

CULTIVO INTENSIVO DE JUVENIS DO CAMARÃO ROSA *Farfantepenaeus paulensis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) EM CERCADOS: AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO SISTEMA DE ENGORDA NUMA ENSEADA ESTUARINA DA LAGOA DOS PATOS

PABLO JORGENSEN

Lab. de Ecologia Vegetal Bentônica, CICESE, Carretera Tijuana-Ensenada Km. 107, 22860 Ensenada – México
pjorgens@cicese.mx

CARLOS EMÍLIO BEMVENUTI

Laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos, Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
Caixa Postal 474, 96201-900, Rio Grande, RS-Brasil.

RESUMO

Numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos (Brasil) foi realizado um experimento com o objetivo de avaliar a eficiência do cultivo em cercados, no crescimento e na taxa de sobrevivência de juvenis de *Farfantepenaeus paulensis*. A contribuição de uma ração de baixo custo também foi estudada. Foram considerados três períodos de engorda de 20, 40 e 60 dias cada um, iniciados em 1 de fevereiro de 1997. Cada período recebeu quatro tratamentos: R: cercados com 60 camarões e a adição diária de uma ração caseira; S: cercados com 60 camarões, sem ração; E: cercados vazios; C: áreas não cercadas. Apesar da disponibilidade de alimento natural e as condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento do cultivo, a produção natural do sistema sustentou uma biomassa final de camarão de apenas 209 kg.ha⁻¹. Este valor representou 19% da produção de *F. paulensis* nos cercados onde foi adicionada ração (R = 1092 kg.ha⁻¹). Porém, após 60 dias de cultivo a biomassa média individual dos camarões em R foi reduzida (7,0 g) e a taxa de sobrevivência pobre (26%). Concluímos que uma densidade inicial menor, de acordo com a capacidade de suporte do meio e a adoção de uma ração de qualidade nutritiva superior são necessárias.

PALAVRAS-CHAVE: camarão; *Farfantepenaeus paulensis*; cercados; cultivo; Brasil

ABSTRACT

Intensive culture of juvenile pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) in pen-cages: experimental evaluation of the rearing system in an estuarine inlet of the Lagoa dos Patos

An experiment was carried out in an estuarine inlet of Lagoa dos Patos (Brazil), with the objective of evaluating the efficiency of pen-culture in the growth and survival rates of *Farfantepenaeus paulensis*. The contribution of a low-cost ration was also studied. The experiment consisted of three culture periods of 20, 40 and 60 days each one, initiated on February 1, 1997. Every period received four treatments: R: pen-cages of 60 shrimps with a daily home-made ration; S: pen-cages of 60 shrimps without ration; E: pen-cages with neither shrimps nor ration; C: uncaged areas. In spite of the availability of natural food and the favorable environmental conditions for culture development, the natural production of the system sustained a final shrimp biomass of hardly 209 kg.ha⁻¹. This value represented 19% of the production of *F. paulensis* supported in pen-cages where extra food was added (R = 1092 kg.ha⁻¹). Furthermore, after 60 days shrimp biomass in R cages resulted in an individual mean of only 7,0 g and in a poor survival rate (26%). We conclude that a minor initial density, in agreement with the carrying capacity of the system, and the adoption of a ration of superior nutrient quality it is advised.

KEYWORDS: shrimp; *Farfantepenaeus paulensis*; pen-cage; culture; Brazil

1 – INTRODUÇÃO

A dificuldade na fiscalização e no manejo de populações naturais submetidas à exploração pesqueira promoveu com frequência o desenvolvimento da aquacultura (Bardach *et al.* 1972). Através desta prática, e mediante a manipulação adequada do meio, a produção de lagunas pode ser direcionada. Desta forma, ambientes propícios para a criação de camarões penaeídeos conseguem ser racionalmente aproveitados (Macintosh 1994).

No estuário da Lagoa dos Patos a sobrepesca do camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis* (D'Incao 1991, Valentini *et al.* 1991), aliada a imprevisibilidade das safras na região (Castello & Möller 1978), motivaram estudos para a engorda de juvenis da espécie em cercados de cultivo (Marchiori 1983, Wasielesky *et al.* 1995). O crescimento em cercados requer baixos custos de inversão, possibilitando o acesso de pescadores artesanais à produção de camarões em cativeiro (Macintosh 1994). Porém, o cultivo em baías, fiordes e outras áreas costeiras, acompanhado de uma prática intensiva de estoque e alimentação, pode resultar no incremento da sedimentação, da demanda bioquímica de oxigênio e da acumulação de nutrientes (Pillay 1992).

Experimentos preliminares de crescimento do camarão rosa, sob densidades iniciais elevadas em cercados dispostos em áreas rasas protegidas na região estuarina da Lagoa dos Patos, mostraram resultados promissores para seu cultivo na região Sul do Brasil (Wasielesky *et al.* 1995, Dolci *et al.* 1996) motivando a continuação dos estudos. Neste contexto foi planejado um experimento de campo simulando a manutenção do camarão *F. paulensis* no interior de cercados replicados numa enseada do mesmo estuário. A eficiência do cultivo

e a contribuição da adição de uma ração de elaboração caseira foram avaliadas para diferentes períodos de engorda em virtude do crescimento e da sobrevivência apresentados pelos camarões em cativeiro. Foram também analisados impactos potenciais sobre parâmetros ambientais da água e do sedimento, derivados da presença da estrutura de cultivo, da inclusão de camarões e da adição de alimento extra, que puderam afetar a produção final de *F. paulensis*.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Área de estudo

O experimento foi implantado na região estuarina da Lagoa dos Patos numa enseada conhecida localmente como Saco do Justino (fig. 1). Esta enseada rasa de 2 km de diâmetro e uma superfície aproximada de 250 ha (Marchiori *et al.* 1981, Kantin 1983) apresenta uma profundidade máxima de 1,5 m em sua parte central e fundo constituído principalmente por sedimentos arenosos e areno-lodosos (Bemvenuti 1987).

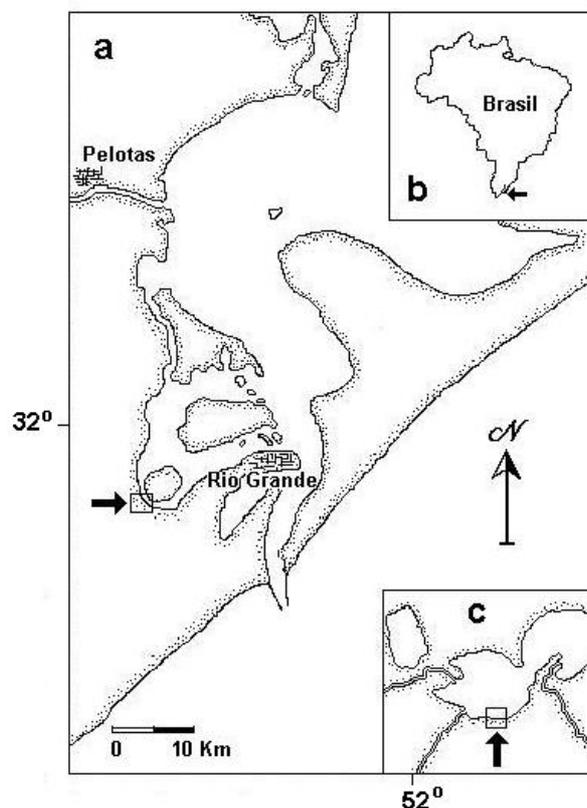


FIGURA 1 – Localização da área amostral no estuário da Lagoa dos Patos (a), no litoral sul do Brasil (b), e detalhe da enseada Saco do Justino (c) com a respectiva sinalização do local de instalação do experimento de engorda.

