



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE BIOCÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOECOLOGIA  
AQUÁTICA**

**“ANÁLISE DO COMPORTAMENTO E CRESCIMENTO DO  
CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)  
EM DIFERENTES SUBSTRATOS INCONSOLIDADOS”.**

**Daniele Bezerra dos Santos**

**Orientador: Prof. Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire**

**Co-Orientadora: Profa. Dra. Cibele Soares Pontes**

**NATAL/RN  
2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

---

**Daniele Bezerra dos Santos**

**“ANÁLISE DO COMPORTAMENTO E CRESCIMENTO DO  
CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) EM  
DIFERENTES SUBSTRATOS INCONSOLIDADOS”.**

**Orientador: Prof. Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire**  
(UFERSA/DOL-UFRN)

**Co-Orientadora: Profa. Dra. Cibele Soares Pontes**  
(UFERSA/DFS-UFRN)

Dissertação apresentada ao Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Bioecologia Aquática.

**NATAL/RN**  
**2007**

---

---

Divisão de Serviços Técnicos  
Catalogação da Publicação na Fonte / Biblioteca Central Zila Mamede

Santos, Daniele Bezerra dos.

Análise do comportamento e crescimento do camarão branco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em diferentes substratos inconsolidados / Daniele Bezerra dos Santos. – Natal, RN, 2007.

101 f. : il.

Orientador: Fúlvio Aurélio de Moraes Freire.

Co\_Orientador: Cibele Soares Pontes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática.

1. Camarão marinho – Dissertação. 2. *Litopenaeus vannamei* – Dissertação. 3. Comportamento animal – Dissertação. 4. Camarão – Crescimento – Dissertação. 5. Substratos inconsolidados – Dissertação. I. Freire, Fúlvio Aurélio de Moraes. II. Pontes, Cibele Soares. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. IV. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 639.512

---

---

**Título:** Análise do comportamento e crescimento do camarão branco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em diferentes substratos inconsolidados.

**Autora:** Daniele Bezerra dos Santos

**Data da defesa:** 05 de dezembro de 2007.

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

---

Profa. Dra. Cibele Soares Pontes  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

---

Prof. Dr. Adilson Fransozo  
Universidade Estadual Paulista - UNESP

---



À minha família pelo imenso apoio.



---

## AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire** pela oportunidade dada desde o início de minha carreira acadêmica. Agradeço por ser mais que um Orientador, um amigo com quem interagi desde o início da minha graduação e, sem dúvida, por ser um professor no sentido profundo da palavra. Obrigada por ter aceitado me orientar, além disso, pela amizade, paciência, críticas e sugestões durante a realização dos nossos trabalhos. Saiba que todos esses momentos me trouxeram cada vez mais experiência e amadurecimento.

À **Profa. Dra. Cibele Soares Pontes** por me co-orientar, pelo apoio, pela amizade sincera, pelo incentivo, pelo exemplo de profissionalismo e pelas valiosas sugestões para melhorar a minha dissertação.

À **Profa. Dra. Ana Carolina Luchiari** a quem admiro muito. Obrigada pelo incentivo, carinho e ajuda indispensável nas análises estatísticas.

À **Profa. Dra. Celicina Maria da Silveira Borges de Azevedo** pelo convívio, pelo apoio e pela amizade.

Ao **Prof. Dr. Gustavo Henrique Gonzaga da Silva** pelo apoio e empréstimo de aparelhos para coleta dos fatores abióticos.

Ao **Prof. Dr. Francisco de Assis Maia Lima** e a sua esposa **Profa. Margarida**, pelo apoio, carinho e incentivo constante desde o período da minha graduação até o presente momento.

Aos **meus pais e irmãos** por me ajudarem em todos os momentos da minha vida.

Ao **meu filho Luiz Eduardo**, pelo amor e compreensão durante a minha ausência nesses 10 meses.

Ao meu marido **André Magalhães**, pelo amor, carinho, compreensão, apoio constante e por tudo que iremos construir juntos.

Aos amigos **Professores Doutores Fúlvio Freire, Cibele Pontes e Maia Lima** pelos alicerces dessa construção – minha formação.

À empresa **Larvi Aqüicultura Ltda**, em especial a Jaqueline e José Carlos Gastelú pelas pós-larvas cedidas.

---

---

À toda a **minha família**, em especial meus tios **Rogério, Izabel Cristina e Izabela** por me receberem como uma filha em sua casa.

À **amiga e Profa. Dra. Cibele Soares Pontes e sua filha Ana Clara**, por ter me aceitado na sua casa mesmo sem me conhecer! Saibam que vocês também são da minha família, vão morar eternamente no meu coração e que não existe palavras para descrever o quão eu sou grata por tudo que vocês fizeram (e ainda fazem) por mim. Agradeço também por terem me incentivado a não desistir nos momentos difíceis vividos longe de casa. Amo vocês.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** pelo apoio financeiro.

À **Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)** pelo apoio logístico para realização deste trabalho.

À **Banca Examinadora** (Professores Doutores Fúlvio Freire, Adilson Fransozo e Cibele Pontes) pelas valiosas sugestões.

Ao **Eng. de Pesca Júnior Bessa**, pela amizade, confiança e pela ajuda na organização e montagem dos biofiltros.

A minha querida turma de Mestrado – turma 12 (**Vini, Rafa, Margô, Dany, Anita, Catarina, Rosemberg, Arthur, Aline, Augusto e Wanessa**) pela força constante e por proporcionarem momentos divertidos mesmo em períodos de grande aflição.

Aos amigos **Júlio César (Corro), Hudson, Fábio e Alexandre (Xandinho)** pela força, amizade e companhia durante o período do experimento de comportamento. Agradeço de coração, pois se não fosse vocês, eu não teria ficado acordada! Valeu mesmo por terem me acompanhado durante quase 15 dias (24 horas dentro de um laboratório, dormindo apenas 3 horas por dia!).

Aos amigos do laboratório da UFERSA (**Corró, Alê, Xandinho, Taygra, Carlos Antônio (Café), Fábio, Hudson, Mário, Natália, Nichollas, Endson, Jonas, André, Paulo Victor, Rafael, Eudmar e Thalita**) por terem me ajudado nos experimentos e por terem me recebido maravilhosamente bem. Muito obrigada por terem sido amigos verdadeiros durante esses 10 meses que morei em Mossoró. Obrigada a todos que me ajudaram transportando vários

---

---

baldes de água e sedimentos para o laboratório! Foi um sofrimento muito grande, mas valeu a pena ter recebido toda amizade e incentivo de vocês! Nunca vou esquecê-los!

Aos amigos **Hudson Vale, Carlina e Alyssandra** pela ajuda nas análises químicas e físicas dos sedimentos.

Aos funcionários da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA (**Neide, Didi, Zé, Pedrinho, Monteiro, Agostinho e Zé Galego**) pelo convívio, amizade e apoio durante todo esse período.

Aos amigos do laboratório da FACEX (**Eri, Priscila, Wanessinha, Juju, Popó, Wesley, Núbia, Carminha e Rejane**) pelo incentivo.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática** da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

À secretária da Pós-Graduação, **Jussara**, pela amizade e pela ajuda prestada nestes anos em Natal.

À todos aqueles que não citei, mas que de uma maneira ou de outra, me ajudaram nesta importante etapa de minha vida.

---

---

## SUMÁRIO

<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>02</b>
<b>I CAPÍTULO .....</b>	<b>09</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>20</b>
2.1 Objetivos específicos .....	20
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 Caracterização da espécie .....	21
3.2 Local de estudo .....	22
3.3 Preparação dos substratos.....	22
3.4 Experimento .....	24
3.5 Análise estatística .....	26
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1 Preferência de sedimento (visitação e enterramento) .....	27
4.2 Comportamento de enterramento .....	30
4.3 Atividade natatória.....	33
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>
<b>II CAPÍTULO .....</b>	<b>62</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>63</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>64</b>
<b>1 INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>65</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>69</b>
2.1 Objetivos específicos .....	69

---

---

<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>70</b>
3.1 Cultivo de pós-larvas.....	70
3.2 Unidades experimentais.....	70
3.3 Preparação dos sedimentos.....	71
3.4 Experimento de crescimento.....	73
3.5 Análise do crescimento dos camarões.....	74
3.6 Fatores abióticos.....	76
3.7 Análise Estatística.....	76
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>77</b>
4.1 Peso inicial e Peso Final.....	77
4.2 Ganho de peso.....	77
4.3 Consumo aparente.....	78
4.4 Eficiência alimentar.....	79
4.5 Taxa de crescimento específico.....	79
4.6 Sobrevivência.....	80
4.7 Análise dos parâmetros físico-químicos da água.....	81
4.7.1 <i>Temperatura</i> .....	81
4.7.2 <i>pH</i> .....	83
4.7.3 <i>Oxigênio dissolvido</i> .....	85
4.7.4 <i>Salinidade</i> .....	87
4.8 Análise química do sedimento.....	87
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>88</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>92</b>
<b>7 ANEXOS</b> .....	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>96</b>

---

---

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1.</b> Camarão peneídeo <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	21
<b>Figura 2.</b> Preferência de sedimento (visitação e enterramento) do camarão juvenis e pré-adultos <i>L. vannamei</i> .....	28
<b>Figura 3.</b> Preferência de sedimento (visitação e enterramento) do camarão pré-adultos macho <i>L. vannamei</i> .....	28
<b>Figura 4.</b> Preferência de sedimento (visitação e enterramento) dos camarões pré-adultos fêmeas <i>L. vannamei</i> .....	29
<b>Figura 5.</b> Preferência de sedimento (visitação e enterramento) dos camarões juvenis <i>L. vannamei</i> .....	29
<b>Figura 6.</b> Valores percentuais do comportamento de enterramento com relação ao ciclo diário do camarão juvenil e pré-adulto macho <i>L. vannamei</i> .....	30
<b>Figura 7.</b> Valores percentuais do comportamento de enterramento com relação ao ciclo diário do camarão pré-adulto macho <i>L. vannamei</i> .....	31
<b>Figura 8.</b> Valores percentuais do comportamento de enterramento relação ao ciclo diário do camarão pré-adulto fêmea <i>L. vannamei</i> .....	32
<b>Figura 9.</b> Valores percentuais do comportamento de enterramento de camarões juvenis <i>L. vannamei</i> durante o período de 24 horas.....	33
<b>Figura 10.</b> Atividade natatória durante o ciclo diário dos camarões juvenis e pré-adultos <i>L. vannamei</i> .....	34
<b>Figura 11.</b> Atividade natatória ao longo do dia dos camarões pré-adultos machos <i>L. vannamei</i> .....	34
<b>Figura 12.</b> Atividade natatória durante o ciclo diário dos camarões pré-adultos fêmeas <i>L. vannamei</i> .....	35
<b>Figura 13.</b> Atividade natatória durante o ciclo diário dos camarões juvenis <i>L. vannamei</i> .....	36
<b>Figura 14.</b> Tanque de 500 litros, onde os camarões foram mantidos durante 10 dias antes do teste de preferência.....	45
<b>Figura 15.</b> Pesagem dos camarões <i>L. vannamei</i> .....	45

---

---

<b>Figura 16.</b> Desenho do tanque cilíndrico experimental utilizado para o teste de preferência de sedimento, mostrando as bandejas inseridas no fundo do tanque. ....	46
<b>Figura 17.</b> Bandejas com 6 diferentes tipos de substrato preenchendo todo o fundo do tanque .....	46
<b>Figura 18.</b> Tanques cilíndricos utilizados.....	47
<b>Figura 19.</b> Visita ao sedimento do tipo B (areia muito fina e areia fina) pelo camarão <i>L. vannamei</i> .....	47
<b>Figura 20.</b> Foto da atividade natatória do camarão pré-adulto fêmea <i>L. vannamei</i> às 06:00 horas. ....	48
<b>Figura 21.</b> Seqüência de escavação e enterramento de <i>L. vannamei</i> no sedimento B. ....	48
<b>Figura 22.</b> Comportamento de enterramento do camarão <i>L. vannamei</i> parcialmente enterrado. ....	49
<b>Figura 23.</b> <i>L. vannamei</i> completamente enterrado. ....	49
<b>Figura 24.</b> Camarão <i>L. vannamei</i> completamente enterrado no sedimento B (areia fina e areia muito fina) durante a fase clara do dia, seta mostrando os olhos.....	50
<b>Figura 25.</b> <i>L. vannamei</i> enterrado no sedimento B (detalhe dos olhos). ....	50
<b>Figura 26.</b> Fêmea de <i>L. vannamei</i> após realização da muda.....	51

## **CAPÍTULO II**

<b>Figura 1.</b> Desenho experimental.....	71
<b>Figura 2.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) do peso inicial e do peso final dos camarões <i>L. vannamei</i> durante 48 dias de cultivo .....	77
<b>Figura 3.</b> Média ( $\pm$ desvio padrão) do ganho de peso dos camarões juvenis <i>L. vannamei</i> em diferentes substratos.....	78
<b>Figura 4.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) do consumo aparente do alimento artificial .....	78
<b>Figura 5.</b> Eficiência alimentar (média $\pm$ desvio padrão) dos camarões juvenis <i>L. vannamei</i> em diferentes tipos de substratos .....	79

---

---

<b>Figura 6.</b> Taxa de crescimento específico (média $\pm$ desvio padrão) do camarão juvenil <i>L. vannamei</i> em diferentes substratos.....	80
<b>Figura 7.</b> Sobrevivência (%) (mediana $\pm$ desvio padrão) dos camarões juvenis <i>L. vannamei</i> cultivado durante 48 dias, em diferentes substratos.....	80
<b>Figura 8.</b> Média da temperatura nos tratamentos testados (B=AF+AMF; B+C= Si+Ar+AMF+AF).....	81
<b>Figura 9.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de temperatura durante o período de cultivo (tratamento B).....	82
<b>Figura 10.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de temperatura durante o período de cultivo (tratamento B+C).....	82
<b>Figura 11.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de temperatura durante o período de cultivo (tratamento sem substrato).....	82
<b>Figura 12.</b> Valores médios do pH da água nos diferentes tratamentos (B = AF + AMF; B + C = Si + Ar + AMF + AF).....	83
<b>Figura 13.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de pH durante os 48 dias de cultivo (tratamento B).....	83
<b>Figura 14.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de pH durante os 48 dias de cultivo (tratamento B+C).....	84
<b>Figura 15.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de pH durante os 48 dias de cultivo (tratamento sem substrato).....	84
<b>Figura 16.</b> Valores médios do oxigênio dissolvido na água nos tratamentos B, B+C e Sem substrato, durante os 48 dias de cultivo.....	85
<b>Figura 17.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de oxigênio dissolvido durante os 48 dias de cultivo (tratamento B).....	86
<b>Figura 18.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de oxigênio dissolvido durante os 48 dias de cultivo (tratamento B+C).....	86
<b>Figura 19.</b> Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) da variação de oxigênio dissolvido durante os 48 dias de cultivo (tratamento sem substrato).....	86
<b>Figura 20.</b> Experimento de crescimento (SEAg-UFERSA). Seta indica os biofiltros utilizados no cultivo de <i>L. vannamei</i> .....	93
<b>Figura 21.</b> Experimento de crescimento (SEAg-UFERSA). Seta indica os tanques utilizados no cultivo de <i>L. vannamei</i> .....	93

---



**Figura 22.** Experimento de crescimento (SEAg-UFERSA). Setas indicam *air lifts* e o filtro mecânico .....94

**Figura 23.** Alimentação dos camarões realizada em bandejas (a), (b) e (c) .....94

**Figura 24.** Coleta da sobra da ração após 2 horas da oferta .....95



---

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS



---

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O homem, desde os tempos remotos, sempre utilizou como primeiras estratégias de alimentação para obtenção de recursos naturais à realização de atividades que possibilitassem a sua sobrevivência no ambiente. Dentro deste contexto, a atividade pesqueira surgia como uma das primeiras que o ser humano buscou para a subsistência da espécie.

Para LIMA & DIAS-NETO (2002) a pesca é uma atividade econômica que explora recursos naturais renováveis que apresentam variáveis níveis de abundância. Esta atividade depende tanto das condições ambientais dos ecossistemas aquáticos, como dos fatores exógenos degradantes do meio ambiente, resultantes da atividade humana.

O período inicial da produção pesqueira no mundo foi logo após a II Guerra Mundial, isso ocorreu devido à necessidade de se obter alimento, proporcionando um direcionamento nos empreendimentos visando aumentar a produção pesqueira. Vários equipamentos de navegação foram desenvolvidos, além da ampliação da frota mundial de barcos, promovendo uma maior autonomia e poder de captura no mar (SANTOS & IVO, 1998). Segundo os mesmos autores, para o Brasil, este movimento não gerou reflexo, mas, somente a partir de 1955 ocorreu um maior interesse, motivando uma aplicação de investimento na pesca, principalmente com o início da pesca da lagosta e de camarão, no litoral nordestino. Porém, a exploração indiscriminada dos estoques pesqueiros naturais, atualmente próximos do seu limite auto-sustentável, tem ocasionado uma crescente diferença entre a quantidade de peixes, crustáceos e moluscos capturados e a demanda de consumo.

Em meio a esses acontecimentos, a aquicultura tornou-se uma das fontes alternativas mais viáveis no mundo para a produção de alimentos de alto valor protéico para o consumo humano.

A aquicultura é um agronegócio que envolve várias técnicas de cultivo e que pode ser definida como uma produção aquática que envolve a manipulação de organismos em alguma fase do seu ciclo de vida (MELLO,

---

2002). Entende-se por cultivo a utilização de insumos, mão-de-obra, e tecnologia empregada com o objetivo de aumentar a produção desses organismos (ARANA, 1999). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação – FAO, a aquicultura é definida como:

“Uma atividade que tem como objetivo o cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas. Implica a intervenção do homem no processo de cultivo para aumentar a produção em operações de estocagem, alimentação e proteção contra predadores, etc. A atividade de cultivo também pressupõe que os indivíduos ou associações que a exercem são proprietários da população sob cultivo”.

De uma maneira geral, a carcinicultura é um ramo da aquicultura que tem como objetivo o cultivo de crustáceos. Devido a grande representatividade do cultivo do camarão na carcinicultura nacional, a menção da palavra carcinicultura na maioria das vezes refere-se apenas a este segmento (PONTES, 2003).

A carcinicultura marinha iniciou-se no sudoeste asiático no século XV. Entretanto, somente nos anos 30, no Japão, a atividade adquiriu caráter industrial com o início da produção de pós-larvas. Nos países localizados nas regiões tropicais e subtropicais, as técnicas para o cultivo comercial do camarão começaram a ser difundidas a partir nos anos 70. Porém, ainda no final dos anos 80, a produção dos países dessas regiões não apresentava grandes avanços no cultivo, pois dependia da captura extrativista de fêmeas (para efetuarem desova nos laboratórios) e captura de pós-larvas para serem estocadas nos viveiros de criação (NUNES, 2001).

Dentre as atividades da maricultura, o cultivo de camarões vem expandindo-se de forma bastante acelerada em diversos países litorâneos do Ocidente e Oriente. Os camarões são responsáveis por um alto valor financeiro no comércio internacional de frutos do mar (WAIMBERG, 2000). Segundo ARANA (2004), a aquicultura estuarina ou maricultura vem demonstrando nos últimos anos ser uma atividade alternativa viável do ponto de vista sócio-

---

---

econômico, mais precisamente por permitir a manutenção das comunidades de pescadores artesanais e rurais adjacentes nos seus habitats naturais.

Os primeiros projetos comerciais do cultivo de camarão no Brasil iniciaram-se na década 70, marcando o desenvolvimento da carcinicultura no país. Os experimentos com o camarão marinho cultivado foram estimulados pelo Governo do Rio Grande do Norte para estudar a viabilidade desse cultivo. Os cultivos extensivos no Estado caracterizaram as atividades de produção e os resultados foram positivos nos anos iniciais ao cultivo. Entretanto, após os primeiros anos houve várias falhas na cultivo da espécie *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) devido a pouca disponibilidade de estudos (BARBIERI JÚNIOR & OSTRENSK NETO, 2001; ABCC, 2007). Além da falta de um plano abrangente de pesquisa e validações tecnológicas, a causa que motivou o fracasso do cultivo de *Marsupenaeus japonicus* (Bate, 1888), depois de resultados iniciais promissores, foi o período de sua adaptação (1978/1983) e essa fase coincidiu com uma das estiagens mais prolongadas do Nordeste (ABCC, *op. cit.*).

