



## Uso de modelos matemáticos para avaliação das variáveis de manejo do *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

### Use of mathematical models for evolution of the management variables *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

Cândida Juliana Albertim SANTOS<sup>1\*</sup>, Daniel Locatelli SANTOS<sup>1</sup>, Paulo de Paula MENDES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA

<sup>2</sup> Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco -UFRPE

\*Email: julialbertim@yahoo.com.br

Recebido em 6 de janeiro de 2015

**Resumo** - Dados de cultivo de uma fazenda comercial do camarão *Litopenaeus vannamei*, foram utilizados para avaliar estatisticamente suas variáveis de manejo e identificar as mais significativas ( $P < 0,05$ ) sobre as variáveis respostas. As variáveis avaliadas foram: sobrevivência, peso final, fator de conversão alimentar, produção, produtividade e quantidade de ração, e as variáveis preditoras referentes ao manejo foram: número do viveiro e ciclo de cultivo, área do viveiro, mês, ano, densidade inicial, dias de cultivo, laboratório fornecedor de pós-larva e marca da ração. A técnica utilizada para modelagem foi a de regressão múltipla com seleção de variáveis. Para selecionar as variáveis significativas, em cada modelo, utilizou-se o processo de *Stepwise forward* ou *backward*. Associada a esta técnica utilizou-se transformadores, no vetor resposta, objetivando minimizar a soma dos quadrados dos resíduos. Ao relacionar as variáveis de manejo com as respostas de cultivo, verificou-se que houve uma relação significativa entre essas variáveis, em que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) variou de 51,92 a 84,60%. As variáveis de manejo que mais influenciaram nas respostas foram: mês de início do cultivo, ano em que houve o cultivo, tempo de cultivo, densidade de estocagem, área, laboratório fornecedor de pós-larvas, marca da ração e número de ciclos. As variáveis, laboratório fornecedor de pós-larvas, marca da ração e mês foram as mais significativas nas variáveis respostas produtividade, produção e quantidade de ração, indicando que a obtenção do sucesso na produção está fortemente associada a esses fatores.

Palavras-Chave: Camarão, produção, cultivo, *stepwise, forward*.

**Abstract** - Data of cultivations of a commercial farm of shrimp *Litopenaeus vannamei* were used to statistically assess variables of management and identify the most significant ones ( $P < 0.05$ ) on the variable responses. The variables evaluated were: survival, final weight, feed conversion factor, production, productivity and quantity of ration and the variables previous references about management were: pond number, cycle number, pond area, month, year, initial density, days of culture, post-larvae supplier, and ration brand. The technique used for modeling was multiple regressions with variable selection. To select the significant variables in each model, the stepwise process forward or backward were used. Associated to these techniques, transformers were used on response vector, aiming to minimize the sum of the square of the residuals. In relating the management variables with the culture responses, it was verified that there was a statistic relation between these variables, where the determination coefficient ( $R^2$ ), varied from 51.92 to 84.60%. The management variables that most influenced the responses were: month of culture beginning, year of culture, time of culture, stocking density, area, post-larvae supplier, ration brand and number of cycles. The post-larvae supplier, ration brand and month variables were the most significant in the productivity, production and quantity of ration responses, indicating that the achievement of success in production is associated to these factors.

Keywords: shrimp, production, cultivation, *stepwise, forward*.



## Introdução

A demanda por organismos aquáticos vem crescendo em ritmo acelerado nos últimos anos. Esse crescimento decorre da exploração indiscriminada dos estoques pesqueiros, da crescente diferença entre a quantidade de pescado capturado e da demanda de consumo por alimentos mais saudáveis, com menores taxas de gordura e colesterol. Dessa forma, a aquicultura tornou-se uma das alternativas mais viáveis para a suplementação de alimentos (Camargo & Pouey, 2005).

A produção aquícola tem crescido em média 8,4%, ao ano (desde 1950 até 2010). No ano de 2010 correspondeu a 78.945.012 t, avaliadas em 125,2 bilhões de dólares, um crescimento de 12,1% quando comparado ao ano anterior. Desse total, 39,2 milhões de toneladas provieram dos peixes, 19 milhões de toneladas das plantas aquáticas, 14,1 milhões de toneladas dos moluscos, 5,7 milhões de toneladas dos crustáceos e 877.612 t se referem a anfíbios, répteis e outras espécies de invertebrados aquáticos (FAO, 2012).