Altas concentrações de nutrientes e uma elevada produção primária e secundária caracterizam o Saco do Justino como um sistema eutrófico (Kantin 1983, Niencheski e Baumgarten 1983) e, de acordo com o comportamento dos principais parâmetros ambientais considerados em estudos prévios (Marchiori *et al.* 1981, Marchiori 1983), propício para o desenvolvimento de cultivos estivais de crustáceos decápodos de importância comercial.

2.2 – Procedimento experimental

Dois fatores foram considerados no experimento. Um primeiro fator fixo, denominado 'tratamento', constituído por quatro níveis diferentes: R, S, E, C. O segundo fator, também fixo, representou diferentes etapas ou períodos de tempo de cultivo e teve três níveis: as etapas 1, 2 e 3 de 20, 40 e 60 dias de duração respectivamente, iniciadas todas em 1 de fevereiro de 1997. Em cada uma das etapas foram aplicados os tratamentos: R: cercados com inclusão de 60 camarões mais a adição de uma ração fresca de rejeito de pesca (80% peixes, 15% *Artemesia longinaris* e 5% *Callinectes sapidus*) em proporção aproximada a 10% da biomassa inicial estimada do total de camarões por cerco. O alimento picado, misturado e pesado foi congelado até o

fornecimento diário no final da tarde (17-19h). S: cercados com a inclusão de 60 camarões sem adição de ração; E: cercados sem camarões nem adição de ração, como controle dos efeitos do artefato de cultivo e exclusão dos macropredadores epibentônicos; C: pontos não cercados, representando o ambiente natural, como controle das condições gerais do experimento. Três réplicas por etapa e por tratamento totalizaram 36 unidades experimentais dispostas no campo seguindo um desenho completamente aleatorizado (Hurlbert 1984). As unidades contíguas foram situadas espaçadas três metros umas de outras formando um arranjo retangular de 13 x 37 m de lado, a 50 m da linha de costa com seu eixo maior paralelo a esta.

Para a inclusão dos camarões foram utilizadas réplicas pequenas que simulassem as condições de cultivo nos cercos habitualmente empregados. Os cercados experimentais de 1 m de lado e 1 m de altura foram construídos com bastidores metálicos (protegidos contra a corrosão) e uma malha de arame de 5,5 mm de abertura para evitar a fuga dos camarões incluídos e a invasão de macropredadores epibentônicos. A porção inferior da referida malha foi enterrada mais de 5 cm no interior do sedimento de tal forma que os cercados apresentaram uma altura de 40-45 cm a partir da interface sedimento-água. A parte superior de cada cercado, sempre próxima à superfície, foi coberta com um teto de malha de nylon seda da mesma abertura que a utilizada na construção de suas paredes.

Os camarões capturados no ambiente natural na noite do 31 de janeiro, com rede de arrasto de 10 mm de abertura de malha, foram imediatamente incluídos nos cercados correspondentes na densidade estabelecida a partir do rendimento mostrado em experimentos de cultivo anteriores (Wasielesky *et al.* 1995, Dolci *et al.* 1996). Cada arrasto teve uma duração máxima de três minutos. Foram selecionados unicamente exemplares que mostraram não ter sofrido danos durante a captura, com mais de 5 cm de comprimento total em vista do tamanho de malha empregado na construção dos cercados (Dolci *et al.* 1996). Dezoito dos camarões capturados nos arrastos foram fixados em formalina 5 % para estimação do peso úmido e do comprimento médio da carapaça (segundo Neiva & Mistakidis 1966), da população incluída nos cercados.

2.3 – Parâmetros físico-químicos da água

Diariamente, à tarde (17-18h), foram realizadas medições da temperatura da água próxima ao fundo com termômetro de mercúrio de precisão $\pm 1^\circ \text{C}$, e da salinidade, com refratômetro manual de precisão ± 1 no ambiente natural. Registraram-se também, mas a cada cinco dias a partir de 31 de janeiro, o pH da água próxima ao fundo e seu teor de oxigênio dissolvido, entre as 9 e as 10h. As amostras para as determinações do pH e do O_2 foram coletadas em frascos de 300 ml. Os frascos foram submergidos no corpo da água dos cercados pertencentes a cada um de três períodos consecutivos de 20 dias (período A: primeiro dia de experimento até o dia 20; B: dia 21 ao 40; C: dia 41 ao 60). Conseqüentemente, dentro de cada período cada cercado foi amostrado quatro vezes.

As medições do pH da água foram realizadas *in situ* com um pHmetro de eletrodos combinados de vidro (precisão $\pm 0,1$). As amostras transportadas até o aparelho posicionado em terra, convenientemente calibrado, foram lidas imediatamente após a coleta. A determinação da saturação de oxigênio seguiu o método químico de Winkler (Strickland & Parsons 1972). As amostras fixadas no campo foram logo transferidas para o laboratório onde foram realizadas as titulações correspondentes.

A cada vinte dias, em coincidência com a finalização das etapas ou períodos de cultivo (etapas 1 a 3), foram tomadas amostras da água próxima ao fundo (sobre as unidades experimentais da respectiva etapa) para análise de nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$). As amostras foram congeladas e transportadas para o Laboratório de Química da Estação Marinha de Aquicultura (EMA), onde foram processadas. O percentual de amônia (NH_3) presente na concentração de nitrogênio amoniacal total foi obtido a partir de tabelas, uma vez conhecidas a temperatura, salinidade e pH das amostras (Strickland & Parsons 1972).

2.4 – Sedimento

No dia anterior à colocação dos cercados no campo, foi coletada uma amostra de sedimento em cada um de três pontos posicionados aleatoriamente dentro dos limites da área de estudo, para avaliar as condições prévias no ambiente. Posteriormente, a cada vinte dias a partir de iniciado o cultivo, foi tomada uma amostra por réplica no final das etapas 1, 2 e 3, nas correspondentes unidades experimentais. Na extração das amostras utilizou-se uma seringa de 2,5 cm de diâmetro que foi introduzida no sedimento até uma profundidade de 5 cm. Cada amostra esteve constituída por cinco sub-amostras, necessárias para assegurar o mínimo de material requerido nas análises posteriores (Kramer *et al.* 1994).

Uma vez coletadas, as amostras de sedimento foram congeladas a -20°C (Kramer *et al.* 1994). No laboratório, após terem sido descongeladas, foram lavadas repetidamente com água destilada e secas a 80°C em estufa e em seguida reduzidas por quarteamento. A fração argila-silte foi separada do material mais grosso mediante peneiramento úmido numa peneira de $62,5 \mu\text{m}$. O silte foi desligado da argila por pipetagem. O material grosseiro ($> 62,5 \mu\text{m}$) foi secado em estufa a 90°C até peso constante e passado por peneiras a intervalos de $\frac{1}{2} \Phi$ durante 10 minutos mediante um agitador mecânico (Ingram 1971).

