsterdam, v. 69, n. 3, p. 265–270, 2007.
- SILVA, A.H.G. Avaliação estatística das variáveis de cultivo do *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em água doce. 2006. Dissertação (mestrado em biometria) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2006.
- UYAK V. et al. Multiple linear regression modeling of disinfection by-products formation in Istanbul drinking water reservoirs. *Science Of The Total Environment*, v. 378, n. 3, p. 269-280, 2007.
- VIEIRA, S. *Bioestatística tópicos avançados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus , 2004.
- ZAR, J.H. *Biostatistical Analysis*. 4. ed. New Jersey:

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. et al. Shrimp feeding and feed consumption: the Brazilian experience. In: World Aquaculture, 2003, Bahia, Book of Abstracts... Convention Center Salvador Brazil 33, Salvador, Brazil, 2003.

ARNOLD, S.A. et al. Response of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) to intensive culture conditions in a flow through tank system with three-dimensional artificial substrate, *Aquacult.*, Amsterdam, v. 246, n. 1-4, p. 231–238, 2005..

ARNOLD, S.A. et al. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquacult.*, Amsterdam, v. 256, n. 1-4, p. 174–179, 2006.

ATWOOD, H.L. et al., Survival and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity and mixed-salt environments. *J. World Aquacult. Soc.*, Los Angeles v. 34, n. 4, p. 518–523, 2003.

AVNIMELECH, Y.; RITVO, G. Shrimp and fish pond soils: processes and management. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 220, n. 1-4, p. 549–567, APR. 2003.

BARBIERI, R. C.; OSTRENSKY, A. Camarões Marinhos: Engorda. Viçosa: Ed. Aprenda fácil, 2002, 370p.

BEZERRA, A.M. et al. Selection of variables in mathematical models of culture parameters of marine shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 3, 2007.

BOYD, C.E. Advances in pond aeration technology and practices. *Infotech Int.*, v. 2, p. 24–28, 1997.

BOYD, C. E. Pond water aeration systems. *Aquacul. Enginee.*, Amsterdam, v. 18, n.1, p. 9–40, 1998.

BOYD, C.E.; MASSAUT, L. Risks associated with the use of chemicals in pond aquaculture. *Aquacul. Enginee.*, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 113-132, 1999.

BOYD, C.E.; THUNJAI, T. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. *J. World Aquacult. Soc.*, Los Angeles, v. 34, n. 4 p. 524–532, 2003.

BRAY, W.A. et al. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on interaction of IHHN virus and salinity. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 122, n. 2-3, p. 133–146, 1994.

BRITO, R. et al. Effect of different diets on growth and digestive enzyme activity in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) early post-larvae. *Aquacult. Res.*, Oxiford, v. 32, n. 4, p. 257-266. 2001.

BROWDY, C.L.; BRATVOLD, D.; STOKES, A.D. and MCINTOSH, R.P. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. *The World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, p. 20–34, 2001.

BURFORD, M.A.; WILLIAMS, K.C. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 198, n. 1-2, p. 79–93, 2001.

BURFORD, M.A. et al. Contribution of the natural biota associated with substrates to the nutritional requirements of the post-larval shrimp, *Penaeus esculentus* (Haswell), in high-density rearing systems. *Aquacult. Res.*, Oxiford, v. 35, n. 5, p. 508-515, 2004

CALLEGARI-JACQUES, S.M. *Bioestatística princípios e aplicações*. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2005, 264p.

CASILLAS-HERNÁNDEZ, et al. Water quality, chemical fluxes and production in semi-intensive pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds utilizing two different feeding strategies. *Aquacul. Enginee.*, Amsterdam, v. 36, n. 2, p. 105-114, 2007.

COSTA, S. F. *Introdução ilustrada à estatística*. São Paulo – SP. Ed. Harbra LTDA, 1998. 313p.

DAVIS, D.A. et al. Effects of potassium, magnesium and age on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* post-larvae reared in inland low salinity well waters in West Alabama. *J. World Aquacult. Soc.*, Los Angeles, v. 36, n. 3, p. 416–419 SEP 2005.

DECAMP, O. et al. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone), within experimental zero-water exchange culture systems. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 34, n. 4, p. 345–355, 2003.

DELGADO, P.C. et al. Physical, chemical and biological characteristics of distinctive regions in paddlewheel aerated ponds. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 217, n. 1-4, p. 235–248, 2003.

DIAB, S.; SHILO, M. Transformation of nitrogen in sediments of fish ponds in Israel. *Isr. J. Aquac.*, Bamidgeh, v. 38, n. 3, p. 67–88, 1986.