As primeiras fazendas de camarão tentaram utilizar os pacotes tecnológicos desenvolvidos no Equador, Panamá e Taiwan, sem considerar as diferenças existentes entre os fatores ambientais, laboratórios, infra-estrutura e outros. Os modelos de cultivo importados não surtiram efeito desejado no ano de 1980, havendo a falência de inúmeras fazendas poucos anos depois. Esse insucesso promoveu estímulos à busca de tecnologias para o cultivo de espécies nativas *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) e *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). Embora as espécies nativas apresentassem resultados positivos (maturação, reprodução e larvicultura), o volume da produção não compensava os altos gastos com a fazenda de camarão. A principal restrição à produtividade das espécies nativas esteve relacionada com as suas necessidades protéicas que atendessem suas exigências. Nesta fase, ficou demonstrado o bom potencial das três espécies brasileiras e a necessidade de um programa de pesquisa básica e aplicada para melhor caracterizá-las e preservá-las bem como para investigar a fundo sua biologia, reprodução e suas

---

---

necessidades nutricionais. Sendo assim, estimulado pelo sucesso da espécie *L. vannamei* cultivada no Equador e Panamá, o Estado do Rio Grande do Norte importou a espécie e o pacote tecnológico (técnicas de reprodução e larvicultura) para o seu cultivo. (ABCC, 2007)

No Brasil, a região que apresenta melhores condições para o cultivo de camarões marinhos é a região Nordeste. Atualmente, o Brasil ocupa a 8<sup>o</sup> posição em produtividade de camarões em cativeiro, apresentando vantagens comparativas entre muitos países, podendo citar a existência de áreas disponíveis para a atividade e a disponibilidade de água de boa qualidade. Mesmo apresentando essas vantagens, os países de maior produção de camarões são Tailândia, China, Índia, Vietnã, Indonésia, Equador e México (ABCC, 2007). O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) assumiu uma importância incontestável na carcinicultura mundial. Em 2000, os camarões marinhos representaram 66% da produção de crustáceos cultivados, sendo a aquicultura responsável por 26,1% do total de camarões exportados. As principais espécies cultivadas foram: *Penaeus monodon*, *Fenneropenaeus chinensis* (Osbeck, 1765) e *L. vannamei*, responsáveis por 86% da produção mundial (FAO, 2003). Em 2005, a espécie *L. vannamei* foi a mais cultivada (61,09%), seguido de *P. monodon* (26,01%) e *Penaeus spp.* (12,9%).

NAYLOR *et al.* (2001) afirmaram que a produção da aquicultura global na década passada dobrou em volume e em valor. Porém, esta atividade tem induzido muitas vezes à introdução de peixes, plantas, invertebrados, parasitas e outros patógenos sem um cuidado especial, podendo esses animais se expandirem rapidamente e trazer danos imensos, afetando inclusive as espécies nativas de uma determinada região, como também concorrer com outros animais nativos que preferem o mesmo nicho ecológico. Finalmente, dependendo da capacidade de resistência e sobrevivência às adversidades do meio ambiente, estes animais incorporados, poderão alterar toda cadeia trófica, desequilibrando o ambiente e comprometendo diversas populações.

Segundo SANTOS & COELHO (2002), algumas espécies exóticas já foram capturadas em ambientes naturais. Mas, pouco se conhece sobre a sua

---

biologia e os fatores abióticos que interagem na sua distribuição. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo:

- No Capítulo I: estudar a influência da granulometria do sedimento sobre a frequência de vista no sedimento, comportamento de enterramento e atividade natatória dos camarões.
- No capítulo II: analisar o crescimento e sobrevivência dos camarões em diferentes tipos de substratos.

---

## REFERÊNCIAS

ABCC – Associação Brasileira dos Criadores de Camarão. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abccam.org.br>> Acesso em: 01 jul. 2007.

ARANA, L. V. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável**. Florianópolis: UFSC, 1999.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de Aqüicultura**. Florianópolis: UFSC, 2004.

BARBIERI JÚNIOR, R. C.; OSTRENSK NETO, A. **Camarões marinhos: reprodução, maturação e larvicultura**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001.

LIMA, J. H. M.; DIAS-NETO, J. O ordenamento da pesca marítima do Brasil. **Bol. Técn. Cient.** Tamandaré: CEPENE, v. 10, n. 1, 2002.

SANTOS, M. C. F.; IVO, C. T. C. Sobre a captura de camarão marinho com arrasto simples e duplo ao largo dos municípios de Piaçabuçu/AL e Pirambu/SE. **Bol. Técn. Cient.** Tamandaré: CEPENE, v. 6, n.1, 1998.

MELLO, R. H. Fazendas Alagadas – produção de peixes e crustáceos em cativeiro é negócio da China. **Revista Panorama da Aqüicultura**, jan./fev., 2002

NAYLOR, R. L.; WILLIAMS, S. L.; STRONG, D. R. Aquaculture: a gateway for exotic species. **Science's Compass**, v.. 29, n. 23. p. 1655-1656, 2001.

NUNES, A. J. P. (2001). O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. Disponível em: <<http://www.aqualider.com.br/>>. Acesso em: 14 dez. 2006.

---

PONTES, C. S. **Distribuição diária das atividades comportamentais e comportamento alimentar do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. 2003. 101 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

SALIM, J. Panorama da carcinicultura potiguar: sua importância e perspectivas de crescimento. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 12, n. 69, p. 38-40, 2002.

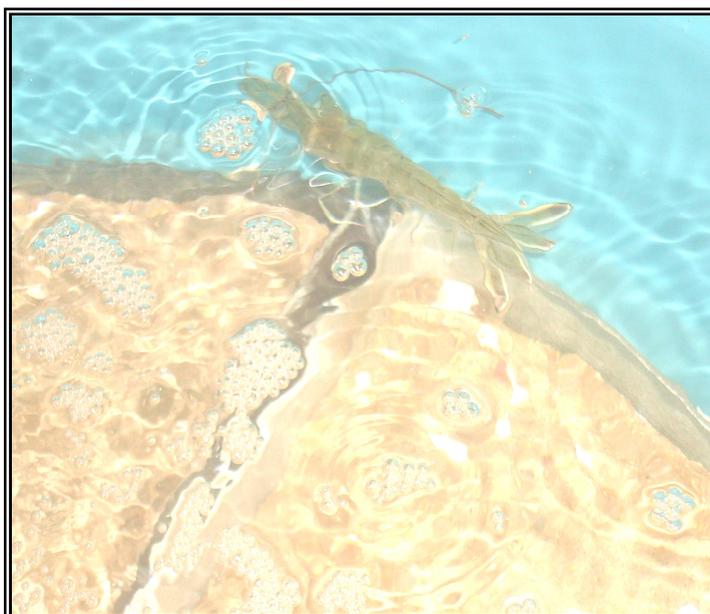
SANTOS, M. C. F.; COELHO, P. A.. Espécies exóticas de camarões marinhos (*Penaeus monodom* Fabricius, 1798 e *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) nos ambientes estuarino e marinho do Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico (CEPENE)**, v. 10, n.1: p. 209-222, 2002.

WAIMBERG, A. A. Impactos sócio-econômicos, geração de emprego, renda e divisas. In: VINATEA, L. A. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável**. Florianópolis: UFSC, 1999.

---

## I CAPÍTULO:

**Análise do comportamento dos camarões juvenis e pré-adultos *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em diferentes substratos inconsolidados.**



---

## RESUMO

Este trabalho visou caracterizar a frequência de visita e enterramento como preferência de sedimento em diferentes sedimentos e a atividade natatória dos camarões *Litopenaeus vannamei* durante 24 horas. Camarões juvenis ( $0,93 \text{ g} \pm 0,29$ ) e pré-adultos ( $10,05 \text{ g} \pm 1,18$ ) foram coletados da Estação de Aqüicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, e mantidos por 10 dias em tanques de 500 L, com alimentação, aeração constante, temperatura, pH e salinidade estáveis. Três grupos granulométricos foram pré-estabelecidos como substratos experimentais: C= silte + argila; B = areia muito fina + areia fina; A= areia média + areia grossa + areia muito grossa + cascalho. Seis diferentes combinações de substratos foram testadas: A, B, C, A+B, A+C, B+C. Utilizou-se tanques cilíndricos (40L), com fundo preenchido por 6 bandejas. A cada bateria, trocou-se os sedimentos e água, evitando a influência de feromônios e características alteradas do sedimento. Inicialmente pesou-se os camarões individualmente e os organismos pré-adultos separados por sexo, com base em caracteres externos: presença do petasma nos machos e tético nas fêmeas. Colocou-se 1 camarão/tanque, tendo livre e imediato acesso aos diferentes tipos de sedimentos. Para observação na fase escura, utilizou-se o auxílio de luz vermelha. O método de observação foi o Animal Focal Instantâneo, com registro a cada 2 minutos, em janelas de 20 minutos, em 8 horários ao longo do dia: 19:30 h; 20:30 h; 00:30 h; 1:30 h; 05:30 h; 06:30 h; 13:30 h; 14:30 h, totalizando 88 registros em 24 horas. Utilizou-se 54 camarões de *L. vannamei* (18 machos, 18 fêmeas e 18 juvenis). Observou-se: a) frequência de visita; b) comportamento de enterramento e desenterrado; c) Atividade natatória. Diante dos dados obtidos, observou-se maior frequência de visitação do *L. vannamei*, tanto jovem quanto pré-adulto, no sedimento B. Este animal apresenta atividade cíclica, permanecendo enterrado durante o dia na maior parte dos horários observados e exercendo natação durante a noite. Não houve diferença significativa no comportamento de enterramento das fêmeas. O comportamento de natação foi mais frequente na fase escura quando comparada à fase clara, principalmente nos horários de 00:30 e 01:30 horas.

---

## ABSTRACT

The aim of this study was to test the sediment preference of *L. vannamei* shrimp. It was observed shrimp visit frequency, swimming and burying behaviour at different sediment compositions for 24h. Juvenile ( $0.93 \pm 0.29\text{g}$ ) and sub-adult shrimps ( $10.0 \pm 1.18\text{g}$ ) were obtained from the aquaculture station at Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, and held in a plastic tank (water volume 500 L) supplied with aerated water and kept at constant temperature, pH, and salinity. Shrimp was fed by commercial shrimp dry food. The experimental substrates were composed by A: medium sand + thick sand + very thick sand + gravel; B: very fine sand + fine sand; and C: silt + clay. Thus, six different substrate combinations were tested: A, B, C, A+B, A+C, B+C. To test preference, it was used a cylindrical tank (40 l) divided into six differently substrate compartments. A single shrimp was introduced each tank and the frequency at which this shrimp visited each compartment was recorded over a 24h study period. It was tested 54 shrimp (18 sub-adult males, 18 sub-adult females and 18 juveniles). For each trial, sediment and water were changed to avoid pheromones and residues influence. Shrimp were weighted and sub-adults were divided by sex: males present petasma and females present thelycum. Data were collected on the experimental day at 19:30; 20:30; 00:30; 1:30; 05:30; 06:30; 13:30 and 14:30 h. At each time point, shrimp were observed for 20-min periods, in which we noted down which compartment the shrimp was occupying at 2-min intervals. Thus, for each period we had eleven observations (88 observations per day). For observations at night, it was used dim red light that did not affect shrimp behaviour. At each 20-min period, it was observed visit frequency in each substrate, if shrimp was buried or not or if it was swimming. There was not significant difference between light and dark burry activity for females. Swimming activity was significantly higher at night, mainly at 00:30 and 01:30 h. All *L. vannamei* shrimp showed preference for sediment B. This animal presents cyclic activity, spends the day light period buried and swims at night.

---

## 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A criação de camarões no Brasil é uma atividade comercial relativamente nova, os primeiros cultivos iniciaram-se há cerca de 30 anos atrás. A região Nordeste foi a primeira a iniciar esta atividade, mais especificamente no Estado do Rio Grande do Norte na década de 70 (BUENO, 1989) e, gradualmente, distribuiu-se para os outros estados da região Nordeste. Dentre os fatores que contribuem para que a produção brasileira ocupe lugar de importância no âmbito da aquicultura, sobretudo do Hemisfério Ocidental, está o desenvolvimento e adoção de tecnologia apropriada de manejo em todas as etapas do processo produtivo, no qual o aperfeiçoamento e empregos sistemáticos vêm contribuindo para a melhoria dos índices técnicos e, conseqüentemente, dos níveis de produtividade e rentabilidade dos cultivos (ROCHA *et al.*, 2004).

Atualmente, a metodologia utilizada para a carcinicultura marinha é o cultivo semi-intensivo, caracterizado por densidades populacionais moderadas (aproximadamente 30 camarões/m<sup>2</sup>), com a utilização de aeradores nos períodos mais críticos de escassez de oxigênio dissolvido e oferta alimento artificial (ração) aos viveiros em complemento ao alimento natural. Apesar desta indústria ser considerada relativamente bem estabelecida, vale salientar que a carcinicultura consiste numa atividade técnica, onde são adotados vários procedimentos empiricamente elaborados (PONTES & ARRUDA, 2005).

As primeiras espécies utilizadas para cultivo no Brasil foi o camarão nativo *Farfantepenaeus subtilis*. Na década de 80 o camarão *L. vannamei* foi introduzido juntamente com o suporte técnico no Estado da Bahia (WAIMBERG & CÂMARA, 1998; SANTOS & COELHO, 2002), tendo esta espécie apresentado grande tolerância às condições do ambiente e obtido melhores resultados quanto à sua produção. Suas características zootécnicas, boa sobrevivência e pacote tecnológico definido, permitiram um novo impulso para a atividade (ARANA, 2004). Em 1981, *L. vannamei* foi trazido para o Estado do

---

Rio Grande do Norte para fins de cultivo em viveiros, porém não apresentou bons resultados. Somente a partir do início da década de 90, a espécie começou a apresentar resultados positivos (TAVARES & MENDONÇA, 1996).

O Nordeste brasileiro proporciona condições ideais ao cultivo, por apresentar pouca variação climática, temperatura e salinidade relativamente estáveis, bem como uma grande incidência solar, e são esses fatores que favorecem o desenvolvimento adequado de camarões em condições de cativeiro (SALIM, 2002). No ano de 2004, o Estado do Rio Grande do Norte enquadrou-se na carcinicultura como o maior produtor brasileiro de camarão marinho, em número de produtores, áreas de viveiros e volume produzido, seguido do estado do Ceará (ROCHA *et al.*, 2004).

O camarão branco *L. vannamei* é uma espécie exótica, sendo popularmente conhecido no Nordeste do Brasil como “camarão-cinza”. Sua origem e distribuição natural vão desde as águas do Oceano Pacífico na Província de Sonora, México, até o Sul de Tumbes no Peru (PÉREZ FARFANTE & KENSLEY, 1997). Quando adulto, é encontrado em profundidades que variam de baixas profundidades até 72 m, em temperaturas da água de 26 a 28° C e salinidade média de 35‰. A fêmea desova em águas oceânicas e os organismos na fase larval migram para regiões costeiras, onde permanecem durante a fase de juvenil até tornar-se pré-adulto (ARANA, 2004). Estes camarões pertencem à subordem Dendrobranchiata, família Penaeidae, conhecida por apresentar várias espécies que constituem importantes recursos pesqueiros. Os camarões Dendrobranchiata são agrupados em seis famílias: Penaeidae, Sicyoniidae, Solenoceridae, Aristeidae, Sergestidae e Luciferidae (COSTA *et al.*, 2003). Porém, a família Penaeidae representa a maioria das capturas mundiais de camarões, estimadas em torno de 700 mil toneladas por ano, sendo o gênero *Penaeus* o que apresenta as espécies de maior valor econômico (BUCKUP & BOND-BUCKUP, 1999).

A espécie *L. vannamei* é um camarão de télico aberto e, assim como os outros peneídeos, são animais bentônicos que permanecem grande parte da sua vida em contato com o substrato (DALL *et al.*, 1990).

---

O substrato constitui um meio físico que é formado por constituintes sólidos, líquidos e gasosos e por seres vivos. Este ambiente possui várias características físicas e químicas que podem ser importantes para os peneídeos, exercendo um papel significativo no comportamento do animal, principalmente, no tocante à defesa contra predação e na seleção de habitat.

Os habitats aquáticos, sejam eles naturais ou até mesmo ambientes de cultivo, são caracterizados por possuírem um substrato com níveis granulométricos variados, classificados desde os substratos mais grossos, como cascalho, até os substratos mais finos, como argila, silte e areia fina (OULLETTE *et al.*, 2003). Além disso, em ambientes de cultivo, o substrato sofre alterações devido a influência de fatores externos (transporte de sedimentos e processos químicos como por exemplo a calagem), podendo exercer efeitos diretos no desenvolvimento e sobrevivência dos organismos (MÉNDEZ, *et al.*, 2004).

Vários autores destacam que as características dos sedimentos podem influenciar na distribuição dos peneídeos na natureza (WILLIAMS, 1958; HUGHES, 1968; SUBRAHMANYAM & OPPENHEIMER, 1969; MOLLER & JONES, 1975; RULIFSON, 1981; AZIZ & GREENWOOD, 1982; SOMERS, 1987; COSTA, 2002; FREIRE, 2005;) e, geralmente, são um importante fator na seleção de locais para implantação de fazendas de cultivo de camarão (BRAY & LAWRENCE, 1993; ALLAN & MAGUIRE, 1995; RITVO, *et al.* 1998; BRATVOLD & BROWDY, 2001; MÉNDEZ *et al.*, 2004).

As condições do sedimento nos tanques de cultivo são particularmente mais críticas para os camarões do que para os peixes pelágicos, uma vez que os camarões geralmente vivem na infauna e permanecem boa parte de sua vida sobre o substrato ou enterrado (DALL, *et al.*, 1990; RITVO, *et al.*, 1998; LEMONNIER, *et al.*, 2004). Visto que cada espécie de camarão possui uma associação íntima com o meio em que vive (BRAY & LAWRENCE, 1993), a preferência pelo tipo de substrato pode estar associada a fatores bióticos e abióticos (FREIRE, 2005).

O substrato de fundo dos viveiros de camarão é geralmente constituído por solos arenosos e/ou areno-argilosos, apresentando uma textura composta

---

---

de argila (< 4 µm), silte (4 a 64 µm) e areia (64 µm a 2 mm), com pH próximo a 7 (neutro) e não contendo mais do que 10% de matéria orgânica (FIGUEIREDO, *et al.*, 2004 e 2005). Segundo o mesmo autor (2005), a quantidade de areia, silte e argila determinam o tipo de substrato e que a mistura de diversos tipos de sedimento que incluam de 10 a 20% de argila, é considerada ideal para o solo do substrato de fazendas de camarão.

Muitos estudos enfatizaram que a influência do sedimento, com sua textura granulométrica, poderia favorecer ou limitar a presença dos organismos bentônicos em uma determinada área, afetando diretamente a sua distribuição (HOLME, 1954; SANDERS, 1956, 1958 e 1960; ABELE, 1974; BUCHANAN & STONER, 1988; NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 1991; COSTA, 2002; FREIRE, 2005).

O substrato, ao longo de todos os processos físicos e químicos, exerce efeitos diretos sobre a qualidade da água e sobre o fundo dos viveiros. A presença de material tóxico pode alterar toda a biologia do animal, reduzindo a capacidade de alimentação, a taxa de crescimento, tornando-o mais sensível a doenças e aumentando a taxa de mortalidade (ARANA, 2004; AVNIMELECH & RITVO, 2003). Para BRAY & LAWRENCE (1993), há várias formas do substrato afetar a sobrevivência e crescimento dos camarões peneídeos cultivados:

- a) Comportamental: por meio da preferência por um tipo específico de substrato ou tamanho de partículas, possivelmente relacionada à necessidade de enterramento ou outros ritmos cicardianos.
- b) Nutricional: aumento do forrageio e fonte de macro e micronutrientes.
- c) Efeitos tóxicos: através da ingestão e/ou exposição a elementos raros ou substâncias dissolvidas, prejudiciais ao crescimento e sobrevivência dos camarões.

A capacidade de escavação e enterramento dos camarões peneídeos é uma importante atividade comportamental que está ligada aos processos físicos, químicos e biológicos. Segundo DALL, *et al.* (1990) existem vantagens

---

---

óbvias do comportamento de enterramento, que são a redução do gasto de energia (demanda de oxigênio), prevenção do stress termal e a defesa contra predadores. GRAY (1974) ressaltou ainda que o tipo de sedimento está fortemente relacionado com a capacidade de respiração durante o processo de escavação.

De acordo com PENN (1984), os camarões peneídeos também podem ser classificados quanto ao padrão de comportamento exibido, tendo esse comportamento grande influência na vulnerabilidade das espécies à exploração, sendo estes: (1) fortemente noturno, mas freqüentemente inativo ou enterrado a noite e sempre enterrado durante o dia (*Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939), *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817)); (2) geralmente noturno e continuamente ativo durante a noite, mas com uma tendência de ocasionalmente emergir (*Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891), *Penaeus monodon*); e (3) raramente enterrado e no geral continuamente ativo (*Litopenaeus setiferus* (Linnaeus, 1727), *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936).