Dentre os segmentos que compõem a aquicultura pode-se destacar a carcinicultura, como sendo um dos setores que mais cresce no mundo, com uma produção equivalente a 5.725.193 t no ano de 2010. Desse total 66,1% referem-se aos peneídeos, os quais vêm apresentando uma taxa média de crescimento anual de 16,6%, com aumento de produção em torno de 7% entre 2009/2010. Em relação ao total produzido por esse agronegócio, 47,5% refere-se ao *Litopenaeus vannamei*, destacando-se como uma das espécies mais cultivadas no mundo com produção de 2.720.929 t. Entre os maiores produtores de camarão marinho destacam-se a China (1.448 t), Tailândia (566.796 t) e Vietnã (478.700 t). O Brasil encontra-se na 9ª posição com uma produção equivalente a 69.422 t (FAO, 2012).

Atualmente, o *L. vannamei* é a única espécie de camarão marinho cultivado no Brasil e quando associado às rações formuladas e demais manejos utilizados propiciou, nos anos de 2003, ao País, o título de maior produtividade mundial (6.084 kg/ha/ano). Atingindo, nesse mesmo ano, a maior produção do hemisfério ocidental com 90.190 t (Albertim, Mendes, Monteiro, Lopes, & Ferreira, 2007a). O Brasil dispõe de área, para produção de camarões marinhos, superior a 300 mil hectares (Streit et al., 2002). Desse potencial, apenas 16.593 ha tem sido utilizado e se concentra, em sua maioria, na região Nordeste, principal pólo produtor do país (Poersch, Cavalli, Júnior, Castello & Peixoto, 2006).

Em geral, as fazendas de camarão implantadas no Brasil adotam o sistema bifásico de cultivo, compostos pela fase berçário e de engorda. A primeira fase possui a finalidade de aclimatar as pós-larvas às condições locais em que, posteriormente, são transferidas aos viveiros de engorda (Nunes, 2004). A segunda fase, que é a de crescimento, emprega-se o método de cultivo semi-intensivo para sua criação comercial. Essa se caracteriza pela oferta de alimento artificial, em



complemento ao natural, densidades populacionais moderadas (aproximadamente 30 camarões/m<sup>2</sup>) e utilização de aeradores em horários críticos de escassez de oxigênio dissolvido (Pontes, 2006).

Nas fazendas comerciais várias são as técnicas empregadas, nas fases de berçário e engorda, visando atingir altos valores de produção. Dentre as técnicas ressaltam-se: aclimação, preparação do solo, monitoramento dos parâmetros que envolvem a qualidade da água nos viveiros, biometrias, fornecimento de ração, desinfecção, correção dos viveiros e fertilização. A avaliação zootécnica e econômica do cultivo é feita por meio de técnicas estatísticas com base nos bancos de dados que englobam as variáveis de produção e de manejo. Essas técnicas estatísticas vêm sendo utilizadas como um dos meios de se analisar esses bancos de dados das fazendas comerciais. Por meio dessa, pode-se modelar os parâmetros relacionados ao cultivo, a exemplo de vários autores (Pereira, 2001; Lima, 2005; Ximenes, Mendes, Bezerra & Silva, 2004; Bezerra, Silva & Mendes, 2007; Santos & Mendes, 2007; Albertim, Pinzón & Mendes 2007b).

A aplicação de regressão múltipla (com seleção de variáveis) têm sido uma dessas técnicas. Por meio dessa, busca-se aprimorar a produção e minimizar os custos desse agronegócio. Com essa técnica pode-se correlacionar os parâmetros das respostas do cultivo com as variáveis de manejo (Mendes, Mendes & Bezerra, 2006), ou seja, pode-se analisar o efeito exercido por duas ou mais variáveis independentes sobre uma variável dependente (Abbad & Torres, 2002).

Entre as variáveis dependentes, também designadas de respostas, pode-se destacar: sobrevivência, peso final, fator de conversão alimentar, quantidade de ração administrada, entre outras. Quanto às variáveis de manejo, ou independentes, destacam-se a origem das pós-larvas, densidade de estocagem, ração utilizada, tempo de cultivo, época do ano, povoamento direto ou não, etc.