DOTÉ SÁ, T. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental en la Carcinicultura de la Área de Entorno del Estero del Bajo Jaguaribe, Ceará - Brasil. 2005. Tese (Doutorado em Planificação Territorial e Desenvolvimento Regional) - Universidade de Barcelona, Barcelona-Espanha. 2005, 205p.

FAO Aquacult – PC. Fishery information, data and statistics (FID), time series of productions from aquaculture (quantities and values) and captures fisheries (quantities) – Programa computacional, 2007.

FLORES, M. et al. Physiological, metabolic and haematological responses in white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles fed diets supplemented with astaxanthin acclimated to low-salinity water. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 38, n. 7, p. 740-747, 2007.

GONG, H. et al. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultured in the Arizona desert. *Aquacult. Nutr.*, Oxford, v. 10, n. 4, p. 227–236, 2004.

GUIMARÃES, A. S. Carcinicultura Marinha Brasileira: Sustentabilidade, Reflexões Históricas e Situação Atual. 2005. Monografia de Especialização (Gestão de Ambientes Costeiros Tropicais) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco-Brasil. 2005, 86p.

HURTADO, M.A. et al. Effect of hypo- and hyper-saline conditions on osmolarity and fatty acid composition of juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) fed low- and high-HUFA diets. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 37, n. 13, p. 1316-1326, 2006.

HURTADO, M.A. et al. Effect of hypo- and hypersaline conditions on osmolality and Na⁺/K⁺-ATPase activity in juvenile shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed low- and high-HUFA diets. *Comparative Biochemistry And Physiology A-Molecular & Integrative Physiology*, v. 147, n. 3, p. 703-710, 2007.

HOEL, P. G. Estatística elementar. Los Angeles: Atlas S.A. 1975. 430p

HUSSENOT, J. et al. Open-air treatment of wastewater from land-based marine fish farms in extensive and intensive systems: current technology and future perspectives. *Aquatic. Living. Resources*, v. 11 n. 4, p. 297-304, 1998.

JENNEMAN, G.E. et al. Effect of nitrate on biogenic sulfide production. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 51, n. 6, p. 1205–1211, 1986.

JORY, D.E. Manejo integral del alimento de camarón, de estanques de producción camaróneros, y principios de bioseguridad. Curso Lance En Acuicultura, 26-30 de Marzo, 2001. Monterrey Nuevo León, México, 2001.

LEVINE, M.D. et al. Estatística; teórica e aplicações: usando microsoft excel em português. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Ciências, 2000, 811p.

LI, E.C. et al. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. *Aquacult.*, Amsterdam, v.265, n. 1-4, p. 385-390, 2007.

MAGALLO, F.J. et al. *Litopenaeus vannamei* (Boone) post-larval survival related to age, temperature, pH and ammonium concentration. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 37, n. 5, p. 492-499, 2006.

MAPA/SARC/DPA, CNPq, ABCC. Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado: seguimento de mercado. MAPA/SARC/DPA, CNPq, ABCC: Brasília, 2001, 276p.

McGRAW, W.J.; et al. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. *J. World Aquacult. Soc.*, Los Angeles, v. 33, n. 1, p. 78–84, 2002.

McGRAW, J.W.; SCARPA, J. Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 236, n. 1-4, p. 285–296, 2004.

McNEVIN, A.A. et al. Ionic supplementation of pond waters for inland culture of marine shrimp. *J. World Aquacult. Soc.*, Los Angeles, v. 35, n. 4, p. 460–467. 2004.

MENDES, P.P. Estatística aplicada à aqüicultura. Recife: Bagaço, 1999, 197p.

MENDES, P.P. et al. Análise estatística dos parâmetros aquícolas, com fins a otimização da produção. *Anais de Simpósio da 430 Reunião Anual da SBZ*, João Pessoa, p. 886-903, 2006.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. *Introduction to linear regression Analysis*. 2. ed. New York: John Wilay e Sons, 1982, 504p.

MOORE, D.S. *A estatística básica e sua prática*. 3. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2005.

MOSS, K.R.K.; MOSS, S.M. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. World Aquacult. Soc.* Los Angeles, v. 35, n. 4, p. 536-542, 2004.

MUANGKEOW, B. et al. Effects of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), and Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, stocking density on growth, nutrient conversion rate and

economic return in integrated closed recirculation system. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 269, n. 1-4, p. 363-376, 2007.

MUNSIRI, P. et al. Texture and chemical composition of soils from shrimp ponds near Choluteca, Honduras. *Aquacult. Int.*, v. 4, n. 2, p. 157–168, 1996.

NGA, B.T. et al. Chemical and physical effects of crowding on growth and survival of *Penaeus monodon fabricus* post-larvae. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 246, n. 1-4, p. 455–465, 2005.

NUNES, A.J.P. O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em “água doce”. *Revista Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 66, p. 15-19, 2001.