DALL, *et al.* (1990) relataram que o camarão promove o seu enterramento utilizando os pereiópodos e pleópodos e, para finalizar, o animal cobre o seu corpo com o sedimento utilizando o escafocerito e urópodos. As espécies *Metapenaeus macleayi* (Haswell, 1879) e *Farfantepenaeus duorarum* começam o processo de escavação e enterramento pela geração de uma forte corrente com o auxílio dos pleópodos, com os pereiópodos eles seguram as partículas do substrato e empurram o seu corpo em direção ao sedimento. Como eles fazem o movimento para baixo, o sedimento é dispersado lateralmente e ao redor do corpo, o qual gradualmente começa a ser coberto. Finalmente, utilizam as antenas e urópodos para mover o sedimento ao redor do corpo, cobrindo-se completamente (FUSS, 1964; RUELLO, 1973).

Alguns trabalhos relacionaram a fisiologia do animal com o tipo de sedimento. LEMONNIER *et al.* (2004) estudaram a influência das características físico-químicas do sedimento com a espécie *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874), principalmente a influência do pH sobre a sua fisiologia.

---

YIP-HOI (2003) estudou a preferência do sedimento sobre a qualidade de vida dos camarões *Farfantepenaeus aztecus* e *Litopenaeus setiferus*. Segundo o autor, são vários os fatores que podem determinar a preferência pelo sedimento, dentre elas a penetrabilidade do substrato, facilidade de respiração quando enterrado, reconhecimento de habitat, fuga dos predadores e eficiência em reconhecer o substrato.

Outros autores destacaram as relações de predação, canibalismo, competição e o fator abiótico turbidez da água como peças importantes na interação camarão substrato (WILLIAMS, 1958; RUELLO, 1973; PENN, 1984; MINELLO *et al.*, 1987; DALL, *et al.*, 1990; KENYON *et al.*, 1995; NUNES, *et al.*, 1996).

Para sistemas de cultivo, alguns estudos relataram a influência do sedimento em relação à taxa de crescimento e sobrevivência dos camarões. AVNIMELECH & RITVO (2003) revisaram os processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem no fundo dos viveiros e a sua influência sobre a produção da aqüicultura.

RITVO *et al.* (1998) avaliaram, sob condições de laboratório, o crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei* em diferentes tipos de solo característicos de fazendas de camarão no Texas. MÉNDEZ *et al.* (2004) estudaram o efeito do sedimento sobre o crescimento e sobrevivência de pós-larvas do camarão *Litopenaeus stylirostris*. ALLAN & MAGUIRE (1995) estudaram o efeito do sedimento e a extrema toxicidade da amônia sobre o crescimento do camarão *Metapenaeus macleayi*. BRAY & LAWRENCE (1993) avaliaram o crescimento e sobrevivência dos camarões juvenis *Litopenaeus vannamei* em quatro tipos de substratos em duas salinidades, obtendo melhor resultado em tanques de fibra de vidro impermeável.

BRATVOLD & BROWDY (2001) examinaram os efeitos de substratos arenosos, ausência de substrato e superfícies verticais sobre o crescimento e produção do camarão *L. vannamei*, bem como sobre as mudanças na qualidade da água e mudanças na atividade da comunidade microbial. KLAUDATUS (1980) e OTAZU-ABRILL & CECCALDI (1981) ressaltaram a importância do sedimento no crescimento dos camarões *Marsupenaeus*

---

---

*japonicus* (Bate, 1888) e *Melicertus kerathurus* (Forskål, 1775). RUELLO (1973) analisou a preferência de sedimento para a espécie *Metapenaeus macleayi*, assim como MOLLER & JONES (1975) para as espécies *Penaeus monodon* e *Litopenaeus setiferus*. KEYS (2003) destacou a importância do tipo de sedimento no cultivo de camarões. RITVO, *et al.* (1997) estudaram a relação da turbidez em tanques com substrato com o tamanho do camarão cultivado.

NEL, MCLACHJAN & WINTER (1999) avaliaram o efeito do tamanho da partícula de areia sobre a habilidade de enterramento do misidáceo *Gastrosaccus pasammodytes* Tattersall. PALOMAR, *et al.* (2005), estudaram o comportamento de enterramento do camarão *Alpheus macellarius* em diferentes tipos de sedimento. MOCTEZUMA & BLAKE (1981) encontraram ritmos claros de emergência durante a noite e enterramento em sedimentos arenosos durante o dia para *L. vannamei*.

Um dos parâmetros básicos que podem afetar o modo de vida dos organismos aquáticos é a habilidade de natação (desempenho e velocidade) (ZHANG *et al.*, 2007). Isso é especialmente importante para os camarões peneídeos, uma vez que esses organismos são espécies migratórias e freqüentemente ocupam diferentes habitats durante seus estágios de vida, realizando migrações entre esses habitats para completar o seu ciclo de vida (DALL *et al.*, 1990).

Poucos trabalhos foram realizados para avaliar o comportamento de natação. PONTES (2003) estudou o padrão de deslocamento vertical, horizontal e natação de *L. vannamei*. FREIRE (2005) avaliou a freqüência de natação do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862). ZHANG *et al.* (2007) analisaram os efeitos da temperatura e salinidade sobre a habilidade de natação de *L. vannamei*. ZHANG *et al.* (2006) estudaram a habilidade de natação e resposta fisiológica à fadiga natatória de *L. vannamei*.

Pouco se conhece sobre a ecologia e comportamento da espécie *L. vannamei*. Uma vez que o bem estar do animal pode estar relacionado às características do meio onde vive, pesquisas sobre a preferência de substrato por este animal podem indicar o ambiente mais adequado para seu cultivo. De um ponto de vista comportamental e físico, isto sugere que espécies que

---



exibem comportamento de enterramento podem necessitar de um tipo de sedimento específico para seu melhor desenvolvimento e, conseqüentemente, uma produção ótima.



---

## 2. OBJETIVO GERAL

Analisar o comportamento do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* submetidos a diferentes composições granulométricas do substrato.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a preferência de sedimento (frequência de visita e comportamento de enterramento) em diferentes substratos inconsolidados e em dois estágios de desenvolvimento (juvenil e pré-adulto);
- Caracterizar o comportamento de enterramento em diferentes substratos e em diferentes estágios de desenvolvimento durante as fases clara e escura do dia;
- Avaliar a frequência natatória dos camarões juvenis e pré-adultos durante o período de 24 horas;

---

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da espécie estudada



Figura 1: Camarão peneídeo *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* pode ser classificado taxonomicamente da seguinte forma (PÉREZ-FARFANTE & KENSLEY, 1997):

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Classe: Malacostraca (Latreille, 1802)

Subclasse: Eumalacostraca (Grobben, 1892)

Superordem: Eucaridea (Calman, 1904)

Ordem: Decapoda (Latreille, 1803)

Subordem: Dendobranchiata (Bate, 1888)

Superfamília: Penaeoidea (Rafinesque, 1815)

Família : Penaeidae (Rafinesque, 1815)

Gênero: *Litopenaeus*<sup>1</sup> (Pérez-Farfante & Kensley, 1997)

Espécie: *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

---

<sup>1</sup> Segundo recente revisão taxonômica realizada por Pérez-Farfante & Kensley (1997).

---

---

### **3.2 Local de estudo**

O estudo foi executado no Laboratório do Setor Experimental de Aqüicultura, pertencente ao Departamento de Ciências Animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.

### **3.3 Preparação dos substratos**

Para a preparação dos substratos experimentais, foi utilizado solos naturais encontrado em praias do litoral norte do Estado do Rio Grande do Norte e outros de origem comercial. As porções granulométricas formadas por areia grossa e areia muito grossa foram coletadas na praia de Zumbi/RN; o cascalho de conchas de moluscos utilizados no experimento foi coletado na praia de Grossos/RN. Todos os substratos foram lavados com água e secos ao sol. As porções granulométricas formadas de silte, argila, areia muito fina, areia fina e areia média foram adquiridas no depósito comercial de construção, localizado na região de Mossoró/RN.

Todas as porções granulométricas foram submetidas à Técnica de Peneiramento Diferencial, dispostas em ordem decrescente. Este processo foi realizado com um agitador mecânico, em que as peneiras foram agitadas por 5 minutos. Com isto, obteve-se a separação dos grânulos de diferentes diâmetros do sedimento em cada peneira, cujos conteúdos foram novamente pesados, encontrando-se assim a porcentagem média retida em cada peneira. As frações granulométricas foram adaptadas ao padrão americano Wentworth (1922), conforme a tabela 1.

---

Tabela 1: Fração granulométrica adaptada seguindo o padrão americano Wentworth (1922).

Substrato	Sigla	Tamanho da partícula (mm)
Silte + argila	C	< 0,0625
Areia muito fina + areia fina	B	0,0625  -- 0,25
Areia média + areia grossa + areia muito grossa + cascalho	A	0,25  -- > 2,0

Após o peneiramento, os sedimentos foram classificados e agrupados quanto ao tamanho da partícula:

- **classe A** – possui mais de 70% de sua composição de areia média (AM), areia grossa (AG), areia muito grossa (AMG) e cascalho (C);
- **classe B** – é composta por mais de 70% de areia fina (AF) e areia muito fina (AMF);
- **classe C** – é compreendida por mais de 70% de silte e argila (SA).

Dessa forma, três granulométricos foram pré-estabelecidos: C = silte (Si) + argila (Ar); B = areia muito fina (AMF) + areia fina (AF); A: areia média (AM) + areia grossa (AG) + areia muito grossa (AMG) + cascalho (C).

A partir desses três grupos, foram elaboradas 6 misturas (tratamentos) para serem inseridas no experimento, sendo elas: **1) C** = silte + argila; **2) C + B** = silte + argila + areia muito fina + areia fina; **3) A + C** = cascalho + areia muito grossa + areia grossa + areia média + silte + argila; **4) B** = areia fina + areia muito fina; **5) B + A** = areia fina + areia muito fina + cascalho + areia muito grossa + areia grossa + areia média; **6) A** = cascalho + areia muito grossa + areia grossa + areia média.

---

### 3.4 Experimento

Os camarões juvenis ( $0,93 \pm 0,29$  g) e pré-adultos ( $10,05 \pm 1,18$  g) da espécie *L. vannamei* foram coletados nos tanques da Estação de Aqüicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, em Mossoró/RN.

Para coleta dos animais, utilizou-se rede tipo “puçá”. Em seguida, os camarões foram acondicionados em duas caixas de fibra de 500 litros cada (separados juvenis de pré-adultos), com aeração constante, temperatura em torno de  $27^{\circ}\text{C} \pm 1$  e salinidade de 4 ‰.

Os camarões ficaram confinados durante 10 dias antes de serem transferidos para os tanques cilíndricos e dar início às observações do experimento. Durante esse período, os camarões foram alimentados diariamente (12% da biomassa/dia, dividido em duas parcelas) em bandejas com de ração artificial peletizada (Camaronina 35, Agribrands do Brasil Ltda). A troca de água parcial (25%) e o sifonamento foram feitos de dois em dois dias.

A estrutura experimental consistiu de 6 tanques cilíndricos de 40 litros, com 50 cm de diâmetro cada e com 25 cm de altura. Todos os tanques foram fechados com tampa telada para evitar o escape dos animais. A água utilizada para o experimento foi da própria Estação de Aqüicultura, captada em poço salinizado, com temperatura em torno de  $27^{\circ}\text{C} \pm 1$  e salinidade de 4 ppt. Posteriormente, foram inseridas, em cada tanque, 06 bandejas com 5 cm de altura, formando sub-divisões de igual tamanho cobrindo todo o fundo do tanque. Os sedimentos foram distribuídos nas bandejas ao acaso. Antes dos camarões serem colocados nos tanques, os mesmos foram pesados numa balança digital, sendo os organismos pré-adultos separados por sexo, considerando apenas os caracteres externos: presença do petasma nos machos e tólico nas fêmeas.

Os camarões foram colocados (1 camarão/tanque) nos tanques 3 horas antes de iniciar as observações. Cada camarão teve livre e imediato acesso aos diferentes tipos de sedimentos. A cada bateria, os sedimentos e a água foram trocados, evitando a influência de resíduos feromonais e características

---

---

alteradas do sedimento. Para observação na fase clara, os tanques foram submetidos a iluminação artificial (estimulando o animal à atividade de escavação e enterramento das parcelas do sedimento de forma aleatória). Na fase escura, os tanques foram observados com o auxílio de luz vermelha. A iluminação vermelha foi utilizada de acordo com os trabalhos de HINDLEY (1975), PONTES & ARRUDA (2005) e FREIRE (2005), os quais detectaram a não reatividade dos camarões a esse tipo de luminosidade.

Para cada camarão, as observações foram realizadas durante 24 horas (12 horas de dia e 12 horas à noite), dando ampla oportunidade para que tivessem contato com os substratos nas fases clara e escura. Durante as observações não foi oferecido alimento, para evitar que a frequência de visita nos sedimentos fosse influenciada.

Os animais foram observados em períodos que caracterizassem fundamentalmente a fase clara e escura do dia (ciclo de 24 horas). As observações foram realizadas através do Método Animal Focal Instantâneo (MARTIN & BATESON, 1993), com registro a cada 2 minutos, em janelas de 20 minutos, distribuídos em 8 horários ao longo do dia:

- 1º período (19:30 h; 20:30 h);
- 2º período (00:30 h; 1:30 h);
- 3º período (05:30 h; 06:30 h);
- 4º período (13:30 h; 14:30 h).

Foram utilizados 54 indivíduos do camarão *L. vannamei* (18 machos pré-adultos, 18 fêmeas pré-adultas e 18 juvenis). Para cada camarão, foram feitos 88 registros ao longo de 24 horas. Durante o período amostral, foi observado:

- a) A frequência de visita ao substrato;
- b) Se o camarão encontrava-se enterrado ou desenterrado;
- c) A frequência de atividade natatória.

---

### 3.5 Análise estatística

Para a realização das análises foram utilizados os programas estatísticos SIGMASTAT 2004, versão 3.1. Os resultados foram analisados utilizando-se, dependendo das premissas exigidas para o cumprimento parametricidade dos dados (Normalidade – Kolmorov-Smirnov; Homocedasticidade – Shapiro-wilks) (ZAR 1999), Análise de variância para medidas repetidas, seguido do teste *post hoc* de Tukey ou Teste Student-Newman-Keuls.

Inicialmente foram analisados os dados de freqüências percentuais de visita em cada tipo de substrato. Em seguida, foi utilizado o Teste de Friedman, seguido dos Testes *post hoc* de Student-Newman-Keuls ou Teste de Tukey.

Quanto às análises do comportamento de escavação e enterramento, analisou-se a freqüência de emergência e enterramento durante o ciclo claro-escuro (24 horas). Foi utilizada a Análise de variância para medidas repetidas e quando verificadas diferenças significativas, utilizou-se o teste *post hoc* Student-Newman-Keuls.

Para analisar a freqüência natatória dos camarões, empregou-se a Análise de Variância para Medidas Repetidas, acompanhada dos testes *post hoc* Student-Newman-Keuls ou Teste de Tukey.

---

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Preferência de sedimento (visitação e enterramento)

Foram observadas diferenças significativas entre os valores médios quanto à preferência de sedimento (Friedman,  $\chi^2 = 719,266$ , gl = 6, P = <0,001, seguido do teste *post hoc* Student-Newman-Keuls, P<0,05). A maior frequência de visitação de *L. vannamei* tanto nos indivíduos juvenis quanto pré-adultos (machos e fêmeas) foi observada no sedimento composto por areia fina e areia muito fina, apesar dos camarões terem se deslocado pelos vários tipos de substratos utilizados. A Figura 2 mostra a maior ocorrência (episódios) dos camarões *Litopenaeus vannamei* no sedimento B, com uma média de  $6,09 \pm 4,86$ , seguido dos sedimentos B + C e C, sendo os sedimentos menos expressivos A+C, A, A + B. Os três últimos sedimentos não diferiram estatisticamente.

É importante ressaltar que quando os animais não se encontravam freqüentando o sedimento (explorando com pereiópodos ou enterrados), os mesmos encontravam-se em atividade natatória.

Analisando separadamente juvenis, pré-adultos machos e pré-adultos fêmeas, foram observadas diferenças significativas quanto à frequência de visita nos sedimentos para os animais pré-adultos machos (Friedman,  $\chi^2 = 227,473$ , P = <0,001, seguido do Teste *post hoc* de Tukey, P<0,05) (Figura 2), fêmeas (Friedman,  $\chi^2 = 277,474$ , P = <0,001, seguido do Teste *post hoc* de Tukey, P < 0,05) (Figura 3) e juvenis (Friedman,  $\chi^2 = 246,096$ , P = <0,001, seguido do Teste *post hoc* de Tukey, P < 0,05) (Figura 4), pelo sedimento do tipo B (AMF e AF), seguido dos sedimentos compostos por C.

Diante do observado, pode-se sugerir que os substratos seguiram uma seqüência preferencial de: grupo B (areia muito fina e areia fina), grupo C (silte + argila), e finalmente grupo A (areia média, areia grossa, areia muito grossa e cascalho). Observou-se visualmente que, apesar da elevada preferência por

---

areia fina e areia muito fina, os camarões tanto juvenis quanto adultos machos, conseguiram enterrar-se no substrato do tipo B + A (AF + AMF + AM + AG + AMG + C) e C (Si + Ar), porém neste tipo de substrato, o sedimento não cobriu o camarão completamente.

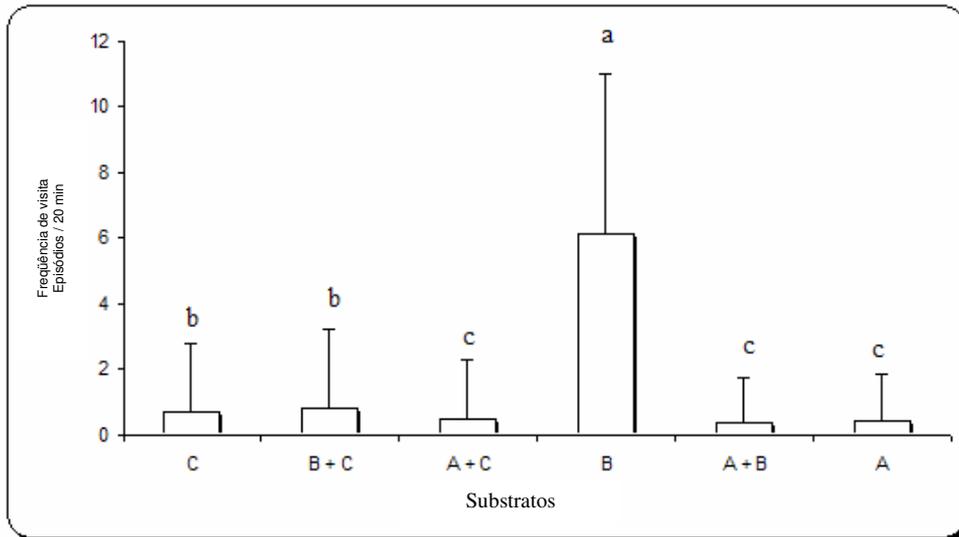


Figura 2: Percentual da preferência de sedimento (freqüência de visita + enterramento) do camarões juvenis e pré-adultos *L. vannamei*. As barras representam os valores médios ( $\pm$  desvio padrão) obtidos durante o experimento. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

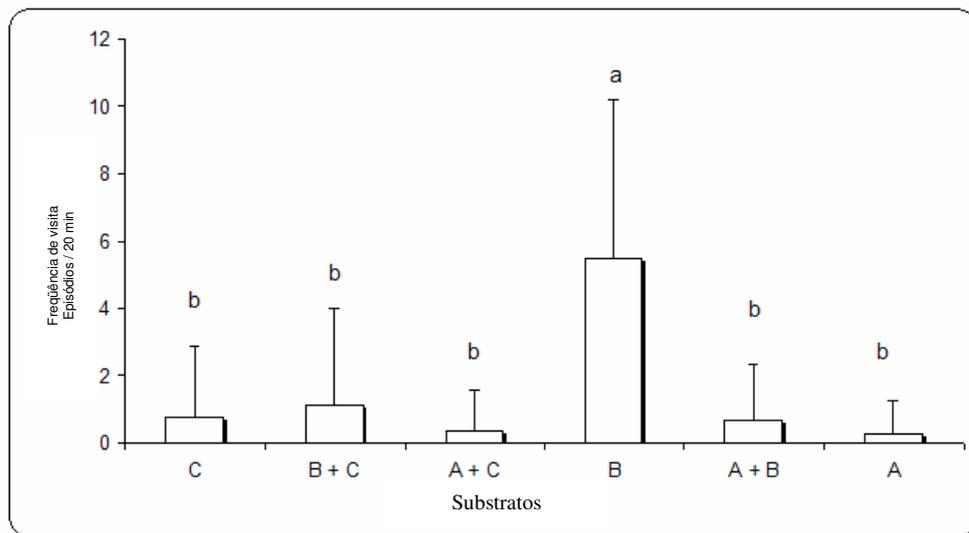


Figura 3: Percentual da preferência de sedimento (freqüência de visita + enterramento) do camarões pré-adulto macho *L. vannamei*. As barras representam os valores médios ( $\pm$  desvio padrão) obtidos durante o experimento. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