Ao relacionar uma variável dependente em função de duas ou mais variáveis independentes, faz-se necessário selecionar aquelas que realmente são significativas no modelo. Segundo Neter & Wasserman (1974), o método mais utilizado para o processo de seleção de variáveis é o de “*Stepwise*” “*forward*” ou “*backward*”. Esse método consiste em testar as variáveis uma a uma e depois agrupa-las. Dependendo do valor da estatística “F” da análise de variância de entrada ( $F_{\text{entrada}}$ ) e saída ( $F_{\text{saída}}$ ), a variável poderá ser colocada no modelo ou não (Mendes, Mendes & Bezerra, 2006). Sendo possível identificar as variáveis independentes (manejo) que mais influenciaram, ou seja, as mais significativas em cada resposta de produção (Pereira, 2001; Ximenes, Mendes, Bezerra & Silva, 2004). Associada à técnica de “*Stepwise*” utiliza-se de transformadores, no vetor resposta, objetivando minimizar a soma dos quadrados dos resíduos.

Dessa forma, objetivou-se avaliar estatisticamente as variáveis de manejo, de uma fazenda comercial de camarão marinho da espécie *L. vannamei*, para identificar as mais significativas



( $P < 0,05$ ) sobre as variáveis respostas, e por meio dessa, buscar aprimorar a produção e consequentemente minimizar os custos desse agronegócio.

## Material e Métodos

Dados de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, oriundos de uma fazenda comercial, localizada no município de Itapissuma - PE foi utilizado para geração de um banco de dados e posterior análise. A referida fazenda possui uma área total de 35 ha dos quais 29,9 ha são destinados ao cultivo. Em relação ao método de cultivo adotado foi o sistema bifásico compreendido pelas fases berçário e de engorda. O berçário foi composto por seis tanques de alvenaria com formato circular, as pós-larvas foram estocadas por um período de 10 a 12 dias e, posteriormente, transferidas para os viveiros. Para fase de engorda (crescimento) foram utilizados 14 viveiros com área que variaram entre 1,5 a 3,2 ha.

Em relação aos parâmetros de qualidade da água foi aplicada estatística descritiva nos dados. Os parâmetros foram mensurados diariamente, de forma a monitorar sua qualidade e adotar ações corretivas, quando necessária. Os parâmetros mensurados foram: oxigênio de fundo e superfície, temperatura de fundo e superfície, pH, salinidade e transparência. O banco foi formado inicialmente com 47 dados de cultivo e as informações, referente ao período de 2005 a 2007. O Banco de Dados foi constituído pelas variáveis dependentes (resposta de cultivo) e as independentes referentes ao manejo (Tabela 1).

A variável “laboratório fornecedor de pós-larva” (LFPL) e “marca da ração” (MR) foram representados por quatro diferentes empresas, recebendo dessa forma a denominação LFPL<sub>1</sub>, LFPL<sub>2</sub>, LFPL<sub>3</sub>, LFPL<sub>4</sub> e MR<sub>1</sub>, MR<sub>2</sub>, MR<sub>3</sub>, MR<sub>4</sub>, respectivamente, como estratégia para preservar suas razões sociais.

**Tabela 1.** Variáveis que compuseram o banco de dados referente à produção e ao manejo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.

Variáveis dependentes	Variáveis independentes
Sobrevivência (%) - (SOB)	Número do viveiro - (NV)
Peso médio (kg) - (PM)	Número de ciclos - (NC)
Fator de conversão alimentar - (FCA)	Área do viveiro (ha) - (AV)
Produção/ha - (PRD)	Mês do cultivo - (MC)
Produtividade (kg/ha/Ciclo) - (PRDT)	Ano do cultivo - (AC)
Quantidade de ração (kg) - (QR)	Densidade de estocagem (cam/m <sup>2</sup> ) - (DE)
	Tempo de cultivo - (TC)
	Laboratório fornecedor de pós-larva - (LFPL)
	Marca da ração - (MR)



Com o intuito de relacionar as variáveis respostas (dependente) com as predictoras (independente) (Tabela 1), utilizou-se o seguinte modelo linear múltiplo:

$$\text{Resposta } i^{\lambda} = \beta_0 + \beta_1 \text{NV} + \beta_2 \text{NC} + \beta_3 \text{AV} + \beta_4 \text{MC} + \beta_5 \text{AC} + \beta_6 \text{DE} + \beta_7 \text{TC} + \\ + \beta_8 \text{LFPL}_1 + \beta_9 \text{LFPL}_2 + \beta_{10} \text{LFPL}_3 + \beta_{11} \text{MR}_1 + \beta_{12} \text{MR}_2 + \beta_{13} \text{MR}_3 + \epsilon_i$$

Em que: Resposta- variáveis dependentes;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{13}$ - parâmetros do modelo; NV- Número de viveiros; NC- Número de ciclos; AV- Área do viveiro; MC- Mês do cultivo; AC- Ano do cultivo; DE- Densidade de estocagem; TC- Tempo de cultivo; LFPL: Laboratório fornecedor de pós-larva; MR: Marca da ração;  $\epsilon_i$  : erro associado a i-ésima observação.