O peso das frações granulométricas de cada amostra foi determinado numa balança analítica (erro = 0,001 g). A continuação, foi calculada a contribuição percentual das frações no peso total e os sedimentos classificados segundo Krumbein & Pettijohn (1938).

Previamente à lavagem inicial do material, foi retirada de cada amostra uma alíquota para estimar a proporção de matéria orgânica nos sedimentos. As alíquotas secas a 40 ° C foram logo pesadas e imediatamente incineradas a 550 ° C por seis horas. Repesadas, a diferença de peso perdida por volatilização foi atribuída à matéria orgânica nos sedimentos (Gross 1971).

2.5 – Camarões: crescimento e sobrevivência

Ao término de cada etapa, após as amostragens sedimentológicas e seguindo o mesmo plano amostral, realizou-se aproximadamente entre às 14h e às 15h a despesca dos camarões nos cercados correspondentes. Os camarões coletados foram fixados em formalina 5%. No dia seguinte, seis exemplares de cada réplica foram escolhidos ao acaso para estimativa do peso úmido e do comprimento pós-orbital da carapaça (Neiva & Mistakidis 1966). As pesagens individuais foram realizadas em balança digital (erro = 0,01 g) e as medições do comprimento foram tomadas com a ajuda de um calibre com décimo de mm. Antes da pesagem cada camarão foi passado por uma toalha absorvente para tirar o excesso de umidade.

A biomassa úmida e o comprimento pós-orbital da carapaça foram utilizados na estimativa do crescimento individual dos camarões durante o cultivo. As estimativas de crescimento foram efetuadas em base ao número de sobreviventes quando, na etapa 3, o número de exemplares coletados em alguns dos cercados foi inferior a seis.

O número de indivíduos vivos por cercado (C_{ij}) também foi registrado e a taxa percentual de sobrevivência S_{ij} (%) calculada para cada unidade experimental,

$$S_{ij} (\%) = (C_{ij} / 60) \times 100 \quad (1)$$

onde i identifica ao cercado e j ao período de tempo ou etapa amostral.

Foi também calculada, para cada etapa, a produção média nos tratamentos R e S, em base à produção por cercado $P_{ij} (kg \cdot ha^{-1})$, estimada como:

$$P_{ij} (kg \times ha^{-1}) = B_{ij} \times N_{ij} \times 10 \quad (2)$$

onde B_{ij} representa a biomassa individual média dos camarões no cercado i , período j e N_{ij} é o número de exemplares contabilizados no cercado correspondente.

2.6 – Análise dos dados

Diferenças nos valores médios mostrados pelas variáveis consideradas no estudo, em resposta à combinação dos efeitos dos tratamentos (R, S, E, C) e das etapas (1, 2 e 3), foram avaliadas mediante técnicas de análise de variância: ANOVA (Winer 1971). O nível de significância foi preestabelecido em 5% ($\alpha = 0,05$). O teste de Cochran foi usado para provar a homogeneidade de variâncias em cada caso (Winer 1971). Estudou-se a normalidade dos dados através de diagramas da distribuição observada dos resíduos e a esperada por uma distribuição normal e de "boxplots" da distribuição das medianas dos grupos de amostras (Helsel & Hirsch 1992). Quando necessário foi realizada a transformação das variáveis a $x' = \log_{10}(x + 1)$, ou a $x' = \arcsen(x\% \div 100)^{1/2}$, no caso de dados expressos em percentual (Sokal & Rohlf 1981). Ao persistir o afastamento dos dados aos requerimentos exigidos pelo teste paramétrico compararam-se as medianas dos tratamentos e dos períodos de tempo mediante o teste de Kruskal-Wallis (Helsel & Hirsch 1992).

Comparações múltiplas a posteriori das médias dos níveis dos fatores na análise paramétrica (teste de Tukey) e comparações das respectivas medianas por métodos gráficos ("boxplots"), no caso não paramétrico, analisaram-se unicamente quando diferenças significativas foram indicadas pela ANOVA geral ou pelo teste de Kruskal-Wallis, respectivamente. Para as comparações a posteriori foi escolhido o teste de Tukey pelo controle sobre o Erro do Tipo I e por sua relativa potência (Day & Quinn 1989).

Diferenças entre as médias do pH dos tratamentos R, S, E e C foram avaliadas para os períodos A, B e C e para os dias compreendidos em cada uma destas etapas de vinte dias. Na análise foi realizada uma ANOVA trifatorial com o fator ' dia ' aninhado no fator ' etapa ' . Numa outra análise, os dados de saturação de O₂ da água próxima ao fundo foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis em forma independente para cada um dos fatores mencionados.

ANOVAs bifatorias foram utilizados no estudo de diferenças na concentração média do nitrogênio amoniacal da água e no percentual das frações granulométricas e matéria orgânica do sedimento, entre períodos de cultivo (etapas 0, 1, 2 e 3) e tratamentos experimentais (R, S, E, C). De forma semelhante foram analisadas diferenças na sobrevivência e produção dos camarões.

O crescimento dos camarões sob cultivo (cercados R e S) foi analisado comparativamente através de duas ANOVAs trifatoriais (tratamento-etapa-cercado) para as variáveis ' biomassa úmida ' e ' comprimento da carapaça ' . O fator ' cercado ' foi aninhado dentro do fator ' tratamento ' e desprezado unicamente quando diferenças entre as unidades replicadas (cercados) não foram significativas (Underwood 1997), justificando a utilização dos camarões como unidades experimentais nas comparações. A análise formal do crescimento foi limitada as três primeiras etapas (0 a 2), como consequência do reduzido número de camarões sobreviventes após dois meses de cultivo.

As análises estatísticas foram realizadas com a ajuda do programa computacional "STATISTICA" versão 5.1 (StatSoft Inc. 1996).

3 – RESULTADOS

3.1 – Parâmetros físico-químicos da água

Flutuações diárias da temperatura e da salinidade da água próxima ao fundo são ilustradas nos perfis da figura 2. Intensas chuvas na região que se prolongaram durante quase toda a primeira semana de fevereiro e continuaram de forma intermitente durante o resto do mês, coincidentes com ventos ocasionais do quadrante sul, refletiram-se na diminuição da temperatura e na ocorrência de valores de salinidade próximos a 5. Durante os últimos dias de fevereiro e grande parte de março, o tempo bom e estável e o ingresso no estuário da água salgada, proveniente do litoral marítimo, explicaram as altas temperaturas e salinidades constatadas nesse período. Na segunda metade do experimento foi observada a presença de pequenas medusas e de ctenóforos em densidades elevadas.

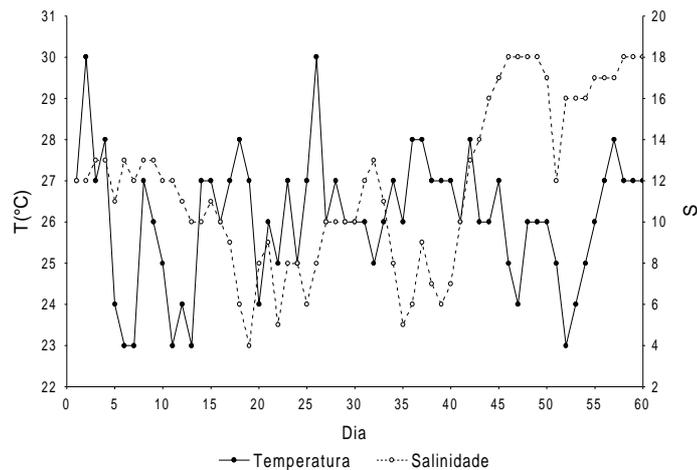


FIGURA 2 – Registros diários da temperatura da água e de sua salinidade durante o desenvolvimento do experimento no Saco do Justino.