---

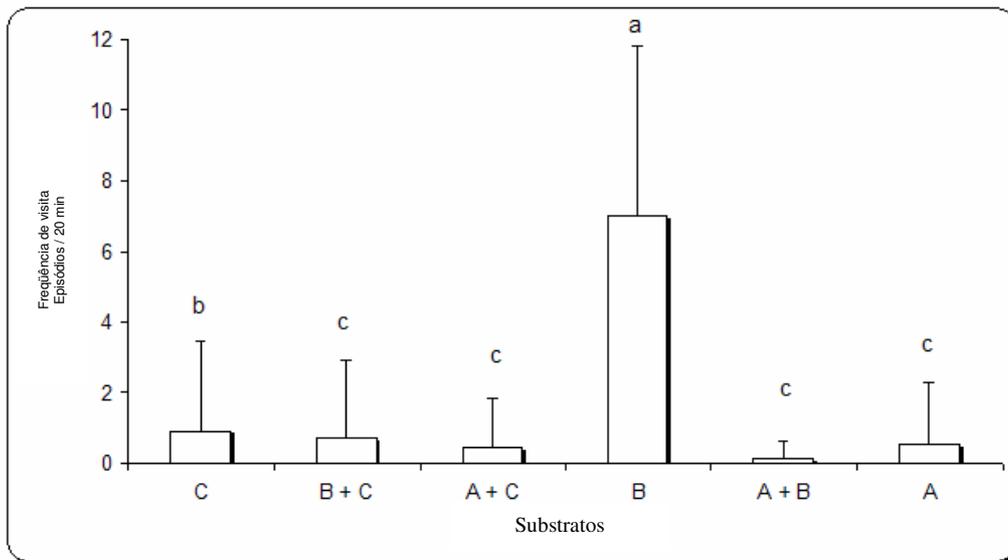


Figura 4: Percentual da preferência de sedimento (frequência de visita + enterramento) dos camarões pré-adultos fêmeas *L. vannamei*. As barras representam os valores médios ( $\pm$  desvio padrão) obtidos durante o experimento. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

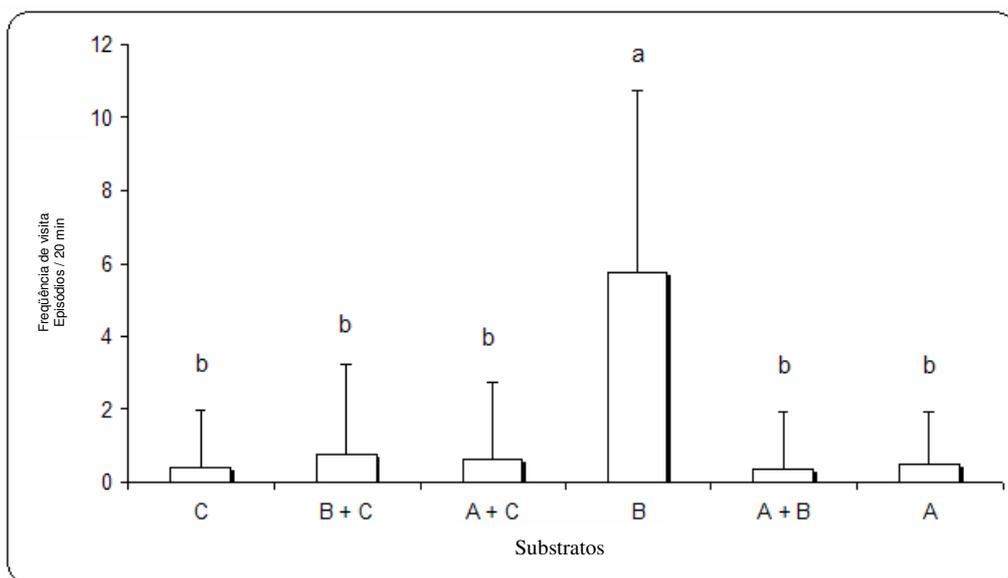


Figura 5: Percentual da preferência de sedimento (frequência de visita + enterramento) dos camarões juvenis *Litopenaeus vannamei*. As barras representam os valores médios ( $\pm$  desvio padrão) obtidos durante o experimento. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

## 4.2 Comportamento de enterramento

Foram observadas diferenças significativas no comportamento de escavação e enterramento dos camarões com relação ao ciclo diário (Friedman,  $\chi^2 = 117,066$ , gl = 7, P = <0,001). Esta atividade foi mais representativa durante o dia (31,80 %), conforme a Figura 6. Os animais encontraram-se desenterrados a maior parte do tempo durante a noite (39,10%).

Foi possível observar que na fase escura (19:30 h, 20:30 h, 00:30 h e 01:30 h) os camarões encontravam-se desenterrados na maior parte do tempo e obtiveram valores praticamente iguais estatisticamente.

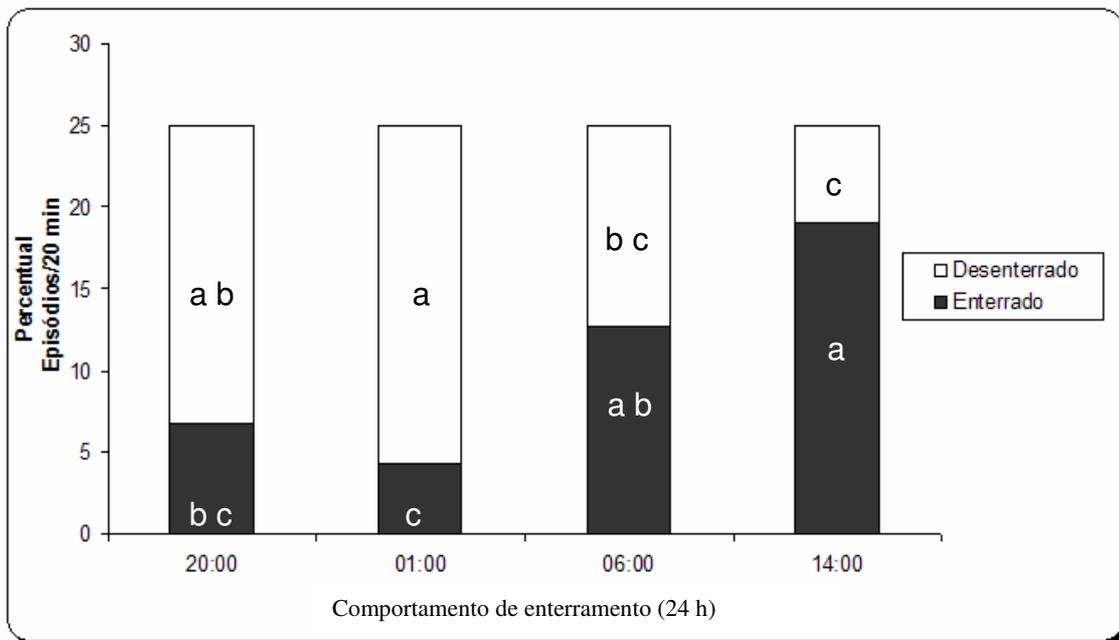


Figura 6: Comportamento de enterramento (%) com relação ao ciclo diário do camarão *Litopenaeus vannamei*. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

Com relação ao comportamento de enterramento dos machos de *L. vannamei*, foram observadas diferenças estatísticas quanto ao ciclo claro-escuro (Friedman,  $\chi^2 = 49,301$ , gl = 7, P = <0,001) (Figura 6). A maior

---

freqüência de enterramento foi observada no período claro do dia, mais precisamente nos horários 13:30 e 14:30 horas.

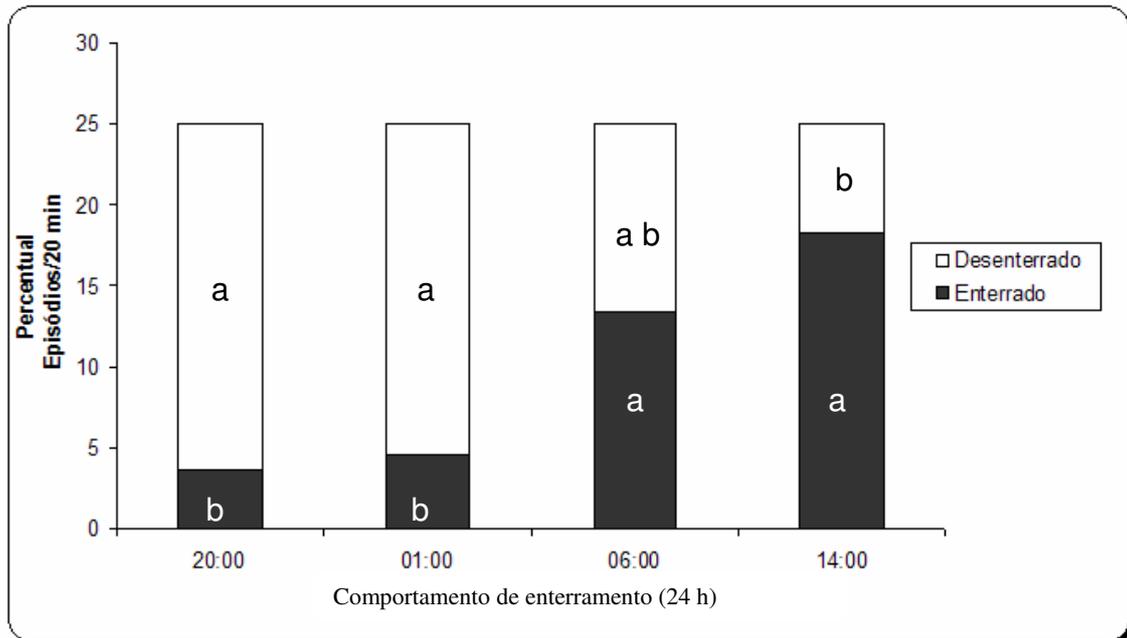


Figura 7: Comportamento de enterramento (%) com relação ao ciclo diário do camarão pré-adulto macho *Litopenaeus vannamei*. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

Não foram observadas diferenças significativas no comportamento de enterramento dos camarões pré-adultos fêmeas de *L. vannamei* (Friedman,  $\chi^2 = 18,849$ , gl = 7, P = 0,009, seguido do Teste post hoc Student-Newman-Keuls, P < 0,05).

Este fato deve-se, provavelmente, ao fato destes organismos se encontrarem na fase de pós-muda, uma vez que 89% das fêmeas utilizadas realizaram muda no período de observação (Figura 8).

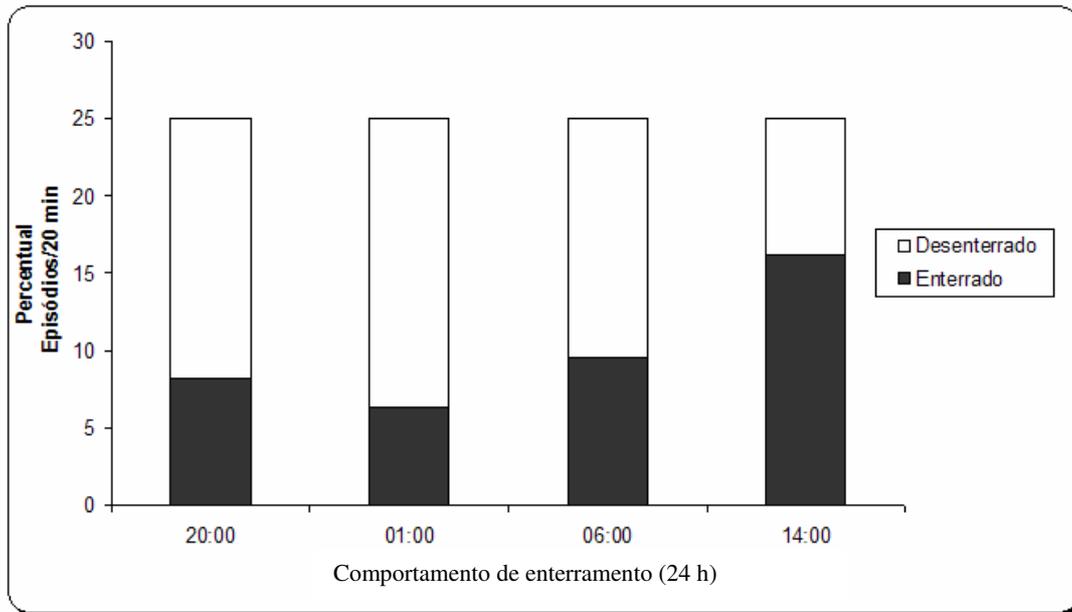


Figura 8: Comportamento de enterramento (%) com relação ao ciclo diário do camarão pré-adulto fêmea *Litopenaeus vannamei*. Não houve diferença significativa ( $\alpha=0,05$ ).

Os camarões deslocaram-se por todos os substratos, movimentavam utilizando os pereiópodos para explorar o sedimento. À medida em que eles começam a executar o comportamento de escavação e enterramento, movimentavam os pereiópodos e pleópodos, gerando assim uma corrente que empurra o corpo no animal em direção ao substrato e o sedimento é espalhado. Em seguida, esse sedimento deposita-se gradualmente sobre a parte dorsal do animal recobrando-o parcialmente, muitas vezes ficando descobertos o rosto, olhos e antenas. Após isso, o animal move o corpo e as antenas através de pequenos movimentos laterais e o sedimento novamente deposita-se sobre o corpo, cobrindo-o completamente.

O comportamento de escavação e enterramento dos camarões juvenis foi registrado ao longo de 24 horas (Figura 9), observando-se diferenças significativas no comportamento de enterramento (Friedman,  $\chi^2 = 65,084$ , gl =7,  $P = <0,001$ ). Esta atividade mostrou elevados valores durante o dia (22,60%), conforme a Figura 8. Os organismos encontravam-se desenterrados durante a fase escura na maior parte dos horários observados (23,23%).

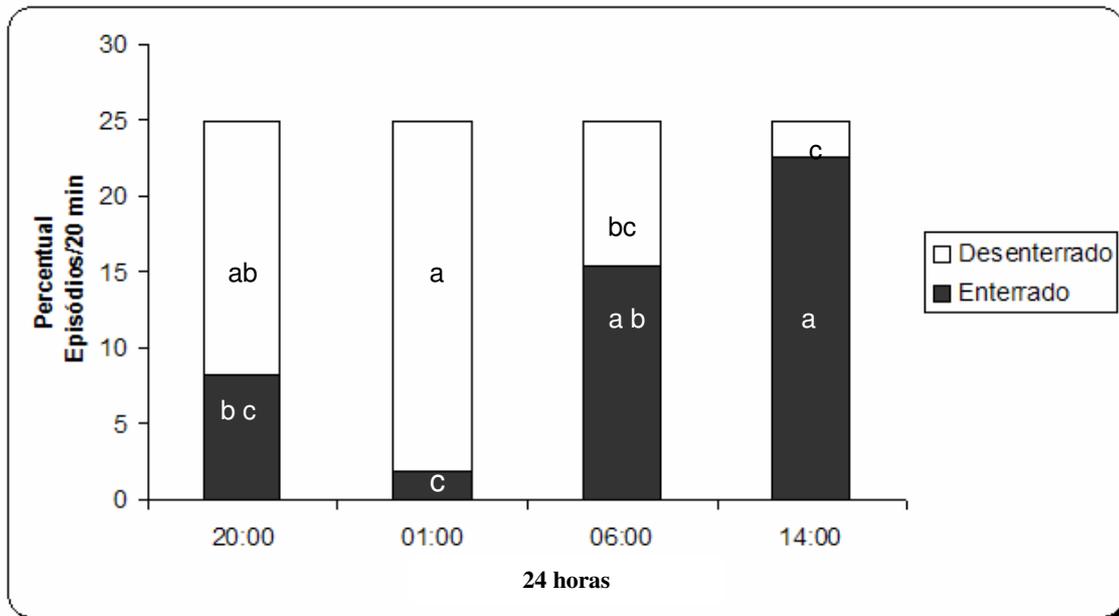


Figura 9: Comportamento de enterramento (%) com relação ao ciclo diário de camarões juvenis *L. vannamei* durante o período de 24 horas. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

### 4.3 Atividade natatória

Foram observadas diferenças significativas quanto à atividade natatória ao longo do dia. Os camarões *L. vannamei* juvenis e pré-adultos apresentaram uma maior atividade noturna, permanecendo enterrados durante o dia e exercendo atividade natatória durante a noite (Friedman,  $\chi^2 = 132,497$ ,  $gl = 7$ ,  $P = <0,001$ , seguido do Teste post hoc de Tukey), (Figura 10). Os valores médios não diferiram estatisticamente para os níveis de tratamentos (horários) 19:30, 20:30, 00:30, 01:30 ( $3,02 \pm 3,45$ ,  $2,83 \pm 3,17$ ,  $3,94 \pm 3,9$ ,  $4,76 \pm 4,29$ , respectivamente).

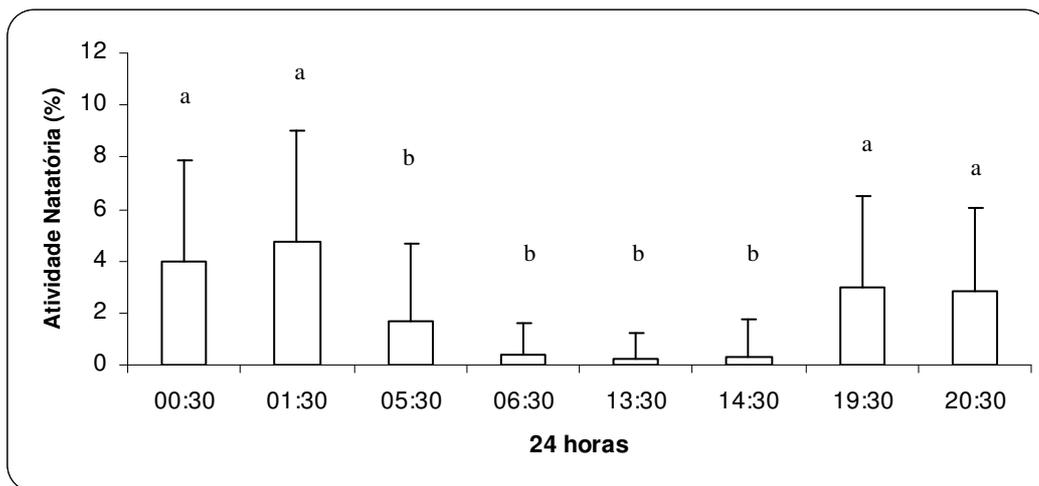


Figura 10: Percentual da atividade natatória (média  $\pm$  desvio padrão) durante o ciclo diário dos camarões juvenis e pré-adultos *L. vannamei*. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

Quanto à atividade natatória dos camarões pré-adultos machos, foram observadas diferenças significativas (Friedman,  $\chi^2 = 56,346$ ,  $gl = 7$ ,  $P = <0,001$ , seguido do Teste post hoc de Tukey), (Figura 11). Os valores médios não diferiram estatisticamente para os níveis de tratamentos 00:30 h, 01:30 h, 05:30 h, 19:30 h e 20:30 h ( $3,50 \pm 3,11$ ,  $4,28 \pm 3,69$ ,  $3,56 \pm 4,37$ ,  $2,78 \pm 3,23$ ,  $4,78 \pm 3,52$ , respectivamente). De acordo com a Figura 10, os animais nadaram a maior parte do tempo durante a noite e não houve registro de atividade natatória para o horário de 06:30 horas.

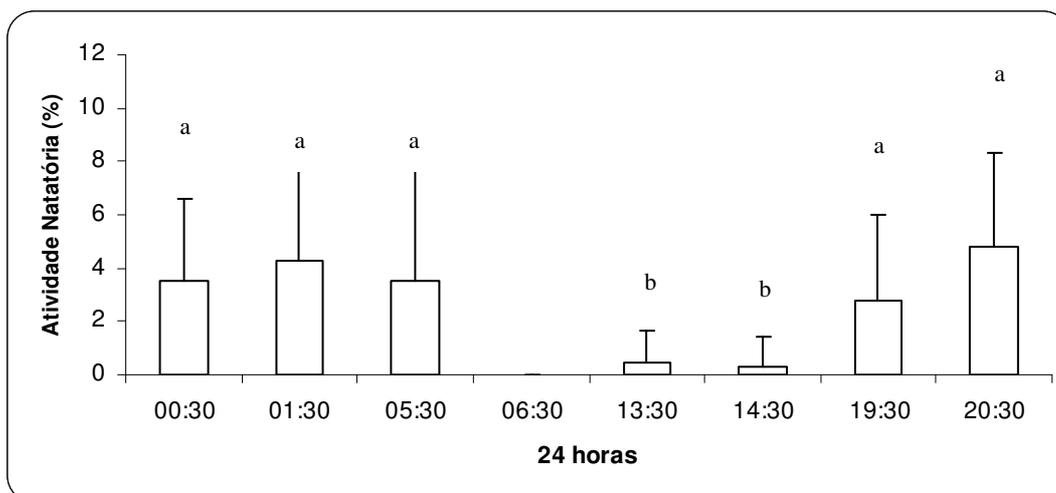


Figura 11 Percentual da atividade natatória (média  $\pm$  desvio padrão) durante o ciclo diário dos camarões pré-adultos machos *L. vannamei*. Letras diferentes representam diferenças ( $\alpha = 0,05$ ).