As variáveis predictoras qualitativas (Laboratório fornecedor de pós-larva e marca da ração) foram inseridas no modelo sob forma de variáveis muda (0 ou 1), em que “0” representou ausência da característica e “1” sua presença. Para selecionar as variáveis predictoras significativas no modelo ( $P < 0,05$ ), em relação às respostas, utilizou-se a técnica “*stepwise*” “*forward*” e/ou “*backward*”, onde o valor da estatística “F” da análise de variância (ANOVA) de entrada e saída de variáveis foi 4. Associado a essa técnica utilizou-se de transformadores, com o intuito de minimizar a soma dos quadrados dos resíduos.

Os parâmetros dos modelos ( $\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_{13}$ ) foram estimados com a aplicação da técnica dos mínimos quadrados. Para constatar se as equações obtidas poderiam ser utilizadas, ou seja, para verificar se as variáveis predictoras inseridas na equação explicariam a variabilidade da variável resposta, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) para regressão. Posteriormente, realizou-se análise de normalidade dos erros utilizando Shapiro-Wilk e análise de resíduos, para detectar tendências ou pontos discriminantes. Todos os cálculos foram realizados utilizando o software SysEAPRO (versão 1.0) e o programa Microsoft Excel/2010.

## Resultados e Discussão

Dos 47 dados de cultivo foram utilizados apenas 40 por estarem completos ou pela sua consistência técnica. Ao aplicar a estatística descritiva, nesses dados, verificou-se que a referida fazenda apresentou atividades recentes, uma vez que os viveiros se encontravam em seus primeiros ciclos (máximo  $\text{NC}=5$ ). Também, utilizaram como estratégia de manejo baixa densidade de estocagem das pós-larvas ( $29,04 \pm 2,28 \text{ cam/m}^2$ ). Sendo essa uma das estratégias empregadas que contribuiram para obtenção de taxas médias de sobrevivência de  $71,73 \pm 5,87\%$  e produtividade de  $1.821,78 \pm 144,39 \text{ kg/ha/ciclo}$  (Tabela 2).

Ao relacionar o número do viveiro, número de ciclo, área do viveiro, mês e ano do cultivo, densidade de estocagem, tempo de cultivo, laboratório fornecedor de pós-larva e marca da ração com as respostas de cultivo (sobrevivência, peso médio, fator de conversão alimentar, produção, produtividade e quantidade de ração), verificou-se que houve uma relação estatística entre essas



variáveis, em que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) variou de 51,92 a 84,60% (Tabela 3).

Com base nas variáveis de manejo selecionadas nos modelos (Tabela 3), verificou-se que a DE e MC foram as mais relacionadas enquanto que AC e NC foram às de menor importância (Tabela 4). Esses resultados corroboram com o trabalho realizado por Bezerra, Silva & Mendes (2007), e contradiz o realizado por Santos & Mendes (2007), em virtude do AC, MR e NC não terem influenciado nas variáveis respostas, portanto, não aparecendo nos modelos.

**Tabela 2.** Dados de cultivos do *Litopenaeus vannamei* oriundos de uma fazenda comercial do estado de Pernambuco, no período de 2005 a 2007.

Variável	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm 1,96 S\bar{x}$
Área viveiro (ha)	1,5	3,2	$2,5^1 \pm 0,1$
Tempo de cultivo (dias)	99	166	$126,7 \pm 5,1$
Densidade estocagem (cam/m <sup>2</sup> )	16,4	47	$29,04 \pm 2,28$
Sobrevivência (%)	33,8	100	$71,73 \pm 5,87$
Peso Médio (g)	6,9	14,4	$9,31 \pm 0,60$
Quantidade de ração (kg)	3.293	12.833	$7003,6 \pm 706,4$
Fator de conversão alimentar	1,03	2,54	$1,73 \pm 0,11$
Produtividade (kg/ha/ciclo)	1.014	3.001	$1821,78 \pm 144,39$
Produção (kg)	2.138	7.549	$4067,45 \pm 351,10$
Número de ciclos	1	5	$2,45 \pm 0,3643$

<sup>1</sup>- Média obtida de 40 dados;  $S\bar{x}$  - Erro padrão da média.