Os acontecimentos climáticos descritos puderam explicar variações significativas entre os níveis dos períodos de medição do pH (dias: $p = 0,000$; etapas: $p = 0,017$). Da mesma forma que para os parâmetros anteriores, verificou-se uma maior estabilidade do pH na parte final do estudo (fig. 3). Embora a água sempre resultou alcalina (mínimo = 7,5), as precipitações no mês de fevereiro devem ter sido responsáveis pela leve acidificação registrada particularmente na primeira metade do experimento. Contudo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos experimentais ($p = 0,103$).

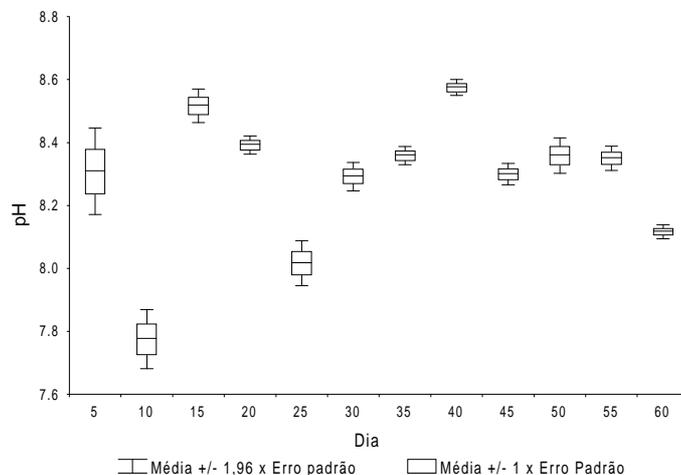


FIGURA 3 – Comparação dos valores médios do pH da água durante o cultivo de *Farfantepenaeus paulensis*, no Saco do Justino ($n = 12$; $p < 0,001$).

Foram registradas sim diferenças significativas na comparação das medianas de saturação de oxigênio, da água próxima ao fundo, entre os dias e etapas ($p = 0,000$) de medição fixadas (fig. 4). Mas, como para o pH, não registraram-se diferenças entre tratamentos ($p = 0,928$).

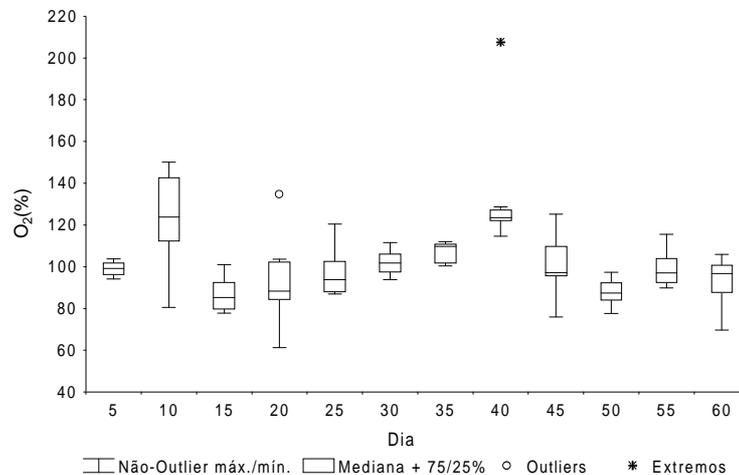


FIGURA 4 – Representação do resultado do teste não paramétrico por postos de Kruskal-Wallis ($n = 12$; $p < 0,001$) para os dados de saturação percentual de O_2 na água, medidos durante a experiência de engorda de *Farfantepenaeus paulensis*, no Saco do Justino.

O nitrogênio amoniacal ($NH_4^+ + NH_3$) manteve-se em concentrações relativamente baixas e constantes (média geral = $0,07 \text{ mg.l}^{-1} \pm$ erro padrão = $0,01$), fluando entre $0,01$ e $0,13 \text{ mg.l}^{-1}$. Não foram detectadas variações significativas do parâmetro no transcurso do experimento ($p = 0,161$), nem efeitos derivados da manutenção dos camarões, da adição de ração ou da simples presença do cercado ($p = 0,989$). Os percentuais de amônia (NH_3) foram reduzidas em todas as estações, sempre dentro do nível de tolerância determinado para juvenis da espécie (Miranda Filho *et al.* 1995).

3.2 – Sedimento

Sedimentos não consolidados, constituídos por areias finas e muito finas, caracterizaram o leito da região sul da enseada Saco do Justino (tabela 1). Embora não foram detectadas variações importantes nas proporções de suas frações granulométricas no decorrer do experimento ($p > 0,05$ em todos os casos), observou-se um significativo aumento nos conteúdos relativos de matéria orgânica após a instalação dos cercados ($p = 0,000$). Este último resultado foi atribuído por Jorgensen (1998) à senescência de vegetação submersa, conspícua na área de estudo até a etapa 1.

TABELA 1 – Valores extremos e médias (erro padrão) do diâmetro médio do grão dos sedimentos na escala Phi (Φ) e do percentual da matéria orgânica, durante os períodos de engorda, no final das etapas 1, 2, e 3 (1: vinte primeiros dias de cultivo; 2: primeiros quarenta dias; 3: sessenta dias acumulados de cultivo).

Etapa	Matéria orgânica (%)					
	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	
0 (prévia)	2,92	3,08	2,99 (0,02)	0,04	0,60	0,27 (0,07)
1 (20 dias)	2,89	3,14	3,01 (0,03)	0,32	2,86	1,23 (0,22)
2 (40 dias)	2,83	3,20	3,02 (0,03)	0,70	2,06	1,31 (0,11)
3 (60 dias)	2,90	3,08	2,99 (0,02)	0,68	4,20	1,67 (0,26)

Na comparação dos tratamentos foi determinado que a presença dos cercados de cultivo não promoveu a sedimentação de material fino no seu interior. Ainda, não foram percebidos efeitos derivados da inclusão de um grande número de camarões, nem da adição de ração, sobre as características sedimentológicas analisadas; para todas as variáveis o valor de p foi superior a $0,05$.

3.3 – Camarões: crescimento e sobrevivência

Aproximadamente 1300 camarões de 4,25 g (erro padrão = 0,40) e 17,7 mm de comprimento da carapaça (erro padrão = 0,1) foram capturados na enseada na noite de 31 de janeiro de 1997. Após sua inclusão nos cercados, os animais apresentaram um incremento médio significativo no crescimento, principalmente nos primeiros vinte dias de cativeiro (tabelas 2 e 3).