---

A frequência da atividade natatória dos camarões pré-adultos fêmeas de *L. vannamei* mostrou-se mais acentuada nos horários 19:30 h, 20:30 h, 00:30 h e 01:30 h ( $2,61 \pm 3,38$ ,  $1,83 \pm 2,26$ ,  $2,00 \pm 2,97$ ,  $2,78 \pm 4,02$ , respectivamente). Nos horários 13:30 h e 14:30 h não foi observado nenhuma atividade natatória dos camarões (Figura 12). Houve diferença significativa nos horários observados (Friedman,  $\chi^2 = 37,913$ ,  $P = <0,001$ , seguido do teste post hoc de Student-Newman-Keul,  $P < 0,05$ ).

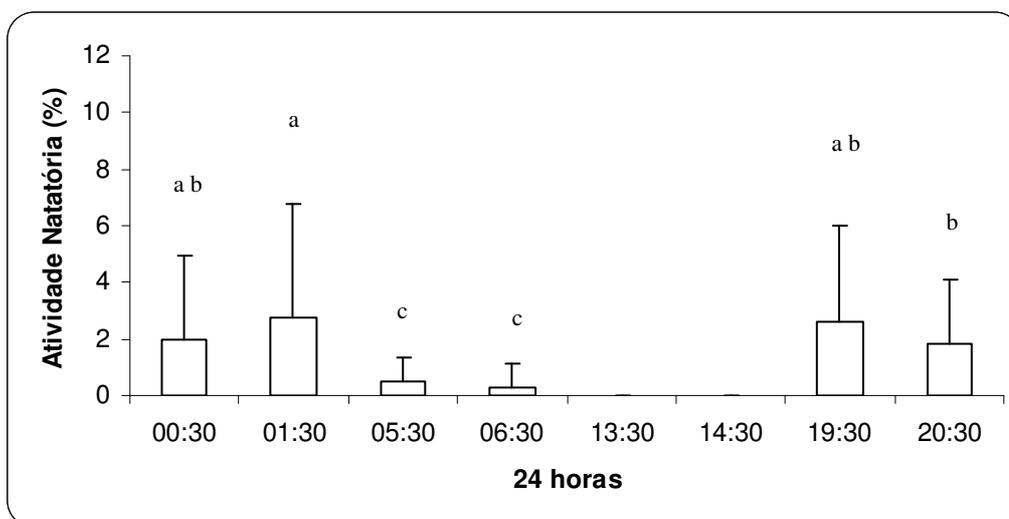


Figura 12: Percentual da atividade natatória (média  $\pm$  desvio padrão) durante o ciclo diário dos camarões pré-adultos fêmeas *L. vannamei*. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

Quanto à atividade natatória dos camarões juvenis *L.vannamei*, foi maior na fase escura do dia (Friedman,  $\chi^2 = 60,436$ ,  $gl = 7$ ,  $P = <0,001$ ), conforme a Figura 12. Os valores médios não diferiram estatisticamente para os horários 00:30 h, 01:30 h, 19:30 h e 20:30 h ( $6,33 \pm 4,33$ ,  $7,22 \pm 4,08$ ,  $3,67 \pm 3,82$ ,  $1,89 \pm 2,81$ , respectivamente). Os tratamentos 05:30 h e 06:30 h não diferiram estatisticamente entre si ( $0,89 \pm 1,64$  e  $0,78 \pm 1,99$ ), como também não houve diferença significativa entre os níveis de tratamentos 13:30 h e 14:30 h ( $0,33 \pm 1,19$  e  $0,56 \pm 2,36$ ), Figura 13.

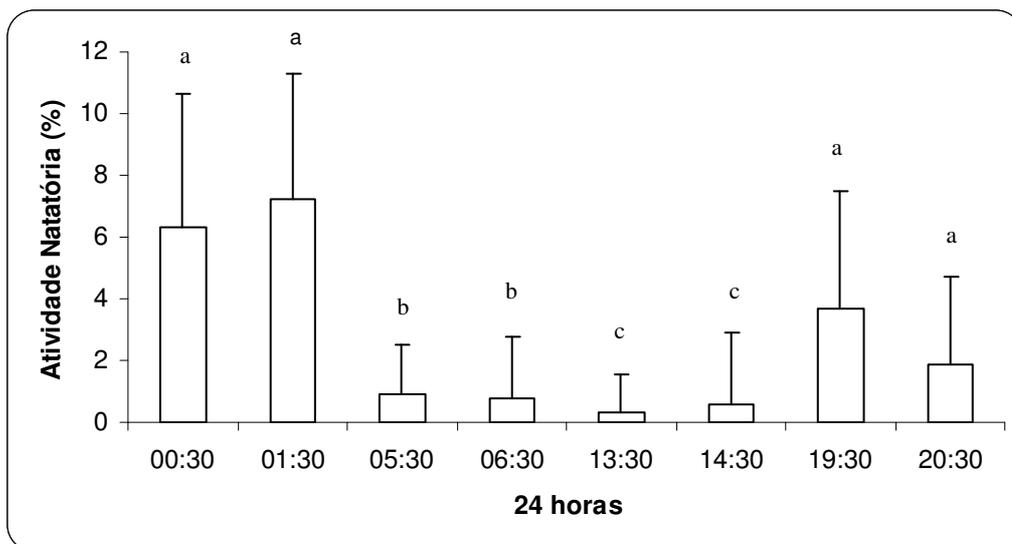


Figura 13: Percentual da atividade natatória (média  $\pm$  desvio padrão) durante o ciclo diário dos camarões juvenis *L. vannamei*. Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha = 0,05$ ).

---

## 5. DISCUSSÃO

Diante dos resultados obtidos, foi possível identificar o sedimento formado por areia fina e areia muito fina como composição preferencial do camarão *Litopenaeus vannamei*. Esta afirmação parece reger o habitat preferencial dos camarões peneídeos. Segundo DALL *et al.* (1990) a maioria dos peneídeos prefere sedimentos com tamanho de partícula entre 1 mm e 62 µm. Várias razões têm sido apresentadas para justificar essa preferência como direcionado ao bem estar animal, entre elas incluem-se a disponibilidade de alimento, problemas relacionado à escavação, facilidade ou dificuldade de respiração quando enterrados.

FREIRE (2005) também observou uma preferência marcante do camarão *Xiphopenaeus kroyeri* pelo sedimento formado por areia fina e areia muito fina, apesar do camarão deslocar-se sobre os outros tipos de sedimento. OULLETTE *et al.* (2003) testaram a influencia de substratos artificiais (“peat”) e substratos naturais sobre a distribuição e padrões comportamentais do camarão *Cragon septemspinosus* (Say, 1818) e verificou a preferência por substrato formado por areia.

YIP-HOI (2003) observou a preferência dos camarões *Farfantepenaeus aztecus* e *Litopenaeus setiferus* por substrato arenoso, composto de 94% de partículas que variaram entre 63 µm a 2 mm, com somente 4% da fração silte + argila. Por outro lado, alguns autores não encontraram diferença quanto à distribuição e preferência do camarões juvenis *Penaeus esculentus* (Haswell, 1879) em relação aos sedimentos mais finos (KENYON *et al.*, 1997).

Uma das peças-chave na manutenção de uma população contra a predação são as estratégias de fuga e os tipos de refúgios como refletido no sucesso de sobrevivência (FREIRE, 2005). Para isso, os animais devem dispor de artifícios para que possam se proteger. A maioria dos camarões marinhos utiliza a escavação como estratégia de fuga, e isto é importante pois o tipo de substrato deve favorecer a esse comportamento.

---

KENYON *et al.* (1995) sugeriram que as areias finas e muito finas são preferidas pelo camarão tigre *Penaeus esculentus* na hora de procurar proteção no interior do substrato. MOLLER & JONES (1975) obtiveram os mesmos resultados para os camarões *Penaeus semisulcatus* (De Hann, 1844) e *Penaeus monodon*. WILLIAMS (1958) observou uma maior preferência de *Litopenaeus setiferus* e *Farfantepenaeus aztecus* associados a substratos arenosos leves e substratos lamosos (silte+argila). FERREIRA (2006) observou que o padrão geral das atividades comportamentais de *L. vannamei* não foi influenciado pelo tipo de sedimento, mas verificou que, o comportamento de exploração tornou-se mais freqüente à medida em que diminuía-se a granulometria do substrato, reduzindo assim a inatividade destes organismos.

Para DALL *et al.* (1990), as grandes pressões da predação sobre os camarões podem tê-los forçados a desenvolver estratégias de enterrarem-se em muitos tipos de substratos ou por outro lado, de evitar escavar e enterrar-se em determinados tipos de sedimentos. Por isso, a seleção de habitat por ser um fator importante para essa preferência.

Ao contrário dos organismos sésseis, os camarões marinhos são organismos que migram durante o seu ciclo de vida, nadando sobre uma infinidade de habitats com diferentes tipos de substratos, porém eles podem escolher do local de enterramento (DALL *et al.*, 1990). As diferentes técnicas de enterramento de cada espécie podem afetar a escolha do substrato, além disso as propriedades físico-químicas do substrato interagem com o animal, auxiliando-o na melhor escolha do sedimento. Esses fatores encontram-se intimamente ligados com a morfo-fisiologia do animal, influenciando nas mais variadas atividades que compõem a biologia da população.

KENYON *et al.* (1997) acreditaram que muitos animais aquáticos selecionam seu habitat através de sinais (sinais físicos) de outros organismos intra-específicos. BOUDREAU *et al.* (1993) observaram que pós-larvas de lagostas podem selecionar locais de estabelecimento em resposta aos sinais químicos. YIP-HOI (2003) sugeriu que os camarões peneídeos possuem uma capacidade de reconhecer o tipo de substrato, e isto seria um fator determinante da biologia do animal, pois assim eles teriam condições de

---

---

identificar zonas de berçário, corredores de migração e reprodução. Segundo OULLETTE *et al.* (2003) os camarões apresentam uma maior distribuição sobre os substratos composto por areia pura ou areia misturada com baixas concentrações de substrato artificial (“peat”) do que em substratos contendo altas concentrações de peat. Isto sugere que os fatores físicos tais como a granulometria do sedimento (tamanho do grão e porosidade) são reconhecidos imediatamente pelos camarões. Assim, a preferência pelo tipo de sedimento pode ser explicada baseando-se nas características físicas do sedimento e/ou nas respostas fisiológicas aos substratos.

De acordo com FREIRE (2005), uma mesma população não se encontra distribuída somente em um tipo de substrato e podem ocorrer variações de habitats dependendo das condições de cada indivíduo, além disso outros fatores também são considerados parâmetros influentes na distribuição de uma população, tais como sexo, tamanho e estágio de desenvolvimento gonadal.

RUELLO (1973) descreveu que os camarões peneídeos podem viver em diferentes tipos substratos durante o seu ciclo de vida e que *Metapenaeus macleayi* juvenis são encontrados nos estuários sobre um substrato constituído de 25-75% de silte + argila e que os indivíduos adultos são encontrados num substrato constituído de 2-7% de silte + argila. O presente trabalho, não encontrou diferença quanto à preferência por tipo de sedimento para os indivíduos juvenis e pré-adultos.

RULIFSON (1981) destacou que os camarões no estágio de desenvolvimento gonadal (ED), na maioria das vezes preferem sedimentos com predominância de silte + argila. Para o autor, juvenis de *Farfantepenaeus aztecus* e *Farfantepenaeus duorarum* foram encontrados principalmente em sedimentos contendo acima de 50% de silte + argila. Quanto ao estudo realizado em fêmeas pré-adultas no estágio em desenvolvimento gonadal de *Litopenaeus vannamei*, não se observou preferência por sedimento composto por silte + argila.

Segundo FUSS e OGREN (1966), o camarão *F. duorarum* consegue enterrar-se mais rápido quando o substrato é fino. FREIRE (2005) também observou o comportamento de enterramento do camarão sete-barbas *X. kroyeri*

---

---

em 6 tipos de substratos e encontrou significativo comportamento de enterramento no sedimento composto por areia fina e muito fina, apesar do mesmo ter escavado sobre o sedimento composto por silte + argila + areia fina + areia muito fina, porém este tipo de sedimento não conseguiu cobri-lo completamente. FERREIRA (2006) notou que o comportamento de enterramento de *L. vannamei* foi maior em substratos com granulometria menor e que o tipo de substrato não altera a taxa de ecdise de *L. vannamei*, apresentando freqüência e intervalos entre mudas semelhantes.

No presente trabalho, o mesmo comportamento foi observado para os camarões tanto juvenis quanto pré-adultos (machos) de *L. vannamei*, onde os mesmos também enterraram-se com uma maior freqüência em substratos com granulometria menor (0,0625 |-- 0,25 mm). Apesar dos camarões terem conseguido se enterrar nos substratos composto C (< 0,0625 mm) e no substrato B + A (0,0625 |-- > 2,0 mm), os mesmos ficavam completamente descobertos (substrato C) ou parcialmente cobertos (substrato B+C), ficando assim exposto a várias adversidades do meio, principalmente a predação.

Para DALL *et al.* (1990) a areia, em especial os grãos finos, possuem argila e água em sua composição. Eles se tornam mais fluidos quando aplicados uma pressão facilitando assim o enterramento do camarão. Ao contrário da argila em predominância, que gera uma alta coesão entre as partículas tornando o substrato mais duro. Possivelmente, devido ao uso de uma alta concentração de argila (50%) no sedimento do tipo C do presente esse comportamento pode ter sido influenciado negativamente.

Quanto ao comportamento de enterramento dos animais pré-adultos fêmea não terem demonstrado significância, tal fato pode ser explicado pelo mecanismo fisiológico no qual se encontraram na fase de pós-muda, uma vez que 89% das fêmeas utilizadas realizaram muda nos 3 dias de observação, apesar de ter sido observado visualmente este comportamento durante o teste. Segundo DALL *et al.* (*op. cit.*), o processo de ecdise (muda) influencia na morfologia, fisiologia e, principalmente, o comportamento dos crustáceos.

O consumo energético é outro fator correlacionado com o comportamento de enterramento. A demanda de oxigênio é relatada quando o

---

---

animal está em atividade, e quando o mesmo encontra-se enterrado, esta demanda de consumo de energia é reduzida (DALL *et al.*, 1990). Uma vez que substratos muito finos podem obstruir as câmaras branquiais dos camarões, alguns autores enfatizaram a dificuldade que os animais adultos têm em respirar quando estão enterrados em sedimentos muito finos, uma vez que esse mecanismo pode ser prejudicado e essa característica faz parte da avaliação para o camarão evitar ou não um determinado tipo de sedimento. Assim, a respiração quando os camarões estão enterrados, é facilitada em sedimentos não tão finos.

O período de atividade dos camarões é delimitada pelo ciclo claro-escuro (24 horas), portanto, várias observações em laboratório e de campo foram realizadas sobre a habilidade de captura de camarões peneídeos, e sugeriu-se que importantes peneídeos enterram-se no substrato durante o dia e emergem à noite. Esse comportamento (emergência e enterramento) foi confirmado por observações em laboratório para as espécies *F. duorarum* por WICKHAM & MINKLER (1975); *Penaeus esculentus* por HILL (1985); *Penaeus japonicus* por MIURA & YAMAGUCHI (1955); *Penaeus semisulcatus* por MOLLER & JONES (1975); *L. vannamei* por MOCTEZUMA & BLAKE (1981); *X. kroyeri* por FREIRE (2005).

O mesmo padrão de emergência e enterramento foi observado no presente experimento, com picos de emergência nos horários 19:30; 20:30; 00:30 e 01:30 horas, não havendo diferença entre indivíduos juvenis e adultos. Muitos autores enfatizaram a importância de estudos durante o período noturno para se observar o comportamento dos camarões peneídeos (HUGHES, 1968; REYNOLDS & CASTERLIN, 1979).

O comportamento de enterramento está diretamente relacionado com variações de incidência luz (presença ou ausência) e turbidez da água. Para PENN (1984), a luz pode inibir o movimento de emersão e as respostas às atividades podem ser coordenadas por diferentes intensidades de luz. Com base no seu comportamento de escavação, o autor dividiu os camarões peneídeos em três grupos:

- 
- I) Os membros do primeiro grupo vivem em águas claras, onde eles estão sempre enterrados durante o dia ou em noites de lua cheia (noites claras) e emergem somente à noite (*F. duorarum*, *Melicertus latisulcatus* (Kishnouye, 1896), *Melicertus plebejus* (Hess, 1865) e, provavelmente, *F. brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Farfantepenaeus notialis* (Pérez-Farfante, 1967));
- II) O segundo grupo vive em águas levemente túrbidas, são indivíduos noturnos, mas ocasionalmente emergem durante o dia (*F. aztecus*, *P. esculentus*, *P. monodon*, *M. japonicus* e *P. semisulcatus*); e
- III) Os organismos do terceiro grupo são encontrados em águas túrbidas e raramente encontram-se enterrados (*Fenneropenaeus indicus* (Milne Edwards, 1837), *Fenneropenaeus chinensis* (Osbeck, 1765), *Fenneropenaeus merguensis* (De Mann, 1888), *L. setiferus*, e provavelmente *Litopenaeus occidentalis* (Streets, 1871) e *L. schmitti*).

Os camarões integrantes da classificação de PENN (1984) respondem intensamente à luz e aos fatores que afetam a intensidade luminosa.

MOLLER & JONES (1975) encontraram para adultos de *P. semisulcatus* um padrão, onde os mesmos enterravam-se quando iluminados por uma luz branca, e quando a luz era retirada, os animais emergiam. Essa atividade de emergência também foi observada em *X. kroyeri* (FREIRE, 2005). O mesmo foi observado no presente experimento em testes pilotos para a espécie *L. vannamei*. PONTES (2003) também observou a inatividade do camarão *L. vannamei* quando exposto a luz branca.

Devido aos camarões peneídeos ocuparem diferentes habitats ao longo dos seus estágios de vida, conseqüentemente eles migram entre habitats diversos para completar o seu ciclo de vida e um dos parâmetros básicos que afetam o estilo de vida dos organismos aquáticos é a sua performance de natação. Isto é especialmente importante para as espécies migratórias (como performance e velocidade de natação), juntamente com fatores climáticos, onde determinarão o limite de migração e o tempo requerido para tais movimentos.

---

A performance natatória é considerada como a característica principal para a sobrevivência dos organismos aquáticos dentro de um ambiente aquático (ZHANG, *et al.* 2007). PONTES (2006) encontrou maior padrão de deslocamento de *L. vannamei* na fase escura. FREIRE (2005) analisou a frequência natatória do camarão *X. kroyeri* em laboratório e verificou uma alta frequência natatória na fase escura do dia. O mesmo padrão comportamental foi exibido pela espécie *L. vannamei* (juvenis e pré-adultos) testada, onde os camarões tiveram grande frequência natatória na fase escura do dia. ZHANG *et al.* (*op. cit.*) encontrou significância com relação à salinidade e temperatura sobre a habilidade de natação de *L. vannamei*. Porém poucas pesquisas têm sido direcionadas a investigação da performance de natação dos camarões peneídeos.

Baseando-se nos resultados obtidos no presente experimento, foi possível sugerir que a preferência pelo sedimento composto por areia fina e areia muito fina não esteve ligada à oferta de alimento, portando essa preferência pode estar provavelmente relacionada à questão do bem-estar animal (como por exemplo: crescimento, reprodução, imunidade, proteção, etc.). Com relação à alta frequência natatória durante a noite, esse comportamento pode estar diretamente relacionado com a baixa incidência de predação e, provavelmente, pelos horários de migração desses indivíduos entre os diferentes habitats.

---

## 6. CONCLUSÃO

Os camarões *Litopenaeus vannamei* juvenis e pré-adultos têm preferência por sedimento composto por areia fina e areia muito fina, com granulometria entre 0,0625 |-- 0,25 mm para visitar e enterrar-se, e esta preferência também é observada para a maioria dos peneídeos na natureza. Diante disto, indica-se a utilização de sedimentos finos para ambientes de cultivo, porém são necessários estudos relativos aos possíveis efeitos dos sedimentos sobre esta espécie.