**Tabela 3.** Relação entre as variáveis de manejo e as respostas do cultivo do *Litopenaeus vannamei*.

	Modelo	F *	Prob (F) **	$R^2$
PM	$= 5690,3855 - (0,2242 * MC) - (2,8334 * AC) + (0,0377 * TC) - (0,3508 * LFPL_2 * MC)$	14,38	>0,0001	0,6218
FCA	$= -0,8394 + 0,0222 * DE + 0,0152 * TC$	28,55	>0,0001	0,6068
SOB	$= 80,6269 + 2,702 * MC - 0,0116 * DE * TC + 0,0541 * NC * TC$	12,95	>0,0001	0,5192
PRD	$= -1374,0374 + 137,7854 * MC + 1529,2975 * AV + 54,6479 * DE - (1633,7304 * LFPL_2) - (688,3658 * MR_1)$	20,66	>0,0001	0,7524
PRDT	$= 1927,426 + 66,1292 * MC - (310,6809 * AV) + 14,9338 * DE - (529,7546 * LFPL_2) - (435,6978 * MR_1) - (455,6704 * MR_2)$	14,03	>0,0001	0,7185
QR	$= -9251,5149 + 228,5165 * MC + 1776,1833 * AV + 141,408 * DE + 59,1195 * TC - (1464,0293 * LFPL_2) - (1197,2999 * MR_1) - (1826,5437 * MR_2)$	25,90	>0,0001	0,8460

\* F - Estatística F da ANOVA para regressão; \*\* Prob (F) - Probabilidade da estatística F ser rejeitada;  $R^2$  - Coeficiente de determinação.



**Tabela 4.** Variáveis de manejo e suas influências nas de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.

Variáveis	Nº de vezes nos modelos
DE – Densidade de estocagem	5
TC – Tempo de cultivo	4
MC – Mês de início do cultivo	5
AC – Ano que houve o cultivo	1
AV – Área do viveiro	3
LFPL – Laboratório fornecedor de PL	3
MR – Marca da ração	3
NC – Número de ciclos	1

Analisando o modelo de predição do peso médio (PM) final gerado em função das variáveis de manejo (Tabela 3) verificou-se que MC, AC, TC e LFPL<sub>2</sub> foram as variáveis que influenciaram significativamente o PM. Entre essas variáveis apenas o TC influenciou positivamente (coeficiente positivo). Logo, quanto maior o tempo de cultivo, conseqüentemente maior será o peso final. Esses resultados confirmam o que foi relato no trabalho desenvolvido por Bezerra, Silva & Mendes (2007), onde o tempo de cultivo maximizou a variável resposta peso médio. Já as outras variáveis influenciaram de forma negativa comprometendo o peso dos camarões.

Pode-se observar que o mês de cultivo influenciou negativamente (coeficiente negativo) o peso médio final (PM), ou seja, os meses de janeiro (1) a junho (6) propiciam um PM maior do que julho (7) a dezembro (12). Essa variável de manejo quando em interação com o laboratório fornecedor de pós-larva LFPL<sub>2</sub>, potencializou mais negativamente o peso final. Ressalta-se que o peso médio atingido pelos camarões no momento da despesca depende não só de critérios técnicos, mas também de mercado e climático. Em relação aos critérios climáticos Ostrensky & Pestana (2000) ao desenvolver trabalhos com o *Farfantepenaeus paulensis*, constatou que os camarões povoados em maio e junho (final de outono e início de inverno) foram despescados com menor peso médio final em relação aos demais povoamentos. Esses resultados corroboram com o presente trabalho, uma vez que, ao analisar a massa de dados, observou-se que cultivos realizados nesse mesmo período (maio e junho) foram obtidos camarões com pesos finais menores quando comparado os cultivos realizados em outros meses.

Em relação ao ano de cultivo (AC) observou-se que foi estimado negativamente. Isso pode ser justificado por dois pressupostos: queda da sustentabilidade e/ou exigências do mercado para um peso menor. Verificou-se também que ao utilizar pós-larvas oriundas do LFPL<sub>2</sub>, houve uma perda no ganho de peso, constatando-se que é possível obter um melhor ganho de peso (superior a 17%) ao utilizar pós-larvas oriundas de outras larviculturas (LFPL<sub>1</sub>, LFPL<sub>3</sub> e LFPL<sub>4</sub>). Isso



evidencia uma falta de qualidade das pós-larvas fornecidas pelo LFPL<sub>2</sub>. Resultados similares foram relatados por Bezerra, Silva & Mendes (2007) em que o peso médio final foi influenciado pelo LFPL.