TABELA 2 – Comparação dos pesos (g) médios (erro padrão) iniciais (etapa 0, condições prévias) e finais dos camarões nos cercados durante 20 (etapa 1), 40 (etapa 2) e 60 dias (etapa 3) sob os tratamentos R (cercados com camarões e adição de ração) e S (cercados com camarões e sem ração). ANOVA trifatorial (tratamento-etapa-cercado) com o fator 'cercado' aninhado dentro do fator 'tratamento' e desprezado pela ausência de variações significativas entre réplicas (gl do erro = 102; CM do erro = 2,87; n = 18). Comparações realizadas unicamente entre as etapas 0, 1 e 2. Diferenças significativas na ANOVA geral (valores de p sublinhados) comparadas pelo teste de Tukey, e representadas por letras sobrescritas diferentes.

	Tratamento			ANOVA		
	R	S		gl	F	p
Etapa 0 ^a	4,25 (0,40)	4,25 (0,40)	Etapa (E)	2	5,35	<u>0,006</u>
Etapa 1 ^b	5,49 (0,46)	5,62 (0,36)	Tratam. (T)	1	1,58	0,212
Etapa 2 ^{ab}	5,68 (0,38)	4,33 (0,38)	E x T	2	2,12	0,126
Etapa 3	6,99 (0,79)	5,27 (0,55)				

TABELA 3 – Comparação dos comprimentos da carapaça (cm) médios (erro padrão) iniciais (etapa 0, condições prévias) e finais dos camarões nos cercados durante 20 (etapa 1), 40 (etapa 2) e 60 dias (etapa 3) sob os tratamentos R (cercados com camarões e adição de ração) e S (cercados com camarões e sem ração). ANOVA trifatorial (tratamento-etapa-cercado) com o fator 'cercado' aninhado dentro do fator 'tratamento' e desprezado pela ausência de variações significativas entre réplicas (gl do erro = 102; CM do erro = 0,07; n = 18). Comparações realizadas unicamente entre as etapas 0, 1 e 2. Diferenças significativas na ANOVA geral (valores de p sublinhados) comparadas pelo teste de Tukey, e representadas por letras sobrescritas diferentes.

	Tratamento			ANOVA		
	R	S		gl	F	p
Etapa 0 ^a	1,77 (0,06)	1,77 (0,06)	Etapa (E)	2	20,93	<u>0,000</u>
Etapa 1 ^b	2,15 (0,07)	2,17 (0,06)	Tratam. (T)	1	0,78	0,378
Etapa 2 ^c	2,04 (0,04)	1,89 (0,05)	E x T	2	1,34	0,267
Etapa 3	2,17 (0,13)	1,98 (0,09)				

A adição de ração não foi importante nesse aporte, pelo menos durante os 40 dias iniciais (p = 2,212 e 0,373, tabelas 2 e 3 respectivamente). Porém, variações combinadas do peso (tabela 2) e da sobrevivência (tabela 4), mostradas pelos camarões entre os tratamentos experimentais após dois meses de cultivo, refletiram-se em diferenças significativas na produção média final. Nos cercados R a produção foi 1092 kg.ha⁻¹ (erro padrão = 326), enquanto que atingiu apenas 209 kg.ha⁻¹ (44) nos S (tabela 5).

TABELA 4 – Comparação da sobrevivência percentual média (erro padrão) dos 60 camarões por cercado após 20 (etapa 1), 40 (etapa 2) e 60 dias (etapa 3), sob os tratamentos R (cercados com camarões e adição de ração) e S (cercados com camarões e sem ração). ANOVA bifatorial: gl do erro = 12; CM do erro = 79,17; n = 3. Diferenças significativas indicadas pela ANOVA geral (valores de p sublinhados) comparadas pelo teste de Tukey, e representadas por letras sobrescritas diferentes.

	Tratamento			ANOVA		
	R	S		gl	F	p
Etapa 1 ^a	52,2 (4,7)	61,7 (11,7)	Etapa (E)	2	11,59	<u>0,002</u>
Etapa 2 ^a	43,3 (3,3)	39,4 (13,8)	Tratam. (T)	1	0,40	0,537
Etapa 3 ^b	25,6 (8,6)	6,7 (2,5)	E x T	2	1,37	0,291

TABELA 5 – Comparação da produção média em kg.ha⁻¹(erro padrão) dos camarões incluídos nos cercados após 20 (etapa 1), 40 (etapa 2) e 60 dias (etapa 3) de engorda, sob os tratamentos R (cercados com camarões e adição de ração) e S (cercados com camarões e sem ração). ANOVA bifatorial: gl do erro = 12; CM do erro = 0,04; n = 3. Diferenças significativas indicadas pela ANOVA geral (valores de p sublinhados), comparadas pelo teste de Tukey e representadas por letras sobrescritas diferentes.

	Tratamento			ANOVA		
	R	S		gl	F	p
Etapa 1	1739 (278) ^a	1915 (319) ^a	Etapa (E)	2	13,39	0,000
Etapa 2	1335 (69) ^a	1001 (361) ^a	Tratam. (T)	1	8,74	0,012
Etapa 3	1092 (326) ^a	209 (44) ^b	E x T	2	4,98	0,027

4 – DISCUSSÃO

A utilização de altas densidades iniciais de camarão com a esperança de aproveitar ao máximo a capacidade de suporte do meio de cultivo depende de três fatores a serem considerados: disponibilidade de alimento natural e alimento adicional, agressividade no comportamento do camarão e tensão de oxigênio na água mais uma adequada descarga dos produtos metabólicos em excesso (Hanson & Goodwin 1977). As características físico-químicas dos sedimentos descritas para o Saco do Justino, a baixa concentração de produtos nitrogenados prejudiciais para os camarões e a constante renovação da massa da água, que permite prescindir de aeradores para sua oxigenação, fazem com que a terceira questão levantada não seja impedimento, *a priori*, na escolha de densidades elevadas do animal. Por outra parte, a condição dos camarões foi considerada como normal, sugerindo a ausência de enfermidades que possam ter afetado seu crescimento.

Valores de salinidade e temperatura, registrados no período de dois meses em que foi conduzido o cultivo de *F. paulensis*, mantiveram-se dentro dos limites de tolerância determinados para a espécie por Tsusuki *et al.* (1993). Salinidades baixas (< 5) foram raramente constatadas e nunca ocorreram durante intervalos prolongados de tempo (5 dias). Acredita-se então, que o crescimento e a sobrevivência resultantes não foram afetados por estes parâmetros.

Também não devem ter sido limitados nem pela concentração de oxigênio dissolvido na água, nem por valores extremos de pH, nem por elevadas concentrações de espécies nitrogenadas perigosas para o camarão. Medições da quantidade de oxigênio dissolvido mantiveram-se em todos os casos próximos ao ponto de saturação e na maioria dos casos dentro do limite de 85-120% estabelecido por Wickins (1976) como ótimo para o crescimento dos penaeídeos. O pH manteve-se sempre acima de 7 e nunca atingiu a marca de 9. Se bem estes registros são normais e adequados para o cultivo de *F. paulensis* (Marchiori *et al.* 1981), é reconhecido que incrementos no pH são acompanhados por um aumento nas concentrações de NH₃, o que é altamente tóxico para os animais cultivados (Wickins 1976). Porém, concentrações de amônia total foram reduzidas em todas as estações, mantendo-se sempre dentro do nível de tolerância determinado para juvenis da espécie (Miranda Filho *et al.* 1995).