NUNES, A.J.P. Camarões marinhos: engenharia e logística operacional de berçários intensivos. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro. v. 12, n. 69, p. 25-37, 2002.

OLIVIER, A. et al. *Aquacultura de camarão em zona tropical. Guia de pesca e aquacultura*, Bruxelas, CDE, 2003.

PÁEZ-OSUNA, F. et al. Shrimp aquaculture development and the environment in the Gulf of California ecoregion, *Mar. Pollut. Bull.*, v. 46, n. 7, p. 806–815, 2003.

PEREGRINO, L.H. et al. Observações técnicas sobre o cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em águas de baixa salinidade. *Revista da ABCC*, Recife, v. 7, n. 4, p. 48 – 53. 2005

PETERSON, J.; DANIELS, H. Shrimp industry perspective on soil and sediment management. *World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, p. 182–186, 1992.

PONCE-PALAFOX, J.P. et al. The Effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 157, n. 1-2, p. 107 – 115, 1997.

ROCHA, I.P. et al. Carcinicultura Brasileira em 2003. Revista da ABCC, Recife, v. 6, n. 1, p. 30-36. 2004.

RODRIGUEZ, E.M. et al. Nursery rearing of *Penaeus monodon* (Fabricius) using suspended (Hapa) net enclosures installed in a pond. *Aquacult.*, Amsterdam, v.112, n. 1, p.107-111, 1993.

ROSAS, C. et al. Metabolism and growth of juveniles of *Litopenaeus vannamei*: effect of salinity and dietary carbohydrate levels. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 259, n. 1-22, p. 1–22, 2001.

ROY, L.A. et al. Supplementation of potassium, magnesium and sodium chloride in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquacult. Nutr.*, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 104-113, 2007.

SAOUD, I.P. et al. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 217, n. 1-4, p. 373–383, 2003.

SAOUD, I.P. et al. Chelated potassium and arginine supplementation in diets of pacific white shrimp reared in low-salinity waters of west Alabama. *North American J. of Aquacult.*, Amsterdam, v. 69, n. 3, p. 265–270, 2007.

SAMOCHA, T.M. et al. Growth and survival of juvenile *Penaeus vannamei* in low salinity water in a semi-closed recirculating system. *Isr. J. Aquac.*, Bamidgeh, v. 50, n. 2, p. 55-59, 1998

SAMOCHA, T. et al. Raceway nursery production increases shrimp survival and yields in Ecuador. *Global Aquacult. Advocate*, v. 3, p. 66- 68, 2000.

SILVA, I. P. da.; SILVA, J. A. A. da. Métodos estatísticos aplicados à pesquisa científica; uma abordagem para profissionais da pesquisa agro-pecuária. Recife: Imprensa Universitária UFRPE, 1999, 309p.

SILVA, A. H. G. Avaliação estatística das variáveis de cultivo do *Litopenaeus vanamei* (Boone, 1931) em água doce. 2006. Dissertação (mestrado em biometria) Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife. 2006, 57p

SPIEGEL, M. R. Probabilidade e estatística. 2 ed. São Paulo: McGraw – Hill de Barsil, 1985. 454p.

TANTULO, U.; FOTEDAR, R. Osmo and ionic regulation of black tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricius 1798) juveniles exposed to K⁺ deficient inland saline water at different salinities. *Comparative biochemistry and physiology a-molecular & integrative physiology*, v. 146, n. 2, p. 208-214, 2007.

UYAK V. et al. Multiple linear regression modeling of disinfection by-products formation in Istanbul drinking water reservoirs. *Science Of The Total Environment*, v. 378, n. 3, p. 269-280, 2007.

VENERO, J.A. et al. Variable feed allowance with constant protein input for the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under semi-intensive conditions in tanks and ponds. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 269, n. 1-4, p. 490-503, 2007.

VIACAVA, M. Feeder trays for commercial shrimp farming in Peru. *World Aquacult.*, v. 26, p. 11–17, 1995.

VIEIRA, S. Bioestatística tópicos avançados. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus , 2004.

WANG L.U.; CHEN J.C. The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* at different salinity levels. *Fish and Shellfish Immunology*, v. 18, n. 4, p. 269–278, 2005.

WASIELESKY, W. Jr. et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 258, n. 1-4, p. 396-403, 2006.