Ao analisar o FCA, verificou-se que esta variável foi fortemente influenciada apenas pelas variáveis, tempo de cultivo (TC) e densidade de estocagem (DE). Pode-se observar que com a maximização do tempo de cultivo houve um maior gasto de ração, levando dessa forma ao aumento do FCA, sendo o mesmo observado para a variável DE. Analisando o banco de dados em relação à DE constatou-se a possibilidade de se obter FCA mais baixos (em média 1,44) ao se trabalhar com DE entre 16,4 – 20,3 cam/m<sup>2</sup>. Densidades superiores a 30 cam/m<sup>2</sup> propiciaram FCA de até 2,54.

O FCA está intimamente relacionado com a biota natural do viveiro, ou seja, o alimento natural. Quanto maior o aproveitamento desse alimento, maior será a conversão alimentar do *L. vannamei* com menor requerimento de ração, o que minimizará os custos para produção. Segundo Barbieri & Ostrensky (2002), cultivos com densidade superiores a 12 cam/m<sup>2</sup>, tendem a esgotar o alimento natural existente nos viveiros, em média, a partir da oitava semana de cultivo. Portanto, quanto maior a densidade, menor será a disponibilidade de alimento natural, logo maior será o fator de conversão alimentar. Andreatta (1996) ressalta ainda a importância do monitoramento da biota natural do viveiro, pois além de proporcionar FCA baixo, alimentar os camarões preferencialmente de organismos vivos, na fase inicial do seu ciclo de vida, os tornam mais resistentes ao manejo de cultivo.

Observando as variáveis que influenciaram na resposta SOB, verificou-se que o mês de cultivo e a interação (NC x TC) influenciaram positivamente, enquanto que a interação DE x TC influenciaram negativamente. Constatou-se que existe uma relação inversa entre DE e TC em relação à SOB. Analisando o banco de dados pode-se observar que cultivos com DE abaixo de 20 cam/m<sup>2</sup>, apresentaram sobrevivência média de 89,67%. Por outro lado, essa porcentagem decresceu nos cultivos com DE acima de 30 cam/m<sup>2</sup> (65,58%). Evidenciou-se que a SOB foi inversamente proporcional a DE (numa faixa de 16 – 47 cam/m<sup>2</sup>), ou seja, quanto maior a DE, conseqüentemente, menor será a SOB, em se tratando de cultivos autotróficos. Esses valores coincidiram com os obtidos por Almeida et al. (1999) ao testar diferentes densidades de estocagem em tanques, em que obtiveram taxas de sobrevivência final de 82,5 e 70%, ao cultivar o *L. vannamei* a densidade de 20 e 30 cam/m<sup>2</sup> respectivamente. Siddiqui, Al-Hafedh, Al-Harbi & Ali (1997) observaram taxas de sobrevivência entre 70 e 93%, em cultivos sob densidades abaixo de 20 cam/m<sup>2</sup>. Assim como a DE o TC também se apresentou inversamente proporcional a SOB. Cultivos abaixo de 120 dias apresentaram uma SOB média de 70,74% e acima de 120 dias



apresentaram decréscimo referente a 67,45% de SOB.

As variáveis preditoras que influenciaram na variável resposta de PRD foram às mesmas que influenciaram na PRDT, ou seja, MC, AV, DE, LFPL<sub>2</sub>, MR<sub>1</sub> e MR<sub>2</sub> (com exceção da MR<sub>2</sub> que só influenciou na PRDT). Em ambos os casos as variáveis MC, AV e DE influenciaram positivamente, constatando-se que quanto maior a DE conseqüentemente maior será a PRD e PRDT. Em relação a LFPL<sub>2</sub>, MR<sub>1</sub> e MR<sub>2</sub> observou-se que houve uma minimização na PRD e PRDT ao utilizar esse laboratório e marca de ração. Constatou-se que utilizar pós-larvas oriundas de outros laboratórios (LFPL<sub>1</sub>, LFPL<sub>3</sub> e LFPL<sub>4</sub>) bem como outras marcas de rações (MR<sub>3</sub> e MR<sub>4</sub>) foi possível obter maiores valores de PRD e PRDT (acima de 50%).