Determinações quantitativas das proporções relativas das frações granulométricas dos sedimentos permitiram classificá-los como areias finas e muito finas. Sedimentos com estas características são preferidos pelos penaeídeos na hora de procurar proteção no interior do substrato (Moller & Jones 1975, Kenyon *et al.* 1995), provavelmente por oferecer uma maior facilidade para o enterramento (Dall *et al.* 1990). Estes comportamentos devem ser considerados no momento do cultivo já que o enterramento no substrato no ambiente natural, ou em cativeiro, pode ser efetivo ao diminuir os riscos por predação ou canibalismo, incrementar o contato com itens que fazem parte da dieta do camarão e/ou reduzir a competição por recursos limitados (Kenyon *et al.* 1995, Nunes *et al.* 1996).

Sedimentos finos apresentam normalmente proporções de matéria orgânica elevadas e estão associados a ambientes de baixa hidrodinâmica, que favorecem a locomoção de espécies infaunais e epifaunais e o assentamento de larvas planctônicas. Na Lagoa dos Patos, enseadas estuarinas protegidas, com fundos vegetados, sobressaem pela densidade de espécies animais quando comparadas com outras unidades ecológicas (Bemvenuti 1997, Seeliger 1997). Embora no Saco do Justino a vegetação ocorrente no plano submareal não chegue a formar verdadeiras pradarias, foram registradas durante os meses de experimento valores médios de aproximadamente 25000 invertebrados macrobentônicos por m² (Jorgensen & Bemvenuti em preparação). Muitos destes organismos pertencem a espécies frequentemente observadas na dieta de *F. paulensis* (Jorgensen 1998).

Apesar da disponibilidade de alimento e as condições físico-químicas favoráveis para o crescimento dos camarões, o ganho de peso e as taxas de sobrevivência resultantes mostradas por *F. paulensis* no cultivo foram pobres. Com base nas curvas de crescimento do camarão rosa (D'Incao 1984) é possível estimar o peso médio individual esperado dos animais no final do experimento. Utilizando-se as curvas em peso, estima-se que os camarões incluídos nos cercados de 4,25 g apresentariam entre 129 (fêmeas) e 161 (machos) dias de vida.

Considerando-se mais 60 dias de cultivo (duração do experimento), e utilizando-se novamente as mesmas equações, verifica-se que o peso médio individual esperado para os organismos seria de 8,81 g para as fêmeas e de 8,56 para machos, ambos valores bastante superiores aos obtidos no experimento. Após sessenta dias de cultivo os camarões apresentaram no tratamento sem adição de ração (S) uma biomassa individual média de 5,3 gramas e uma sobrevivência de 7%. No tratamento R (com adição de alimento) o crescimento médio final atingiu apenas 7,0 gramas e a sobrevivência 26%.

Crescimentos finais pouco satisfatórios e mortalidades elevadas são atribuídos à escassez dos principais itens constituintes da dieta do camarão com o decorrer do experimento, como consequência de uma forte depressão das populações de macroinvertebrados bentônicos exercida pelo mesmo decápode. Jorgensen (1998) mostrou que na inclusão inicial dos 60 camarões por m² (tratamentos R e S) o número médio de invertebrados bentônicos foi reduzido em 80% quando comparado com a abundância do macrozoobentos no interior de cercados de exclusão (tratamento E). Ainda foi observado pelo autor que *F. paulensis* consumiu frequentemente material vegetal vivo nos tratamentos de engorda (cercados R e S), item que esteve praticamente ausente no proventrículo dos camarões rosa no ambiente natural (controle C) onde presas animais e detrito foram abundantes. Weidenbach (1980) mostrou que aumentos no consumo de material vegetal por camarões de tamanho semelhante acontecia na falta de alimento balanceado. Em resposta à falta de alimento no interior dos cercados, provavelmente foram originados problemas derivados de comportamentos agressivos e canibalismo (Walford & Lam 1987).

Em sistemas de cultivo o macrobentos desempenha um papel importante na alimentação de penaeídeos (Rubright *et al.* 1981). Ainda com adição de ração os camarões consomem e utilizam para seu crescimento fontes de carbono ocorrentes naturalmente no meio (Nunes *et al.* 1997) determinando o decréscimo de populações macrobentônicas (Rubright *et al.* 1981, Raymond & Lagardère 1990, Tidwell *et al.* 1997).

Numa laguna no México, o declínio exponencial do crescimento e aumentos da taxa de mortalidade de *F. vannamei* com o incremento do número de indivíduos por unidade de área foram atribuídos por Edwards (1977) à diminuição da disponibilidade de alimento natural no tempo, determinando com que este recurso atuasse como fator limitante das variáveis contempladas. Em viveiros, a relação negativa entre crescimento individual e a densidade de estocagem de camarões penaeídeos foi muitas vezes explicada por incrementos na competição por alimento (Maguire & Leedow 1983, Wyban *et al.* 1987).

Na avaliação do crescimento no presente trabalho não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos experimentais R e S. Contudo, já por variações no peso úmido ou no comprimento da carapaça, os organismos submetidos nos cercados com adição de ração mostraram no final do cultivo certa tendência a diferenciar-se da média da situação S. Esta diferenciação entre os tratamentos no tempo foi ainda mais clara quando os resultados de ganho em peso foram combinados com o número de sobreviventes na etapa 3 na análise da produção. A produção natural no sistema de cultivo, sem a contribuição pela adição de ração, foi capaz de sustentar uma biomassa do camarão de aproximadamente 209 kg.ha⁻¹. Este valor representa 19% da biomassa de *F. paulensis* suportada nos cercados onde foi adicionado alimento, equivalente a 1092 kg.ha⁻¹.

Embora a adição de alimento no tratamento R determinou valores de produção significativamente maiores aos obtidos em S, a ração empregada neste estudo não suportou a biomassa de camarões estocada nos cercados. Segundo Imai (1987), crescimentos pouco satisfatórios são observados na adição de alimentos constituídos basicamente por carne de peixe. A ração empregada no estudo consistiu na simples mistura de carne de peixes sciaenídeos (80%), camarão e siri (20%) rejeitados da pesca local. Não foram adicionadas vitaminas nem minerais, como é costume na preparação de rações mais elaboradas. Também não produtos alternativos, como os empregados por Millamena & Triño (1997) na produção de rações de baixo custo com ingredientes locais, com o objetivo de diminuir os gastos por alimentação na engorda de *F. monodon*.

Considerando que a ração empregada carece de suplementos minerais, vitaminas, óleos vegetais, etc., é esperável que muitas das necessidades nutritivas de *F. paulensis* em cativeiro sejam supridas pela produção natural do ambiente. Em consequência, taxas reduzidas de crescimento, ainda no tratamento com alimento suplementar (tratamento R), puderam derivar-se da depressão das densidades populacionais do macrobentos ocorrente no meio de cultivo (Jorgensen 1998). Tidwell *et al.* (1995) observaram diminuições da densidade de invertebrados macrobentônicos em viveiros onde os camarões cultivados foram alimentados com uma ração incompleta. O resultado foi atribuído ao incremento da predação sobre a fauna bentônica em resposta à baixa qualidade da ração utilizada.