O comportamento de enterramento de indivíduos juvenis e pré-adultos machos de *L. vannamei* ocorreu com maior frequência no substrato do tipo B (composto de areia fina e muito fina), havendo maior atividade de enterramento na fase clara do dia, principalmente nos horários compreendidos entre 06:30 h, 13:30 h e 14:30 h. É importante enfatizar que, apesar dos organismos terem exibido comportamento de enterramento durante a fase clara, os mesmos emergiam esporadicamente durante esta fase, e isto pode estar relacionado com a questão da presença do télico aberto. É conveniente realizar estudos comparativos entre o padrão de enterramento de espécies de camarões de télico aberto e fechado durante as fases clara e escura, como também é importante calcular a profundidade desse enterramento.

A atividade natatória tanto dos camarões juvenis e quanto pré-adultos machos e fêmeas foi mais elevada durante a fase escura do dia nos horários observados. É conveniente realizar estudos comportamentais sobre a preferência de sedimento, comportamento de enterramento e atividade natatória frente à presença de predadores.

---

## 7. ANEXOS



Figura 14: Tanque de 500 litros, onde os camarões foram mantidos durante 10 dias antes do teste de preferência.



Figura 15: Pesagem dos camarões *L. vannamei*.

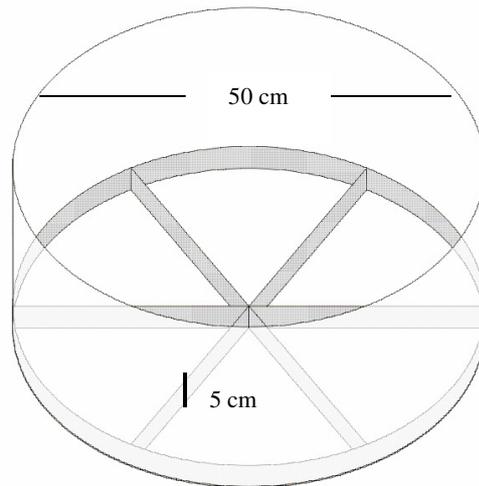


Figura 16: Desenho do tanque cilíndrico experimental utilizado para o teste de preferência de sedimento, mostrando as bandejas inseridas no fundo do tanque.

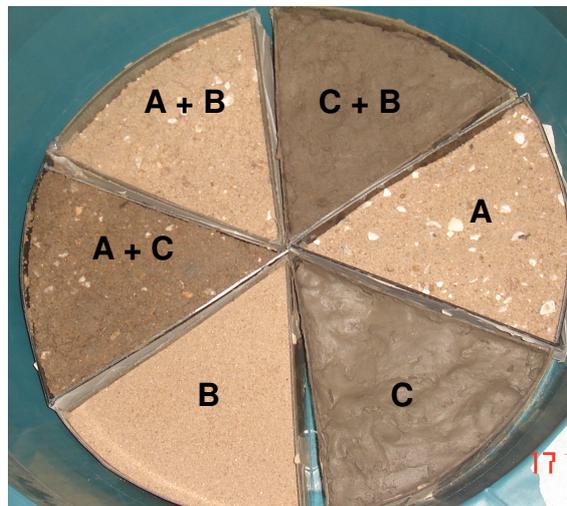


Figura 17: Bandejas com 6 diferentes tipos de substrato preenchendo todo o fundo do tanque. (Tratamentos: **1) C** = Si + Ar; **2) B** = AMF + AF; **3) A** = AM + AG + AMG + C; **4) A + B** = AM + AG + AMG + C + AMF + AF; **5) A + C** = AM + AG + AMG + C + Si + Ar; **6) B + C** = AMF + AF + Si + Ar).



Figura 18: Tanques cilíndricos utilizados.



Figura 19: Visita ao sedimento do tipo B (areia muito fina e areia fina) pelo camarão *Litopenaeus vannamei*.



Figura 20: Foto da atividade natatória do camarão pré-adulto fêmea *L. vannamei* às 06:00 horas.



Figura 21: Seqüência de escavação e enterramento de *L. vannamei* no sedimento B (areia fina e areia muito fina).



Figura 22: Foto do comportamento de enterramento do camarão *L. vannamei* parcialmente enterrado.

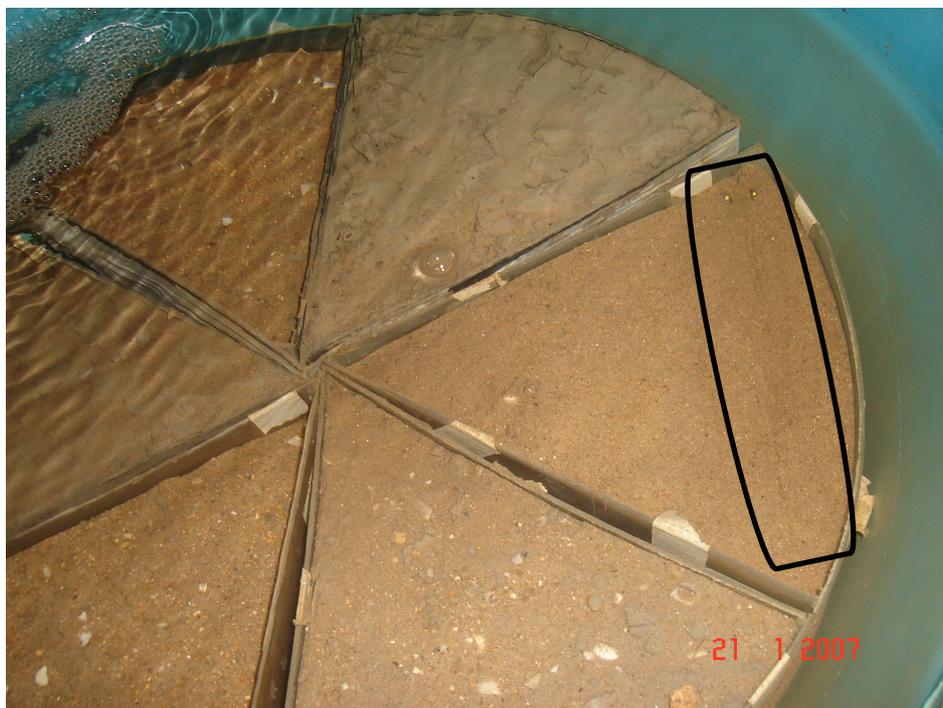


Figura 23: *L. vannamei* completamente enterrado.

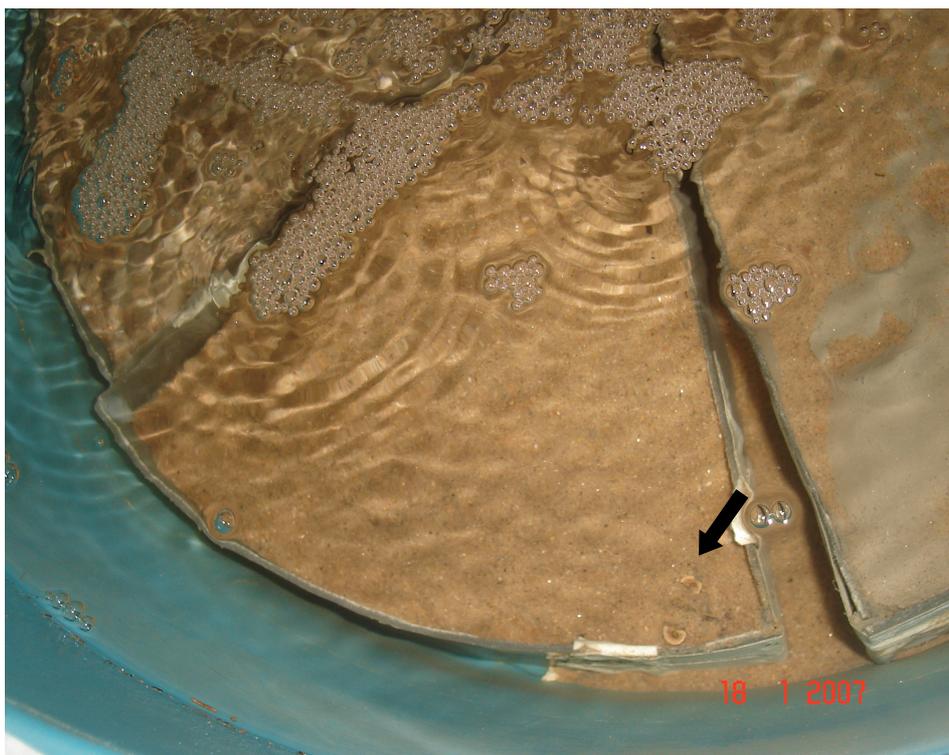


Figura 24: Camarão *L. vannamei* completamente enterrado no sedimento B (areia fina e areia muito fina) durante a fase clara do dia, seta mostrando os olhos.

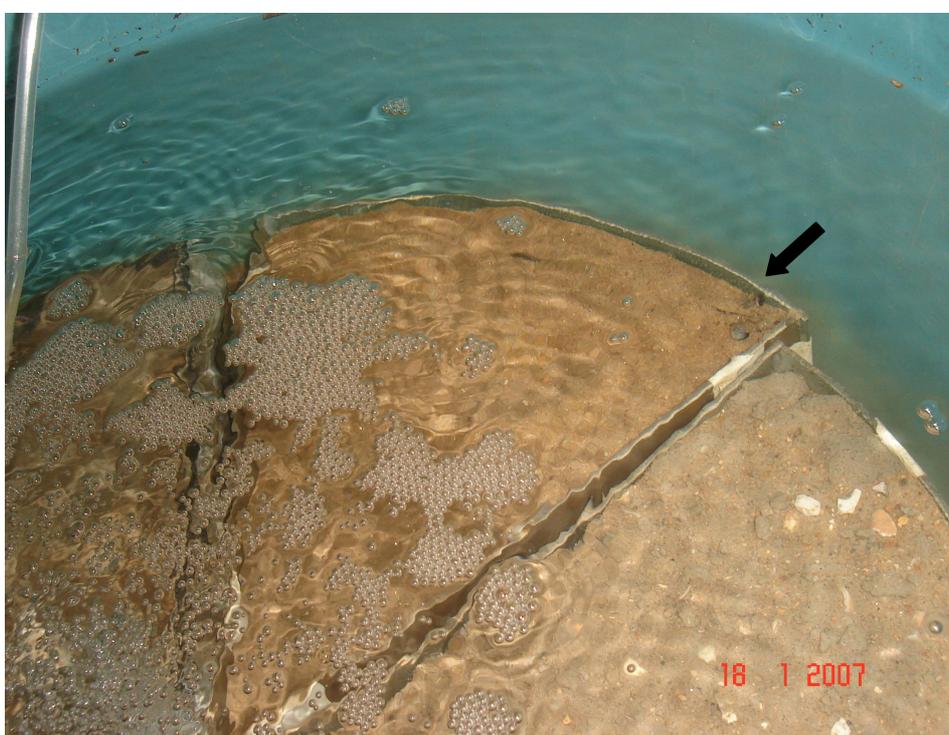


Figura 25: Camarão *L. vannamei* enterrado no sedimento B aparecendo apenas os seus olhos. (ver o detalhe da seta).



Figura 26: *Litopenaeus vannamei* pré-adulto fêmea após realização da muda.

---

## REFERÊNCIAS

ABELE, L. G. Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. **Ecology Tempe.**, v. 55, n. 1, p. 156-161, 1974.

ALLAN, Geoff L.; MAGUIRE, Greg B. Effect of sediment and acute ammonia toxicity for the school prawn, *Metapenaeus macleayi* (Haswell). **Aquaculture**, v. 131, n. 1-2, p. 59-71, 1995.

ARANA, L.V. **Fundamentos de Aquicultura**. Florianópolis: EDUFSC, 2004.

AVNIMELECH, Yoram; RITVO, Gad. Shrimp and fish pond soils: processes and management. **Aquaculture**, v. 220, n. 1-4, p. 549-567, 2003.

AZIZ, K. A.; GREENWOOD, J. G. Response of juvenile *Metapenaeus bennettiae* Racek and Dall, 1965 (Decapoda, Penaeidae) to sediments of differing particle size. **Crustaceana**, 43, p. 121-126, 1982.

BENZIE, John A. H. Population genetic structure in penaeid prawn. **Aquaculture Research**, v. 31, n. 1, p. 95-119, 2000.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for Aquaculture**. Auburn, AL: Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, 1990. 482 p.

BOUDREAU, B.; BOURGET, E.; SIMARD, Y. Behavioural responses of competent lobster postlarvae to odor plumes. **Marine Biology**, v. 117, n. 1, p. 63-69, 1993.

BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. L. The effect of four substrates on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* at two salinities. **Ciencias Marinas**, v. 19, n. 2, p. 229-244, 1993.

---

BRATVOLD, Delma.; BROWDY, Craig L. Effect of sand sediment and vertical surfaces (AquaMats™) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. **Aquaculture**, v. 195, n. 1-2, p. 81-94, 2001.

BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G (Orgs.). **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDUFRGS, 1999.

BUCHANAN, B. A.; STONER, A. W. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* spp.) in a tropical estuarine lagoon. **Estuaries**, v. 11, n. 4, p. 231-239, 1988.

BUENO, S. L. S. **Técnicas, procedimentos e manejo para a produção de pós-larvas de camarões peneídeos**: experiência vivida pela Maricultura da Bahia S.A. Brasília: Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM – Brasil), 1989. 107 p.

COSTA, Rogério C. **Biologia e distribuição ecológica das espécies de camarão Dendrobranchiata (Crustacea, Decapoda) na Região de Ubatuba/SP**. 2002. 186 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Botucatu, 2002.

COSTA, Rogério. C.; FRANSOZO, Adilson.; MELO, Gustavo. A. S.; FREIRE, Fúlvio A. M. Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2003.

DALL, W.; HILL, B. J.; ROTHLSBERG, P. C.; STAPLES, D. J. The biology of the Penaeidae. In: BLAXTER, J. H. S.; SOUTHWARD, A. J. (Ed.). **Advances in Marine Biology**. San Diego: Academic Press, 1990. v. 27, 489 p.

---

FIGUEIREDO, Maria C. B. et al. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 10. n. 2, p. 167-174, 2005.

FIGUEIREDO, M. C. B.; ROSA, M.F.; GONDIM, R.S.; ARAÚJO, L.F.; GOMES, R.B.; PAULINO, W.D.; CORREIA, L.J.A.; SABÓIA, L.F. **Questões ambientais da carcinicultura de águas interiores: o caso da Bacia do Baixo Jaguaribe, CE.** 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>> Acesso em: 12 fev. 2006.

FERREIRA, E. S. **Efeitos do substrato e da densidade populacional sobre as atividades comportamentais e níveis de hemócitos em relação à densidade de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).** 2006. 63 p. Natal. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. UFRN, Natal, 2006.

FREIRE, Fúlvio A. M. **Distribuição Ecológica e Biologia Populacional de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Penaeoidae) no litoral do Estado de São Paulo.** 2005. 345 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, 2005.

FUSS, Charles M. Jr. Observations of burrowing behaviour on the pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad. **Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean**, v.14, p. 62-73, 1964.

FUSS, Charles M. Jr.; OGREN, Larry H. Factors affecting activity and burrowing habitats of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. **The Biological Bulletin**, v. 130, n. 2, p. 170-191, 1966.

GRAY, J. S. Animal: sediments and relationships. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, v. 12, p. 216-223, 1974.

---

HILL, B. J. Effect of temperature on duration of emergence, speed of movement and catchability of the prawn *Penaeus esculentus*. In: **Second Australian National Prawn Seminar**. ROTHLISBERG, P. C.; HILL, B. J.; STAPLES, D. J. (Eds.). Cleveland, Australia: NPS2, p. 77-83, 1985.

HINDLEY, J. P. R. Effects endogenous and some exogenous factors on the activity of the juvenile prawn *Penaeus merguensis*. **Marine Biology**, 29, n.1, 1975, p. 1-8.

HOLME, N. A. The ecology of the British species of *Ensis*. **Journal Mar. Biol. Assoc. of the United Kingdom**, 33, n. 1, p. 145-172, 1954.

HUGHES, D. A. Factors controlling emergence of pink shrimp (*Penaeus duorarum*) from the substrate. **Biol. Bull.**, 134, n.1, p. 48-59, 1968.

KENYON, R. A.; LONERAGAN, N. R.; HUGHS, J. M. 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.**, v.192, n. 1, p. 87-105, 1995.

KEYS, S. J. Aspects of the biology and ecology of the brown tiger prawn, *Penaeus esculentus*, relevant to aquaculture. **Aquaculture**, v. 217, n. 1-4, p. 325-334, 2003.

KLAOUDATUS, S. Observations on the growth of juveniles of *Penaeus kerathurus* (Forsk.) at different stocking densities and varying ecological conditions. FAO, **General Fisheries Council for the Mediterranean. Studies and Reviews**, Rep., 57, p. 93-100, 1980.

LEMONNIER, Hugues et al. Influence of sediment characteristics on shrimp physiology: pH as principal effect. **Aquaculture**, v. 240, n. 1-4, p. 297-312, 2004.

---

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour**: An introductory guide. 2<sup>nd</sup>. ed. Cambridge: Cambridge University Press, p. 84-100, 1993.

MÉNDEZ, L. C.; RACOTTA, I. S.; ACOSTA, B.; PORTILLO-CLARK, G. Effect of sediment on growth and survival os post-larval *Litopenaeus stylirostris* (Boone, 1931). **Aquaculture Research**, v. 35, n. 7, p. 652-658, 2004.

MINELLO, Thomas J.; ZIMMERMAM, Roger J.; MARTINEZ, Eduardo X. Fish predation on juvenile Brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives: effects of turbidity and substratum on predation rates. **Fishery. Bulletin.**, v. 85, n. 1, p. 59-70, 1987.

MIURA, G.; YAMAGUCHI, M. Observations on the behaviour of the prawn *Penaeus japonicus* Bate especially on hiding behaviour under the sand. **Aquaculture**, v. 2, p. 20-26, 1955.

MOCTEZUMA, M. A. and BLAKE, B. F. Burrowing activity in *Penaeus vannamei* from the Caimanero-Huizache Lagoon system on the Pacif Coast of Mexico. **Bulletin Marine Science**, v. 31, n. 2, p. 312-317, 1981.

MOLLER, T. H.; JONES, D. A. Locomotory rhythms and burrowing habitats of *Penaeus semisulcatus* (de Hann) and *Penaeus monodon* (Fabricius) (Crustacea: Penaeidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 18, n. 1, p. 61-77, 1975.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, M. A. A; MANTELATTO, F. L. M.. SANTOS, S. Caracterização física e química da enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 2, p. 114-120, 1991.

---

NEL, R.; MCLACHLAN, A.; WINTER, D. The effect of sand particle size on the burrowing ability of the beach mysid *Gastrosaccus psammodytes* Tattersall. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 48, n. 5, p. 599-604, 1999.

NUNES, A. J. P.; GODDARD, S.; GESTEIRA, T. C. V. Feeding activity patterns of Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, v. 144, n. 4, p. 371-386, 1996.

OUELLETTE, C.; BOGHEN, A. D.; COURTENAY, S. C.; ST-HILAIRE, A. Influence of peat substrate on the distribution and behaviour patterns of sand shrimp, *Crangon septemspinosa*, under experimental conditions. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 19, n. 6, p. 359-365, 2003.

OTAZU-ABRILL, M.; CECCALDI, H. J. Contribution a l'étude du comportement de *Penaeus japonicus* (Crustácea Decapode) em elevage, vis-a-vis de la lumiere et du sediment. **Tethys**, v. 10, p. 149-156, 1981.

PALOMAR, Nadia E.; JUINIO-MEÑEZ, Marie A.; KARPLUS, Ilan. Behavior of the burrowing shrimp *Alpheus macellarius* in varying gravel substrate conditions. **Journal of Ethology**, v. 23, n. 2, p. 173-180, 2005.

PENN, J. W. The behaviour and catchability of some commercially exploited penaeids and their relationships to stock and recruitment. In: GULLAND, J. A.; ROTHSCHILD, B. J. (Eds.). **Penaeid shrimps: Their biology and management**. Farnham, England: Books Fishery New Books, 1984, p. 173-186.

PÉREZ FARFANTE, I.; KENSLEY, B. **Penaeoid and Segestoid Shrimps and Prawns of the World** - Keys and diagnoses for the families and genera. Paris: Memoires Muséum National d'Histoire Naturelle, 1997, 233 p.

PONTES, C. S. **Distribuição diária das atividades comportamentais e comportamento alimentar do camarão marinho *Litopenaeus vannamei***

---

---

(Boone, 1931). 2003. 101 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

\_\_\_\_\_. Padrão de deslocamento do camarão branco *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) nas fases clara e escura ao longo de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 223-227, 2006.