ZAR, J.H. Biostatistical Analysis. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

ANEXO

Acta Scientiarum. Animal Sciences

INSTRUÇÕES PARA AUTORES

1. *Acta Scientiarum. Animal Science* ISSN 1806-2636, é publicada trimestralmente pela Universidade Estadual de Maringá.
2. A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes da Zootecnia (Produção Animal), incluindo genética e melhoramento, nutrição e digestão, fisiologia e endocrinologia, reprodução e lactação, crescimento, etologia e bem estar, meio ambiência e instalações, avaliação de alimentos e produção animal.
3. Os autores se obrigam a declarar que seu manuscrito, relatando um trabalho original, não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outra revista.
4. Os dados, idéias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências bibliográficas, são de inteira responsabilidade do(s) autore(s). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do comitê editorial da revista.
5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.
6. Os artigos são publicados em português ou inglês. Devem ser concisos e consistentes no estilo.
7. Os artigos serão avaliados por consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito ou rejeitado pelo Conselho Editorial.
8. Estão listadas abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:
 - a) Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo, Palavras-chaves, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusão, Agradecimentos (Opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.
 - b) O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras.

- c) Deverão ser indicados os nomes completos dos autores (no máximo seis autores), seus endereços e o autor para correspondência (incluindo o e-mail deste).
- d) O resumo não excedendo 200 palavras, deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais e métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis palavras-chave deverão ser acrescentadas ao final, tanto do resumo como do abstract.
- e) Os artigos não deverão exceder 15 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no MS-Word, ou compatível, utilizando Times New Roman fonte 12.
- f) O trabalho deverá ser formatado em A4 e as margens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.
- g) Para serem submetidos aos consultores, os artigos deverão ser enviados em três cópias impressas, duas delas, sem a identificação de autoria. Se aprovado para publicação, será solicitado oportunamente o arquivo texto, portanto não encaminhar disquete.
- h) Tabelas, Figuras e Gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois de citados. Deverão ser bilíngües (português e inglês), sendo a parte em inglês digitada em itálico e em tamanho menor (TNR 10-11).
- i) As Figuras e as Tabelas deverão ter preferencialmente 7,65 cm de largura, e não deverão ultrapassar 16 cm.
- j) As Figuras digitalizadas deverão ter 300 dpi de resolução e preferencialmente gravados no formato jpg. Ilustrações em cores não serão aceitas para publicação.
- k) Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.
- l) As equações deverão ser editadas utilizando software compatível com o editor de texto.
- m) As variáveis deverão ser identificadas após a equação.
- n) As referências bibliográficas deverão ser organizadas em ordem alfabética, conforme os exemplos seguintes (ABNT). Citação no texto, usar o sobrenome e ano: Lopes (1980) ou (Lopes, 1980). Para dois autores, utilizar e (Lopes e Silva, 1990); para mais de dois autores, utilizar et al.

Livro

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. Edinburgh: Addison Wesley Longman, 1996.

GALLO, D. *et al. Manual de entomologia agrícola*. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1988.

Capítulo de Livros

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. *In: PANIZZI, A.R.P. (Ed.). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.* São Paulo: Manole, 1991. cap. 3, p. 9-65.

Monografia, Dissertação e Tese

ASSIS, M.A. *Digestibilidade in vitro, degradabilidade in situ e composição química de gramíneas do gênero Cynodon submetidas ou não a adubação nitrogenada.* 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)– Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.

COSTA, A.R.G. *Parâmetros bioquímicos do zooplâncton no reservatório da Pampulha: comparação de métodos de determinação protética.* 1994. Monografia (Especialização em Ciências Biológicas)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

Artigos

Os artigos indexados devem ser abreviados de acordo com a “*World List of Scientific Periodicals*”. RHOADES, M.M.; DEMPSEY, E. On the mechanism of chromatin loss induced by B chromosome. *Genetics*, Bethesda, v. 71, n. 1, p. 73-96, 1970.

RODRIGUES, L. *et al.* Produção, composição do leite e exigências nutricionais de cabras Saanen em diferentes ordens de lactação. *Acta Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v. 28, n. 4, p. 447-452, 2006.

Anais

KUMAR, A. O milheto como cultura granífera para ração. *In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO*, 1., 1999. Brasília. *Anais...* Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/Planaltina), 1999. p. 113-130.

Jornais

COUTINHO, W. O Paço da cidade retorna ao seu brilho barroco. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 6 mar. 1985. Caderno B, p. 6.

MINISTÉRIO proíbe fabricação e uso de agrotóxico à base de organoclorados. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 3 set. p. 25, 1985.

Documentos eletrônicos

ROUSH, W. Med student's web diary issues damning indictment of teaching hospitals. [S.l.: s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.ebooknet.com/story.jsp?id=911>>. Acesso em: 21 jul. 2000.

É sugerido que seja feita consulta a uma edição recente da *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, para verificar o formato dos artigos.

9. Os artigos deverão ser enviados para:

Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini Editor-chefe da Eduem Universidade Estadual de Maringá

Avenida Colombo, 5790, 87020-900 Maringá, Paraná, Brasil.