Os resultados apresentados neste trabalho discordam dos obtidos por Wasielesky *et al.* (1995) no cultivo de *F. paulensis* utilizando estruturas semelhantes na Lagoa dos Patos. A revisão do trabalho de Wasielesky *et al.* (1995) revelou equívocos, que se encontram discutidos em Jorgensen (1998), que explicam em parte as diferenças com o presente estudo. Wasielesky *et al.* (1995) reportaram valores de produção próximos a 6000 kg.ha⁻¹ na inclusão de 80 camarões por m², durante dois meses de cultivo. Na estocagem de 40 e 20 camarões por m² a produção atingiu 3696 kg.ha⁻¹ e 1981 kg.ha⁻¹, respectivamente. Estes resultados são extremamente elevados ainda quando comparados com os publicados por outros autores, na utilização de diferentes espécies e variadas metodologias e intensidades de cultivo.

Em cercados, Karim & Chandra Bose (1985) em cem dias conseguiram produzir em média 435 kg de camarão por ha e Angell (1989) em 14 semanas valores de até 736 kg.ha⁻¹, a partir de cultivos mistos de *F. monodon* e *F. indicus*. Em gaiolas, Krishnan *et al.* (1984) atingiram, com as respectivas espécies, produções de 1400 e 2100 kg.ha⁻¹ em estruturas fixas e 2490 e 2070 nas flutuantes. Walford & Lam (1987) reportaram produções máximas de 2480, também em gaiolas flutuantes após 16 semanas de cultivo. Em viveiros adubados após 71 dias de cultivo, Rubright *et al.* (1981) obtiveram 1102 kg.ha⁻¹ e Allan *et al.* (1995) 1600 kg.ha⁻¹ de *F. monodon*. Em tanques cilíndricos de 6 m de diâmetro Sandifer *et al.* (1987) conseguiram uma produção próxima a 6800 kg.ha⁻¹.

Em síntese, as condições físico-químicas da área de cultivo e a disponibilidade de abundante alimento natural não devem ter limitado a priori a produção de *F. paulensis* nos cercados de cultivo. O consumo de tecidos vegetais vivos, quando a densidade de macroinvertebrados bentônicos foi reduzida significativamente durante o experimento, aliada a utilização de uma ração elaborada em um 80% com carne de peixe e sem suplementos nutritivos, constituem fortes evidências de que o alimento atuou como fator limitante no crescimento e na sobrevivência dos organismos cultivados. Em conseqüência, a produção natural do meio de cultivo não cobriu as necessidades energéticas da biomassa estocada; mesmo na adição de ração fresca a mortalidade sofrida por *F. paulensis* foi importante e o crescimento médio final pobre. Em vista dos resultados, sugere-se o emprego de densidades menores, de acordo com a capacidade de suporte do sistema de cultivo e a adoção de uma ração de qualidade nutritiva superior.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo faz parte do trabalho de tese de mestrado do primeiro autor, quem agradece o financiamento à Coordenação de Formação de Ensino Superior (CAPES, Matr. 90192). Ambos autores desejam manifestar seu agradecimento ao técnico de laboratório Nilton A. Abreu e ao bolsista Adrián Güera de Souza, do laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos, pelo auxílio nas atividades de campo e nas análises granulométricas respectivamente. A Neuza e a Elvira, do Laboratório de Sedimentologia e a Lúcia, do Laboratório de Hidroquímica, pela inestimável ajuda no processamento das amostras de sedimento e oxigênio. Ao Prof. M.Sc. Wilson Wasielesky Jr. (Laboratório de Maricultura) e aos funcionários e estagiários da Estação Marinha de Aquicultura "Prof. Marcos A. Marchiori" pela colaboração na elaboração da ração empregada no estudo e pela determinação das concentrações de nitrogênio amoniacal na água. Finalmente, aos guardas e pescadores do Saco do Justino pela vigilância do experimento e ajuda na captura dos juvenis de *F. paulensis*.

LITERATURA CITADA

- ALLAN, GL, DJW MORIARTY & GB MAGUIRE. 1995. Effects of pond preparation and feeding rate on production of *Penaeus monodon* Fabricius, water quality, bacteria and benthos in model farming ponds. *Aquaculture*, 130: 329-349.
- ANGELL, C 1989. Pen culture - the technology that failed. Bay of Bengal News, Bay of Bengal Programme, Madras, India. 8-10.
- BARDACH, JE, JH RYTHER & WO MCLARNEY. 1972. Aquaculture: the farming and husbandry of fresh water and marine organisms. New York, Wiley-Interscience. 868p.
- BEMVENUTI, CE 1987. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. *Atlântica, Rio Grande*, 9(1): 5-32.
- BEMVENUTI, CE 1997. Unvegetated intertidal flats and subtidal bottoms. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (eds.). Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, 78-82.
- CASTELLO, JP & OO MÖLLER. 1978. On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brasil). *Atlântica, Rio Grande*, 3: 67-74.
- D'INCAO, F 1984. Estudo sobre o crescimento de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967 da Lagoa dos Patos, RS, Brasil (Decapoda: Penaeidae). *Atlântica, Rio Grande*, 7: 73-84.
- D'INCAO, F 1991. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica, Rio Grande*, 13(1): 159-169.
- DALL, W, BJ HILL, PC ROTHLSBERG & DJ STAPLES. 1990. The biology of Penaeidae. BLAXTER, JHS & AJ SOUTHWARD (eds.). *Adv. Mar. Biol.*, 27: 489p.
- DAY, RW & GP QUINN. 1989. Comparisons of treatments after analysis of variance in ecology. *Ecol. Monog.*, 59(4): 433-463.
- DOLCI, D, W WASIELESKY JR, RO CAVALLI & TM ALVES DA SILVA. 1996. Desarrollo de estructuras para el cultivo del camarón rosado *Penaeus paulensis* en jaulas y corrales en el estuario de la Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Anales del IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, 2^o Simposio Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile. Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile, 140-143.
- EDWARDS, RRC 1977. Field experiments on growth and mortality of *Penaeus vannamei* in a Mexican coastal lagoon system. *Est. Coast. Mar. Sci.*, 5: 107-121.
- GROSS, MG 1971. Carbon determination. In: CARVER, RE (ed.). Procedures in sedimentary petrology. Wiley-Interscience, New York, 49-94.
- HANSON, JE & HL GOODWIN. 1977. Shrimp and prawn farming in the Western Hemisphere. Stroudsburg, PA, Dowdown, Hutchinson and Ross. 439p.
- HELSEL, DR & RM HIRSCH. 1992. Statistical methods in water resources. New York, Elsevier Sciences Publishers. 322p.
- HURLBERT, SH 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecol. Monog.*, 54(2): 187-211.