PONTES, C. S; ARRUDA, M. F. Comportamento de *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustácea, Decapoda, Penaeidae) em função da oferta do alimento artificial nas fases claras e escuras do período de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 648-652, 2005.

REYNOLDS, William W.; CASTERLIN, Martha E. Diel activity of the pink shrimp *Penaeus duorarum*. **Hydrobiologia**, v. 66, n. 3, p. 223-226, 1979.

RITVO, G.; NEILL, W. H.; LAWRENCE, A. L.; SAMOCHA, T. M. Turbidity related to shrimp size in tanks with soil substrate. **Aquacultural Engineering**, v. 16, n. 4, p. 221-225, 1997.

RITVO, G.; SAMOCHA, T. M.; LAWRENCE, A. L.; NEILL, W. H. Growth of *Penaeus vannamei* on soils from various Texas shrimp farms, under laboratory conditions. **Aquaculture**, v. 163, n. 1-2, p. 101-110, 1998.

ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J.; AMORIM, L. **A carcinicultura brasileira em 2003**. Revista da ABCC. Março/2004. Disponível em: <<http://www.abcam.com.br>. Acesso em: 10 nov. 2006.

RUELLO, N.V. Burrowing, feeding and spatial distribution of school prawn *Metapenaeus macleayi* (Haswell) in the Hunter river region. Australia. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 13, p. 189-206, 1973.

---

RULIFSON, R. A. Substrate preferences of juveniles penaeid shrimps in estuarine habitats. **Contributions in Marine Science**, v. 24, p. 35-52, 1981.

SALIM, J. Panorama da carcinicultura potiguar: sua importância e perspectivas de crescimento. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 12, n. 69, p. 38-40, 2002.

SANDERS, H.L. Oceanography of Long Island Sound 1951-1954: The biology of marine bottom communities. **Bull. Bingham Oceanogr.** Collect Yale Univ. New Haven, v. 15, p. 344-414, 1956.

SANDERS, H.L. Benthic studies in Buzzards Bay. 1 Animal-sediment relationships. **Limnol. Oceanogr.** Grafton, v. 3, p. 245-258, 1958.

SANDERS, H.L. Benthic studies in Buzzards Bay. 3. The structure of the soft bottom communities. **Ecol. Monogr. Tempe**, p. 138-153, 1960.

SANTOS, M. C. F.; COELHO, P. A. Espécies exóticas de camarões marinhos (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798 e *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) nos ambientes estuarinos e marinhos do nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico**, v. 10, n.1, p. 209-222, 2002.

SOMERS, I. F. Sediment type as a factor in the distribution of commercial prawn species in the Western Gulf of Carpentarium, Australia. **Australia Journal Marine Freshwater Research**, v. 38, p. 133-149, 1987.

SUBRAHMANYAM, C. B. & OPPENHEIMER, C. H. Food preference and growth of grooved penaeid shrimp. **Mar. Technol. Soc.** Washington, DC, p. 65-75, 1969.

---

TAVARES, M.; MENDONÇA JÚNIOR, J. B. *Charybdis helleri* (A. Milner-Edwards, 1867) (Brachyura: Portunidae), eighth nonindigenous marine decapod recorded from Brazil. **Crustacea Research**, v. 25, p. 151-157, 1996.

WAIMBERG, A. A.; CAMARA, M. R. Brazilian Shrimp Farming. It's growing, but is it sustainable?. **World Aquaculture**, 1998.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and terms for clastic sediments. **Journal Geology**, n. 30, p. 377-392, 1922.

WILLIAMS, A.B. **Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida**. Washington (DC), Smithsonian Institution Press, XVIII. 1958, 550 p.

WICKHAM, D. A.; MINKLER, F. C. Laboratory observations on daily patterns of burrowing and locomotor activity of the pink shrimp, *Penaeus duorarum*, brown shrimp, *Penaeus aztecus* and white shrimp, *Litopenaeus setiferus*. **Contributions in Marine Science**, 19, p. 21-35, 1975.

YIP-HOI, T. A. **An investigation of effects of dissolved oxygen level, sediment type, stocking density and predation on the growth rate, survivorship and burrowing behaviour of juvenile brown e white shrimp**. **North Carolina State University**, 2003. 167 p. Tese (Doutorado) – North Carolina State University, North Caroline, 2003.

ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663 p.

ZHANG, P.; ZHANG, X.; LI, J.; HUANG, G. Swimming ability and physiological response to swimming fatigue in whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, 145, p. 26-32, 2006.

---

ZHANG, P.; ZHANG, X.; LI, J.; HUANG, G. The effects of temperature and salinity on the swimming ability of whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Comp. Biochem. Physiol.** Article in press, 2007.

---

## II CAPÍTULO:

**Crescimento do camarão marinho  
*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em  
diferentes substratos inconsolidados.**



---

## RESUMO

Este estudo analisou o crescimento, ganho de peso, consumo aparente, taxa de crescimento específico (TCE) e sobrevivência do camarão marinho juvenil *Litopenaeus vannamei*, em diferentes substratos inconsolidados. Coletou-se camarões juvenis ( $0,97 \pm 0,27$  g) do tanque berçário da Estação de Aqüicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Em seguida, transferiu-se para 21 caixas de polietileno conectadas a 21 biofiltros num sistema dinâmico fechado, 10 camarões/caixa ( $52/m^2$ ). Baseado no teste de preferência de sedimento do Capítulo I, utilizou-se os tratamentos: 1) tipo B + C = silte + argila + areia muito fina + areia fina; 2) tipo B = areia fina + areia muito fina; 3) sem substrato. Cada tratamento contou com 07 repetições. A alimentação (12% biomassa/dia) dos camarões foi realizada duas vezes (08:00 h; 16:00 h), sendo ofertada em bandejas situadas a 2 cm do substrato. O consumo aparente do alimento foi calculado pela diferença entre alimento oferecido e a sobra na bandeja retirada após 2 horas de permanência. A iluminação do laboratório proporcionou aos animais a um ciclo claro-escuro de 12 horas para cada fase. O estudo de crescimento teve duração de 48 dias e, no final do experimento, todos os indivíduos foram pesados individualmente. Durante o experimento foi avaliado o consumo aparente, eficiência alimentar, ganho de peso, taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência, fatores abióticos da água e dos sedimentos. Os dados foram analisados utilizando-se teste ANOVA ou Kuskal-Wallis, dependendo da parametricidade dos dados (SigmaStat 3.1 e STATISTIC 6.0). Entre os tratamentos testados, não se observou diferença significativa dos fatores abióticos, ganho de peso, consumo, eficiência alimentar, TCE, sobrevivência dos camarões. Considerando os resultados obtidos, foi possível afirmar que a granulometria do sedimento não exerce influência sobre a crescimento e sobrevivência dos camarões *L. vannamei* juvenis.

---

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate *Litopenaeus vannamei* shrimp growth, weight gain, food intake, specific growth rate (SGR) and survival at different substrate base. Juvenile shrimp ( $0.97 \pm 0.27$  g) were obtained from the aquaculture station at Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, and were transferred to blue plastic tanks connected to biofilters in a closed water exchange system. Ten shrimps were used per tank ( $52/m^2$ ), totalizing 21 tanks. The tanks were divided in 3 groups, and each group (7 tanks) received a different substrate, based on the preference test: sediment B + C (very fine sand + fine sand and silt + clay), sediment B (very fine sand + fine sand) and no sediment. Photoperiod was set on 12L:12D. Shrimps were fed twice a day (at 08:00 and 16:00h) with 12% total biomass/day. Food was offered in a plate located at 2cm from the substrate. Food intake was calculated by the difference between offered food and remained food after 2h. Each shrimp was weighted before and after 48 experimental days. During this period, water quality was monitored daily. Data was analyzed by ANOVA or Kuskal-Wallis test, depending on normality (SigmaStat 3.1, 2004 and STATISTICA 6.0, 2001). There were no differences among groups considering weight gain, food intake, SGR and survival. Thus, sediment did not affect *L. vannamei* shrimp growth and survival.

---

## 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A carcinicultura marinha brasileira experimentou um extraordinário crescimento a partir da introdução da espécie exótica *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) e vem ocupando nos últimos anos um lugar de destaque no cenário mundial. Dentre os fatores que contribuem para que a produção brasileira ocupe lugar de importância no âmbito da carcinicultura, sobretudo no Hemisfério Ocidental, está o desenvolvimento e a adoção de tecnologia apropriada em todas as etapas do processo produtivo.

Atualmente, é utilizada uma metodologia de cultivo baseada no sistema de cultivo semi-intensivo (PONTES & ARRUDA, 2006), caracterizado por utilizarem viveiros de médio porte (de 1 a 10 ha), fundos e paredes de terra, troca de água mínima por bombeamento (de 1 a 5% ao dia), densidade de estocagem populacional moderada (geralmente utiliza-se 30 camarões/m<sup>2</sup>), alimentação natural (fitoplâncton, zooplâncton, bentos, etc) complementada freqüentemente com ração artificial balanceada; aeração mecânica opcional (geralmente é utilizado aeradores nos períodos mais críticos de escassez de oxigênio), investimento inicial médio e pouco exigente em mão-de-obra especializada (ARANA, 2004).

Na maioria das fazendas nordestinas, a prática não leva em conta o conhecimento do tipo de atividade alimentar do camarão peneídeo, conduzindo à acumulação do alimento não consumido, e então à deterioração da água e do solo do viveiro (NUNES, *et al.*, 1996). Em ambientes de cultivo, esse gasto com alimento artificial pode representar de 60 a 70% dos custos de produção (MARTINEZ-CÓDOVA *et al.*, 1998; VELASCO *et al.*, 1999; TACON *et al.*, 2002; CUZON *et al.*, 2004). A medida em que ocorre esse acúmulo de resíduos, aumentam também os problemas gerados pelos efluentes liberados pelas fazendas.

Segundo MACINTOSH & PHILLIPS (1992), o alimento artificial é o principal fator a contribuir com a poluição proveniente dos sistemas de cultivo

---

mais intensivos, seguido de fertilizantes químicos e orgânicos, antibióticos, outras drogas e químicos.

As condições do solo são particularmente críticas para os camarões, uma vez que eles gastam grande parte do seu ciclo de vida em contato com o substrato, sobre ou enterrado e até mesmo ingerindo partes dele (DALL, *et al.*, 1990) e a qualidade do solo tem sido reconhecido como um fator importante que influencia a qualidade da água e a produção aquática animal (BOYD, 1990). Em sistemas de cultivo, a presença ou ausência de sedimento e outras áreas de superfície podem ter ambos efeitos positivos e negativos sobre a produção do camarão (BRATVOLD & BROWDY, 2001).

De um ponto de vista químico, particularmente em sistema de cultivo fechado com mínima ou nenhuma troca de água, o sedimento pode ser a fonte de macronutrientes tais como nitrogênio e fósforo, e ainda pode conter substancialmente altas concentrações de micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco) que geralmente não estão presentes em grandes concentrações na coluna d'água, porém quando em excesso pode prejudicar toda a produção (AVNIMELECH & RITVO, 2003). Do lado comportamental e físico, espécies que exibem comportamento de enterramento podem necessitar de substrato de sua maior preferência para a uma produção ótima (ALLAN & MAGUIRE, 1995). BRAY & LAWRENCE (1993) relataram que o sedimento exerce papel significativo no cultivo de espécies de peneídeos e que pode influenciar no crescimento e sobrevivência.

A condição dos sedimentos encontrados nos tanques de aquicultura é afetada por diversos fatores: densidade de estocagem, manejo de alimento artificial e práticas de aeração (PETERSON, 1999). Quanto maior a densidade e práticas errôneas de manejo alimentar, maior será a acumulação de resíduos. O cultivo de camarões é geralmente realizado em tanques e/ou viveiros em áreas próximas a cursos d'água e estuários, o que pode propiciar a degradação ambiental caso seja feito de modo indiscriminado e sem o devido manejo. O acúmulo de matéria orgânica proveniente de restos de alimentação pode acelerar o processo de degradação do solo e da água no cultivo e de áreas adjacentes (NUNES *et al.*, 1996). JORY (1995 *apud* PETERSON, 1999)

---

identificou que a acumulação de detritos no solo de tanques foi o fator para a entrada de doenças. LEMONNIER *et al.* (2004) estudaram a influencia das características do sedimento sobre a fisiologia dos camarões e detectaram o pH como principal efeito.

Fatores no ambiente de cultivo e fatores endógenos aos animais podem provocar mudanças fisiológicas e comportamentais nos crustáceos (HINDLEY, 1975), contribuindo para o surgimento de doenças e podendo provocar a morte dos animais. O impacto desses estressores (tipo de cativeiro, manipulação, fatores nutricionais, densidade populacional, luminosidade, salinidade, oxigênio dissolvido, temperatura) nos organismos geralmente tem sido mensurados pela taxa de crescimento, ganho de peso e sobrevivência dos animais. Esses fatores geram a resposta de estresse, que alteram a fisiologia, o comportamento ou a sobrevivência dos camarões.

Poucos estudos científicos relacionam o substrato de fundo com a produtividade dos cultivos de camarão. MÉNDEZ *et al.* (2004) avaliaram o efeito do sedimento sobre o crescimento e sobrevivência de pós-larvas *Litopenaeus stylirostris*.

ALLAN & MAGUIRE (1994) examinaram os efeitos de diferentes tipos de substratos na sobrevivência e crescimento do camarão *Metapenaeus macleayi* e também investigaram os efeitos do sedimento e da concentração de amônia sobre a mortalidade e emergência. ARNOLD *et al.* (2006) avaliaram a produção intensiva do camarão juvenil *Penaeus monodon* sob diferentes estocagens de densidade e substratos. BRAY & LAWRENCE (1993) pesquisaram o efeito de quatro tipos de substratos sobre o crescimento e sobrevivência de *L. vannamei* em dois tipos de salinidades. RITVO *et al.* (1998) analisaram o crescimento de camarões *L. vannamei* sobre substratos de várias fazendas do Texas.

As condições dos sedimentos encontrados em viveiros de aquicultura são afetadas por inúmeros fatores, sendo os principais: densidade de estocagem, manejo alimentar, práticas de aeração e até mesmo interferência de materiais de construção na periferia dos viveiros (PETERSON, 1999).

Uma vez que a carcinicultura marinha é uma atividade bem estabelecida no Brasil, existe a necessidade de desenvolvimento de estudos e metodologias

---

---

que visem otimizar o cultivo em termos de custo-benefício, como também na orientação da implantação de projetos. Diante disso, essa pesquisa objetivou estudar o bem-estar animal (crescimento e sobrevivência) do camarão em diferentes substratos, bem como fornecer subsídios para melhorar o manejo do solo nas fazendas de cultivo.

---

## 2. OBJETIVO

Analisar o crescimento e sobrevivência do camarão marinho juvenil *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em diferentes substratos inconsolidados.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o peso final e ganho de peso (crescimento), a taxa de crescimento específico, a eficiência alimentar, consumo aparente e a taxa de sobrevivência do camarão juvenil *L. vannamei* nos diferentes tratamentos;
- Analisar os parâmetros químicos dos substratos testados.

---

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Cultivo de pós-larvas**

As pós-larvas do camarão *Litopenaeus vannamei* foram adquiridas da empresa de larvicultura LARVI AQUICULTURA Ltda., foram cultivadas em um tanque berçário durante 45 dias, com aeração constante, temperatura da água em torno de 27° C, salinidade de 4 ‰. A alimentação artificial (ração peletizada contendo 40% de proteína bruta) foi ofertada de 2 em 2 horas nos seguintes horários (07:00 h, 09:00 h, 11:00 h, 13:00 h, 15:00 h; 17:00 h e 19:00 h) com 12% da biomassa/dia. A qualidade da água do berçário foi mantida de acordo com os parâmetros aceitáveis. Ao final dos 45 dias, os camarões juvenis foram retirados para o teste de crescimento.

#### **3.2 Unidades experimentais**

Para o experimento, foram utilizados 21 caixas de polietileno de cor azul, com dimensões 35 cm x 30 cm x 55 cm conectadas individuais a 21 biofiltros com 26 cm de diâmetro, preenchido com 10 litros. Cada caixa continha 50 litros de água salobra (4 ‰) e um sistema fechado de aeração e recirculação de água constante, com filtragem contínua realizada no filtro biológico acoplado ao tanque através da movimentação da água por dois air lifts. Cada filtro biológico era composto de 20% de cascalho de pedra (brita zero) e 80% de conchas de moluscos. Para evitar a passagem de sedimento da caixa para o biofiltro, foi acoplado um filtro mecânico com contendo lã de vidro (Figura 1). Esse sistema de recirculação foi baseado e adaptado ao modelo de sistema fechado dinâmico de VALENTI (1998), com passagem do volume da caixa pelo tanque 22 vezes ao longo de 24 horas.

---

Após a montagem do sistema fechado (caixa-biofiltro), foi colocado água filtrada do tanque berçário para que houvesse a colonização de bactérias nitrificantes. Em seguida, foi adicionado 0,25 ml de amoníaco 100%/dia durante 5 dias e monitorou-se diariamente, através de testes colorimétricos, os níveis de amônia até seu desaparecimento e conseqüente estabilização do sistema. O sistema de recirculação da água ficou em funcionamento durante 8 dias até a maturação do filtro biológico.

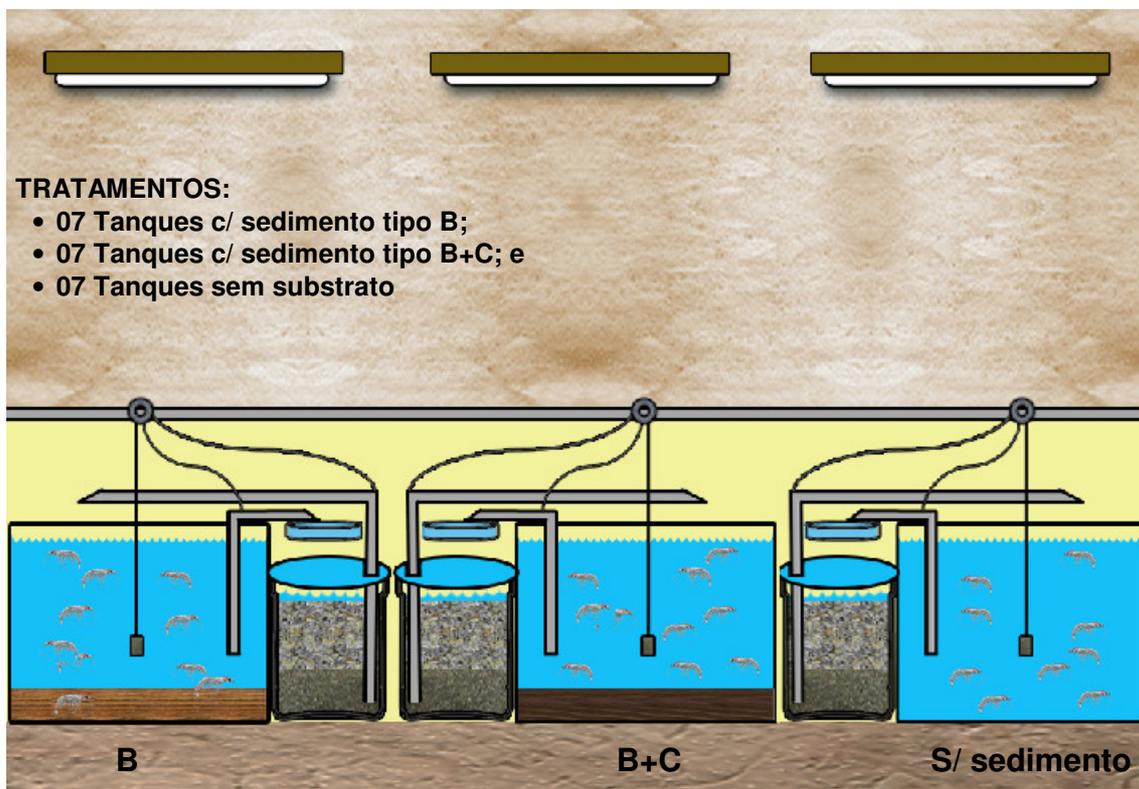


Figura 1: Desenho experimental (tanques retangulares acoplados aos biofiltros através de *air lifts*).

### 3.3 Preparação dos sedimentos

Para a preparação dos sedimentos, foram utilizadas silte, argila, areia muito fina e areia fina de origem comercial. Baseado no teste de preferência de

---

sedimento do Capítulo 1, utilizou-se duas misturas de sedimentos como tratamentos a serem testados: I) tipo B + C = silte + argila + areia muito fina + areia fina; II) tipo B = areia fina + areia muito fina; III) sem substrato. Foram retiradas 6 amostras de cada tipo de sedimento para realização de análise física (Técnica de Peneiramento Diferencial e as frações granulométricas foram adaptadas ao padrão americano WENTWORTH (1922), tabela 1) e análise química (pH, Nitrogênio, Carbono, Fósforo e Matéria Orgânica).