Ostrensky & Pestana (2000), constataram em seus trabalhos que provavelmente, a causa da perda de rendimento de *F. paulensis* na fase final dos cultivos se deva à má adequação nutricional das rações utilizadas, ou seja, as possíveis deficiências das rações disponíveis no mercado foi um sério fator limitante para o aumento da produtividade dos cultivos realizados com *F. paulensis*. Além da marca da ração a possibilidade das pós-larvas oriundas do LFPL<sub>2</sub> serem de baixa qualidade pode ter sido um dos fatores que levaram a minimizar a PRD e PRDT. Segundo Barbieri & Ostrensky (2002) utilizar pós-larvas de má qualidade pode acarretar em grande mortalidade no povoamento dos viveiros, além de ocasionar na obtenção de taxas de crescimento e conversão alimentar insatisfatórias.

De acordo com o modelo apresentado, referente à variável resposta quantidade de ração (QR), constatou-se que à medida que se aumenta a DE e TC, conseqüentemente houve uma maximização na quantidade de ração administrada. Cultivos com DE abaixo de 20 cam/m<sup>2</sup>, apresentaram um gasto médio de 4.928 kg de ração (área média de 2,16 ha), enquanto que os com DE superior tiveram um gasto referente a 34,5% a mais. Segundo Martinez-Cordova et al. (1998), uma das formas de se ter um controle da quantidade de ração administrada é monitorando o alimento através da utilização de comedouros (bandejas). Pois a ração ofertada em comedouros pode constituir uma ferramenta útil na melhoria do seu aproveitamento. Conseqüentemente, haverá uma diminuição dos custos com ração e dos impactos ambientais causados no solo do viveiro.

Os parâmetros da qualidade da água mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis. Com exceção da salinidade e transparência, que apresentaram valores ligeiramente acima do recomendado (Tabela 5). Apesar da salinidade ideal encontrar-se entre 12 – 28 ‰ (Barbieri & Ostrensky, 2002), o *L. vannamei* apresenta grande tolerância à mesma e uma vez aclimatado ao ambiente, não costuma apresentar limitações em relação à salinidade da água. Com base nos níveis de transparência verificou-se que a água manteve-se muito clara, conseqüentemente com o fitoplâncton muito escasso. Barbieri & Ostrensky (2002) recomendam para tal, fertilizar o viveiro



para promover uma maior incidência de fitoplâncton no ambiente, uma vez que, a falta do mesmo pode promover dificuldades no crescimento do camarão. Essa é atribuída em função da intensidade e do tipo de luz que chega até o fundo.

A manutenção dos parâmetros de qualidade da água nos níveis pré-fixados ou considerados ideais, é de grande importância, já que é comprovado que os fatores físicos e químicos podem interferir no consumo alimentar e no processo de crescimento de camarões peneídeos (Nunes, Gesteira & Goddard, 1997).

**Tabela 5.** Variação dos parâmetros de qualidade da água dos viveiros utilizados no cultivo do *Litopenaeus vannamei*.

Variável	Mínimo	Máximo	$X \pm 1,96 S_x$
Oxigênio de fundo (mg/L)	3,175	6,042	$4,9663^1 \pm 0,2494$
Oxigênio de superfície (mg /L)	5,5551	8,0885	$6,3951 \pm 0,2947$
Temperatura de fundo (C°)	27,7164	30,7279	$29,5268 \pm 0,2029$
Temperatura de superfície (C°)	27,4792	27,87	$27,6626 \pm 0,4882$
pH	7,5076	8,85	$8,0667 \pm 0,1076$
Salinidade (g/L)	20,6522	39,2	$29,5312 \pm 1,6362$
Transparência (cm)	44,0789	94,5455	$59,6991 \pm 4,0405$

<sup>1</sup>- Média obtida de 40 dados;  $S_x$  - Erro padrão da média.

## Conclusões

Ao relacionar as variáveis de produção com as de manejo do *Litopenaeus vannamei* pode-se concluir que é possível relacioná-las matematicamente. Que as variáveis de manejo que mais influenciaram foram o mês e ano de cultivo, tempo de cultivo, densidade de estocagem, área, laboratório fornecedor de pós-larvas, marca da ração e número de ciclos. Que as variáveis, laboratório fornecedor de pós-larvas, marca da ração e mês foram altamente significativas na produtividade, produção e quantidade de ração.

## Referências

- Abbad, G. & Torres, C. V. (2002). Regressão múltipla *stepwise* e hierárquica em Psicologia Organizacional: aplicações, problemas e soluções. *Estudos de Psicologia*, 7(spe):19-29.
- Albertim, C. J. L., Mendes, P. P., Monteiro, S.R.R., Lopes, Y. V.A. & Ferreira, D. A. (2007a). Cultivo de camarão marinho em meio heterotrófico. In: *Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE* (pp. 1-2). Recife: Anais do JEPEX, 7.
- Albertim, C. J. L., Pinzón, C. & Mendes, P. P. (2007b). Avaliação das variáveis de manejo do camarão *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931), utilizando modelos matemáticos. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca* (pp. 31-31). Manaus: Anais do CONBEP, 15.
- Almeida, S. A. A., César, J. R. O., Igarashi, M. A., Bezerra, F. J. S. & Carvalho, M. C. (1999).