- IMAI, T. 1987. Aquaculture in shallow seas: progress in shallow sea culture. Rotterdam, A A Balkema. 615p.
- INGRAM, RL 1971. Sieve analysis. In: CARVER, R. E. (ed.). Procedures in sedimentary petrology. Wiley-Interscience, New York, 49-94.
- JORGENSEN, P 1998. Cultivo de *Penaeus paulensis* em cercados experimentais em uma enseada estuarina da Lagoa dos Patos, Brasil: respostas da associação de macroinvertebrados bentônicos. Tese de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande, Brasil, 227p.
- KANTIN, R 1983. Hydrologie et qualite des eaux de la region sud de la Lagune dos Patos (Bresil) et de la plateforme continentale adjacente. Tese de Doutorado, Université de Bordeaux, França, 125p.
- KARIM, M & SV CHANDRA BOSE. 1985. Pen culture in the backwaters of Killai, Tamil Nadu. Bay of Bengal Programme, BOBP Working Paper n° 35 (BOBP/WP/35), Madras, 42p.
- KENYON, RA, NR LONERAGAN & JM HUGHS. 1995. Habitat type and light affect sheltering behaviour of juvenile tiger prawns (*Penaeus esculentus* Haswell) and success rates of their fish predators. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 192: 87-105.
- KRAMER, KJM, UH BROCKMANN & RM WARWICK. 1994. Tidal estuaries: manual of sampling and analytical procedures. Rotterdam, A A Balkema Publishers. 304p.
- KRISHNAN, P, R SHAIK JALALUDDIN & K JAYASUNDARI. 1984. Studies on penaeid prawn farming in floated and fixed cages in the backwaters of Kovalam. Proceedings of the National Seminar on Cage and Pen Culture, March 18-19, Tuticorin, Tamil Nadu Agricultural University, 89-94.
- KRUMBEIN, W & F PETTIJOHN. 1938. Manual of sedimentary petrology. New York, Appleton-Century-Crofts Eds. 549p.
- MACINTOSH, DJ 1994. Aquaculture in coastal lagoons. In: KJERFVE, B (ed.). Coastal lagoons processes. Elsevier Sciences Publishers BV, New York, 401-442.
- MAGUIRE, GB & MI LEEDOW. 1983. A study of the optimum stocking density and feed rate for school prawns *Metapenaeus macleayi* (Haswell) in some Australian brackish water farming ponds. *Aquaculture*, 30: 285-297.
- MARCHIORI, MA 1983. Estudos para o desenvolvimento do cultivo do camarão rosa *Penaeus paulensis* no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS. Resumos do III Simpósio Brasileiro de Aquicultura, São Carlos, p.40.
- MARCHIORI, MA, D DOLCI & TA SILVA. 1981. Estudos das condições ambientais da enseada estuarina do Saco do Justino, Rio Grande, RS. Anais do I Encontro Brasileiro de Oceanólogos, Rio Grande, RS, p.22.
- MILLAMENA, OM & AT TRIÑO. 1997. Low-cost feed for *Penaeus monodon* reared in tanks and under semi-intensive and intensive conditions in brackishwater ponds. *Aquaculture*, 154: 69-78.
- MIRANDA FILHO, KCS FRANCO, W WASIELESKY JR & RO CAVALLI. 1995. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato em matrizes do camarão-rosa *Penaeus paulensis* (Crustacea; Decapoda). Resumos do XXIV Encontro Anual de Ciências Fisiológicas, 16 a 18 de Novembro, Rio Grande, RS, p.48.
- MOLLER, TH & DA JONES. 1975. Locomotory rhythms and burrowing habits of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) and *P. monodon* (Fabricius) (Crustacea: Penaeidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 18: 61-77.
- NEIVA, GS & MN MISTAKIDIS. 1966. Identificación de algunos camarones marinos del litoral centro-sul del Brasil. *Carpas, Docum. Tec.*, 4: 1-6.
- NIENCHESKI, LF & MGZ BAUMGARTEN. 1983. Avaliação dos nutrientes no Saco do Justino. Resúmenes del Simposio Latinoamericano de Oc. Biológica, Montevideo, p.153.
- NUNES, AJP, TCV GESTEIRA & S GODDARD. 1997. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, 149: 121-136.
- NUNES, AJP, S GODDARD & TCV GESTEIRA. 1996. Feeding activity patterns of the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, 144: 371-386.
- PILLAY, TVR 1992. Aquaculture and the environment. New York, John Wiley & Sons, Inc. 188p.
- RAYMOND, H & JP LAGARDÈRE. 1990. Feeding rhythms and food of *Penaeus japonicus* Bate (Crustacea: Penaeidae) in salt water ponds: role of halophilic entomofauna. *Aquaculture*, 81: 125-143.
- RUBRIGHT, JS, JL HARRELL, HW HOLCOMB & JC PARKER. 1981. Response of planctonic and benthic communities to fertilizer and feed applications in shrimp mariculture ponds. *J. World Maric. Soc.*, 12(1): 281-299.
- SEELIGER, U. 1997. Seagrass meadows. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (eds.). Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, 82-85.
- SOKAL, RR & FJ ROHLF. 1981. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. New York, W H Freeman and Company. 859p.
- STATSOFT, INC. 1996. Statistica for Windows. Sta Computer Program Manual.
- STRICKLAND, JDH & TR PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Bd. Can. Bull.*, 167: 311p.
- TIDWELL, JH, DD COYLE, CD WEBSTER, JD SEDLACEK, PA WESTON, WL KNIGHT, SJ HILL JR, LR D'ABRAMO, WH DANIELS & MJ FULLER. 1997. Relative prawn production and benthic macroinvertebrate densities in unfed, organically fertilized, and fed pond systems. *Aquaculture*, 149: 227-242.
- TIDWELL, JH, CD WEBSTER, JD SEDLACEK, PA WESTON, WL KNIGHT, SJ HILL JR, LR D'ABRAMO, WH DANIELS, MJ FULLER & JL MONTANEZ. 1995. Effects of complete and supplemental diets and organic pond fertilization on production of *Macrobrachium rosenbergii* and associated macroinvertebrate populations. *Aquaculture*, 138: 169-180.
- TSUSUKI, MA, A BIANCHINI & RO CAVALLI. 1993. Tolerância de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante 1967 (Crustacea-Decapoda) à salinidade e temperatura. Resumos do XXII Encontro Anual de Ciências Fisiológicas, de 25-27 de Novembro, UFPEL, Pelotas, RS, p.4.
- UNDERWOOD, AJ 1997. Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 503p.
- VALENTINI, H, F D'INCAO, LF RODRIGUEZ, JE REBELO NETO & E RAHN. 1991. Análise da pesca do camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica, Rio Grande*, 13(1): 143-157.
- WALFORD, J & T.J. LAM. 1987. Floating hatchery and net cage culture of *Penaeus indicus* in the Straits of Johore, Singapore. *Aquaculture*, 62: 11-32.

JORGENSEN, P & CE BEMVENUTI

- WASIELESKY JR., WRO CAVALLI, D DOLCI & TM. ALVES DA SILVA. 1995. Crescimento do camarão rosa *Penaeus paulensis* (Crustacea; Decapoda) cultivado em gaiolas e cercados, no estuário da Lagoa dos Patos. Anais do Encontro Sul Brasileiro de Aquacultura, Ibirubá, RS, 14-25.
- WEIDENBACH, RP. 1980. Dietary components of prawns reared in Hawaiian ponds. Proceedings of the Giant Prawn Conference, International Foundation for Science, Report 9. Bangkok.
- WICKINS, JF. 1976. Prawn biology and culture. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 14: 435-507.
- WINER, BJ. 1971. Statistical principles in experimental design. Tokyo, McGraw-Hill Kogakusha. 907p.
- WYBAN, JA., CS LEE, VT SATO, JN SWEENEY & WK RICHARDS JR. 1987. Effect of stocking density on shrimp growth rates in manure-fertilized ponds. *Aquaculture*, 61: 23-32.

Submetido: 21/10/1999

Aceito: 28/01/2001