Estudo preliminar do cultivo de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) em tanques com diferentes densidades de estocagem. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca* (pp. 648-653). Recife: Anais do CONBEP, 11.

Andreatta, E. R. (1996). Produtividade natural de viveiros e sua importância na carcinicultura. In: *Workshop do Estado do Ceará Sobre Cultivo de Camarão Marinho* (pp. 101-106). Fortaleza: Anais do GECMAR, 1.

Barbieri, R.C.J. & Ostrensky, A.N. (2002). *Camarões marinhos - Engorda*. Viçosa: Editora Aprenda Fácil.

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*, 42 (3):385-391.

Camargo, S. G. O. & Pouey, J. L. O. F. (2005). Aqüicultura - Um Mercado em Expansão. *Revista Brasileira de Agrociência*, 11(4): 393-396.

FAO (Food and Agriculture organization). Aquacult-PC: fishery information, data and statistics (FIDI), time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fishers (quantities). Programa Computacional, Rome, 2012.

Lima, R.J.W. (2005). *Análise estatística das variáveis de cultivo do camarão Litopenaeus vannamei (Boone, 1931)* [Monografia]. Recife (PE): Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Martinez-Cordova, L.R., Porchas-Cornejo, M. A., Villarreal-Colemnares, H., Calderon-Perez, J. A. & Naranjo-Paramo, J. (1998). Evaluation of Three Feeding Strategies on the Culture of White Shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931 in low water exchange ponds. *Aquacultural Engineering, Amsterdam*, 17(1): 21-28.

Mendes, P. P., Mendes, E. S. & Bezerra, A. M. (2006). Análise estatística dos parâmetros aqüícolas, com fins a otimização da produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(spe): 886-903.

Neter, J. & Wasserman, W. (1974). *Applied Linear Statical Models: Regression Analysis de Variance, and experimental Designs*. Homewood: Rechar D. Irwin.

Nunes, A.J. (2004). *Fundamentos da engorda de camarões marinhos*. Recife: Guia Purina.

Nunes, A.J.P., Gesteira, T.C.V. & Goddard, S. (1997). Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, 149(1-2): 121-136.



- Ostrensky, A. & Pestana, D. (2000). Avaliação das taxas de crescimento de *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) em viveiros de cultivo. *Archives of Veterinary Science*, 5(1): 5-15.
- Pereira, E.M.A. (2001). *Análise dos parâmetros de crescimento do camarão de água doce Macrobrachium rosenbergii (De Man, 1879), cultivado em tanques rede*. [Dissertação de Mestrado]. Recife(PE): Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Poersch, L.H., Cavalli, R. O., Júnior, W.W., Castello, J.P. & Peixoto, S. R. M. (2006). Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Cienc. Rural*, 36(4): 1337-1343.
- Pontes, C. S. (2006). Padrão de deslocamento do camarão marinho I (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) nas fases clara e escura ao longo de 24 horas. *Rev. Bras. Zool.*, 23( 1): 223-227.
- Santos, B. L. S. & Mendes, P. P. (2007). Análise Estatística das Variáveis de Cultivo do Camarão-Cinza *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 2(1):128-142.
- Siddiqui, A. Q., Al-Hafedh, Y. S., Al-Harbi, A. H. & Ali, S. A. (1997). Effects of Stocking Density and Monosex Culture of Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* on Growth and Production in Concrete Tanks in Saudi Arabia. *Journal of the World Aquaculture Society*, 28(1):106-112.
- Streit, D. P., Lupchinski, E., Moreira, H. L. M., Ribeiro, R. P., Moraes, G. V. & Vargas, L. D. (2002). Perspectivas atuais da aquicultura marinha no Brasil. *Revista Acadêmica Multidisciplinar Urutágua(online)*,1(04): Zootecnia.
- Ximenes, N. P., Mendes, P. P., Bezerra, A. M. & Silva, A. H. G. (2004). Modelagem Estatística dos Dados de Produção de Fazenda de Camarão Marinho (*Litopenaeus vannamei*, BOONE, 1931). In: *Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE* (pp. 1-2). Recife: Anais do JEPEX,4.