Tabela 1: Fração granulométrica adaptada seguindo o padrão americano Wentworth (1922).

Substrato	Sigla	Tamanho da partícula (mm)
Silte + argila	C	< 0,0625
Areia muito fina + areia fina	B	0,0625  -- 0,25
Areia média + areia grossa + areia muito grossa + cascalho	A	0,25  -- > 2,0

Após o peneiramento, os sedimentos foram classificados e agrupados quanto ao tamanho da partícula:

- **classe A** – possui mais de 70% de sua composição de areia média (AM), areia grossa (AG), areia muito grossa (AMG) e cascalho (C);
- **classe B** – é composta por mais de 70% de areia fina (AF) e areia muito fina (AMF);
- **classe C** – é compreendida por mais de 70% de silte e argila (SA).

**DA = (AM + AG + AMG + C) > 70%**

DAB = Domínio de A sobre B

---

DAC = Domínio de A sobre C

**DB = (AF + AMF) > 70%**

DBA = Domínio de B sobre A

DBC = Domínio de B sobre C

**BC = (SA) > 70%**

DCA = Domínio de C sobre A

DCB = Domínio de C sobre B

Dessa forma, três tratamentos foram estabelecidos: 1) substrato tipo B + C (areia muito fina + areia fina + silte + argila); 2) substrato tipo B (areia muito fina + areia fina); 3) sem substrato. Cada tratamento possuiu 7 réplicas, totalizando 21 unidades experimentais. Cada substrato foi colocado em cada caixa de forma aleatória, cobrindo 5 cm do fundo do tanque.

### 3.4 Experimento de crescimento

Os camarões juvenis ( $0,97 \pm 0,27$  g) *L. vannamei* foram coletados do tanque berçário da Estação de Aqüicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Em seguida foram transferidos para o Laboratório do Setor Experimental de Aqüicultura (SEAg). Todos os camarões foram pesados antes de serem colocados nas unidades experimentais, num total de 10 camarões/caixa, numa densidade populacional de 52 camarões/m<sup>2</sup>.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (manhã e tarde), com 12% da biomassa/dia. Foi utilizada ração peletizada contendo 40% de proteína bruta, ofertada em bandejas situadas a 2 cm do substrato. O consumo aparente do alimento foi calculada pela diferença entre alimento oferecido e a sobra na bandeja retirada após 2 horas de permanência, baseado no trabalho

---

de PONTES & ARRUDA (2005), que verificaram que a ração perde a atratividade após esse período. A iluminação do laboratório proporcionou aos animais a um ciclo claro-escuro de 12 horas para cada fase (05:30 horas início da fase clara e 17:30 início da fase escura). O estudo de crescimento teve duração de 48 dias e no final do experimento, todos os indivíduos foram pesados numa balança digital.

### 3.5 Análise do crescimento dos camarões

Durante o experimento foi avaliado o consumo alimentar através do consumo aparente do alimento, calculado pela diferença entre alimento oferecido e a sobra no comedouro. Ao final do experimento, para cada tratamento, somou-se todas as sobras e foi estimado o consumo aparente dos camarões. A partir dos valores obtidos do consumo, calculou-se a eficiência alimentar (EA) (KURESHY & DAVIS, 2002):

$$\text{Consumo aparente} = \text{ração ofertada} - \text{sobra}$$

$$\text{Eficiência alimentar} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{consumo}}$$

Para determinar o peso da sobra da ração, paralelamente, fez-se um teste onde foi colocado vinte copos de peso e tamanho igual e posteriormente foi inserido 10 gramas de ração seca em cada recipiente. Em seguida, os copos foram colocados dentro de uma caixa de polietileno com 50 litros e retirados após 2 horas para calcular o percentual médio de absorção de água

---

na ração. Diante do valor obtido, a sobra da ração foi multiplicada pelo valor de 0,6 (percentual de umidade).

O ganho de peso foi mensurado ao final do experimento com uma balança de precisão de 2 dígitos decimais e, a partir dos valores obtidos, calculou-se o Ganho de Peso (KURESHY & DAVIS, *op. cit.*), que serviu de base para o cálculo da taxa de crescimento específico, a TCE (WU & DONG, 2002):

$$\text{Ganho de Peso (g)} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

$$\text{TCE (\%.\text{dia}^{-1})} = \frac{\text{Ln } P_f - \text{Ln } P_i}{\text{Dias Experimentais}} \times 100$$

Diariamente pela manhã foram verificadas as ocorrências de indivíduos mortos, seu número foi registrado para o cálculo da taxa final sobrevivência, definida por BAUTISTA-TERUEL *et al.* (2003):

$$\text{Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{Número final de camarões}}{\text{Número inicial de camarões}} \times 100$$

---

### **3.6 Fatores abióticos**

A qualidade da água das unidades experimentais foi monitorada semanalmente através da mensuração dos principais parâmetros físico-químicos como pH (pH-metro), oxigênio dissolvido (Oxímetro), temperatura (Oxímetro), salinidade (Refratômetro). Diariamente, eram sorteados 6 tanques para realização do teste de amônia (teste colorimétrico).

### **3.7 Análise Estatística**

Para realização das análises estatísticas foi utilizado o programa SIGMASTAT, versão 3.1 (2004) e STATISTIC 6.0 (2001). Os dados foram analisados utilizando-se teste ANOVA ou Kuskal-Wallis, dependendo da parametricidade dos dados (Normalidade – Kolmorov-Smirnov; Hocedasticidade – Shapiro-wilks) (ZAR, 1999).

---

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Peso inicial e peso final

Não houve diferença significativa no peso final dos camarões nos tratamentos testados (Kruskal-Wallis,  $H= 1,683$ ,  $gl=2$ ,  $P = 0,431$ ). De acordo com a figura 3, não observou-se diferença estatística no início do experimento (peso inicial) entre os tratamentos, como também não foi observado diferença significativa no peso final dos camarões.

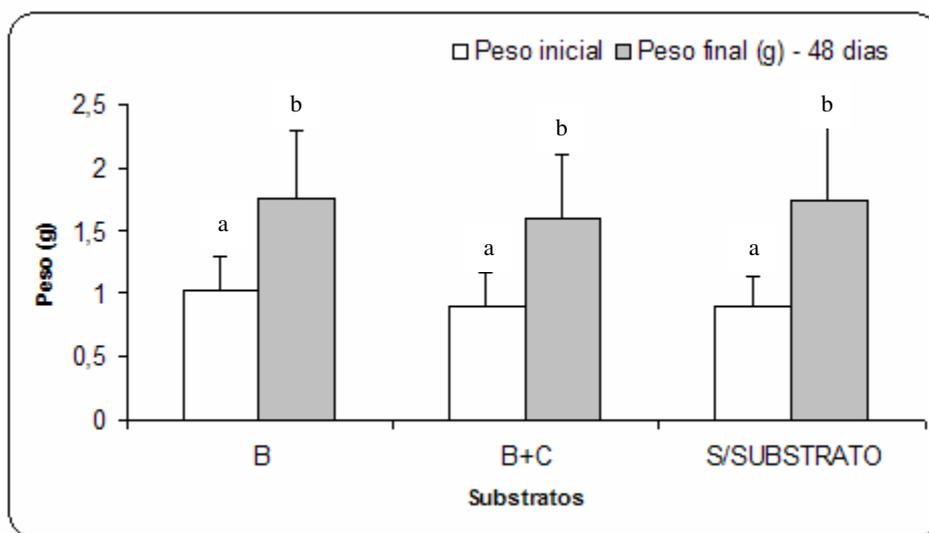


Figura 2: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) do peso inicial e do peso final dos camarões *L. vannamei* durante 48 dias de cultivo. Letras diferentes representam diferenças estatísticas.

### 4.2 Ganho de peso

Quanto ao ganho de peso dos camarões nos três tratamentos, não foi observada diferença significativa (ANOVA,  $P = 0,817$ ) (figura 3). O tratamento “sem substrato” obteve maior valores médios, seguidos dos tratamentos “B” e “B+C” ( $0,80 \pm 0,20$  g;  $0,78 \pm 0,28$  g;  $0,73 \pm 0,15$  g, respectivamente).

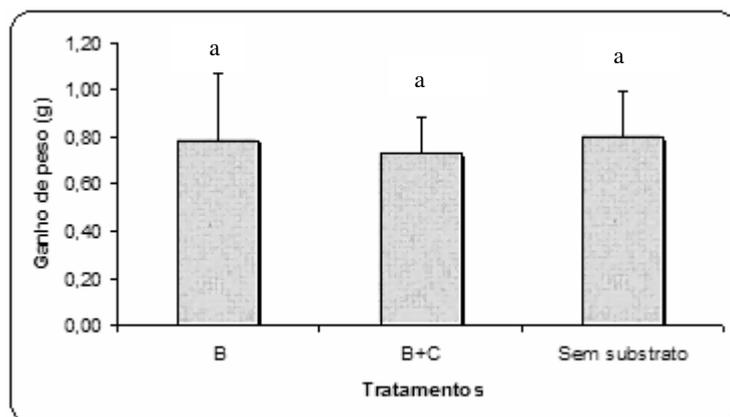


Figura 3: Média ( $\pm$  desvio padrão) do ganho de peso dos camarões juvenis *L. vannamei* em diferentes substratos. Não houve diferença significativa ( $\alpha = 0,05$ ).

### 4.3 Consumo Aparente

O consumo aparente dos camarões foi estabelecido pela sobra do alimento natural ofertado. Não foi se observou diferença significativa quanto ao consumo aparente nos tratamentos (ANOVA,  $P = 0,139$ ). O tratamento “B” obteve maiores valores médios, seguido dos tratamentos “sem substrato” e “B+C” ( $25,60 \pm 3,92$ ;  $22,43 \pm 3,27$ ;  $22,28 \pm 2,75$ , respectivamente).

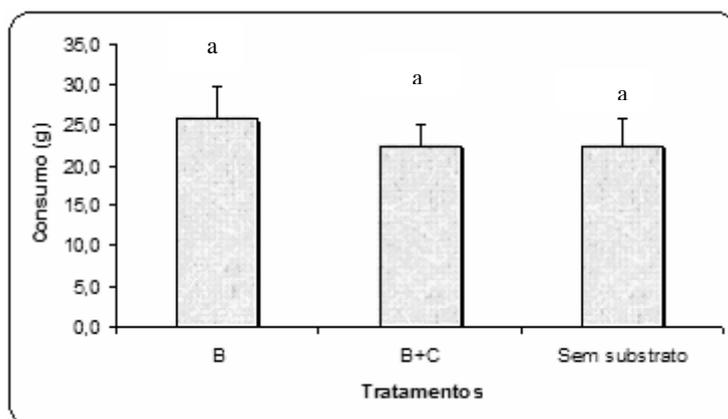


Figura 4: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) do consumo aparente do alimento artificial. Não houve diferença significativa ( $\alpha = 0,05$ ).

---

#### 4.4 Eficiência alimentar

Não se observou diferença significativa entre os valores médios observados quanto à eficiência alimentar dos camarões cultivados em diferentes sedimentos (ANOVA,  $P = 0,536$ ), figura 5. Observou-se maiores valores médios no tratamento “B+C”, seguido dos tratamentos “B” e “sem substrato” ( $0,22 \pm 0,09$ ;  $0,21 \pm 0,07$ ;  $0,17 \pm 0,11$ , respectivamente).

Foi observado empiricamente que, quando estava próximo do horário de alimentação, sempre realizado pela manhã às 09:00 horas e pela tarde às 16 horas, o animal permanecia desenterrado e sempre nas adjacências do comedouro (bandeja).

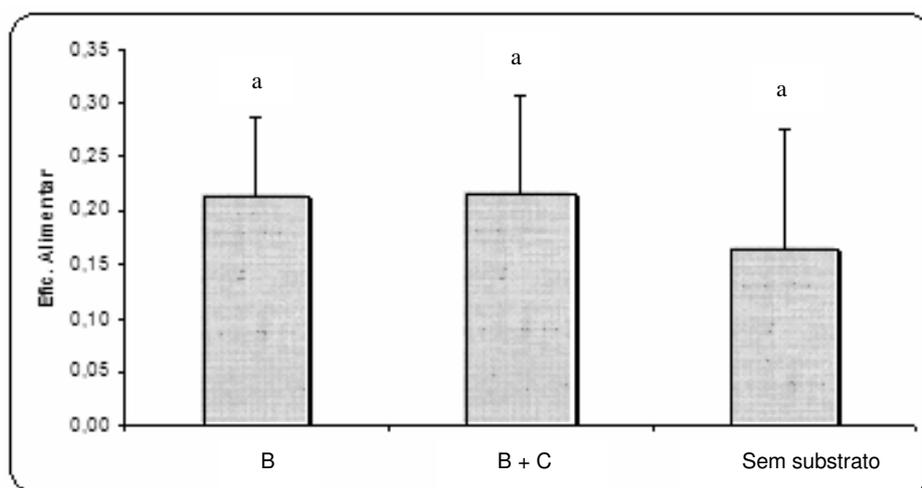


Figura 5: Eficiência alimentar (média  $\pm$  desvio padrão) dos camarões juvenis *L. vannamei* em diferentes tipos de substratos. Não houve diferença significativa ( $\alpha = 0,05$ ).

#### 4.5 Taxa de Crescimento Específico

Com relação ao crescimento dos camarões *L. vannamei* em diferentes substratos, não foi observada diferença significativa (ANOVA,  $P = 0,677$ ).

---

Observou-se maior TCE para o tratamento “B”, seguido dos tratamentos “B+C” e “sem substrato” ( $0,87 \pm 0,24$ ;  $0,75 \pm 0,55$ ;  $0,67 \pm 0,44$ , respectivamente).

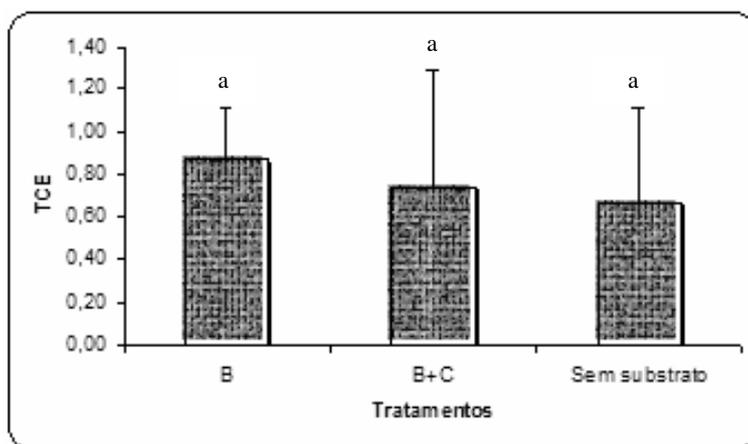


Figura 6: Taxa de crescimento específico (média  $\pm$  desvio padrão) do camarão juvenil *L. vannamei* em diferentes substratos. Não houve diferença significativa ( $\alpha = 0,05$ ).

#### 4.6 Sobrevivência

Não foi observada diferença significativa na taxa de sobrevivência dos camarões *L. vannamei*, cultivado em diferentes tipos frações granulométricas (Kruskal-Wallis,  $H = 1,078$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0,583$ ), figura 7.

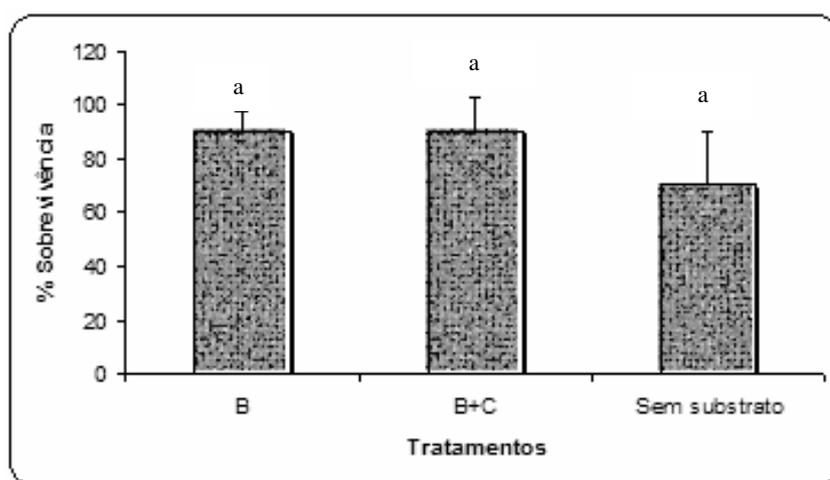


Figura 7: Sobrevivência (%) (media  $\pm$  desvio padrão) dos camarões juvenis *L. vannamei* cultivado durante 48 dias, em diferentes substratos.

---

## 4.7 Análise parâmetros físico-químicos da água

### 4.7.1 Temperatura

A temperatura em todos os tanques experimentais permaneceu dentro dos parâmetros aceitáveis para o cultivo da espécie *L. vannamei* (26° a 29° C). De acordo com a Figura 8, foi observado maior valor médio de temperatura para o “tratamento B+C”, seguido dos tratamentos “Sem substrato” e “tratamento B” (27,02 ± 0,15; 26,98 ± 0,15; 26,93 ± 0,16; respectivamente). Porém não houve diferença estatística entre os valores médios das temperaturas entre os tratamentos testados (ANOVA, P = 0,596). Embora, entre as semanas de cada tratamento, tenha havido diferença significativa.

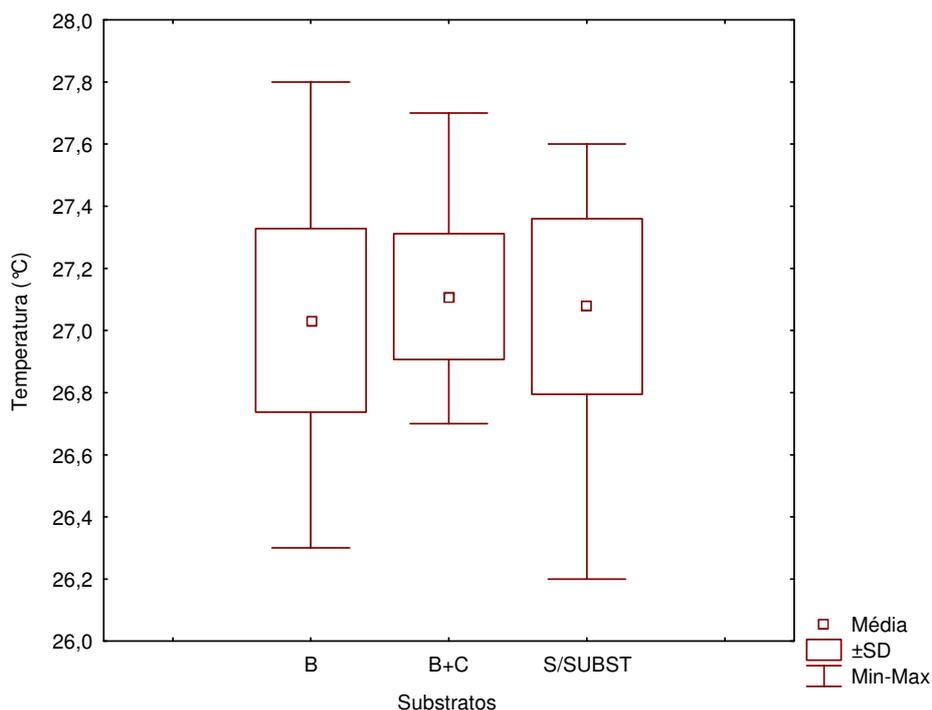


Figura 8: Média da temperatura nos tratamentos testados  
(B = AF + AMF; B + C = Si + Ar + AMF + AF)

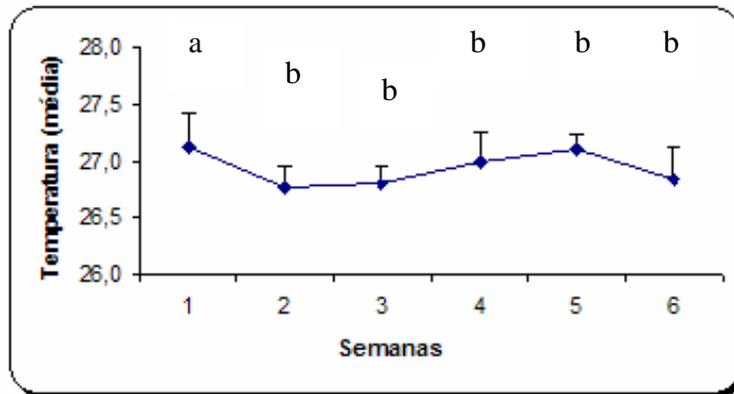


Figura 9: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de temperatura durante o período de cultivo (tratamento B). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ ).

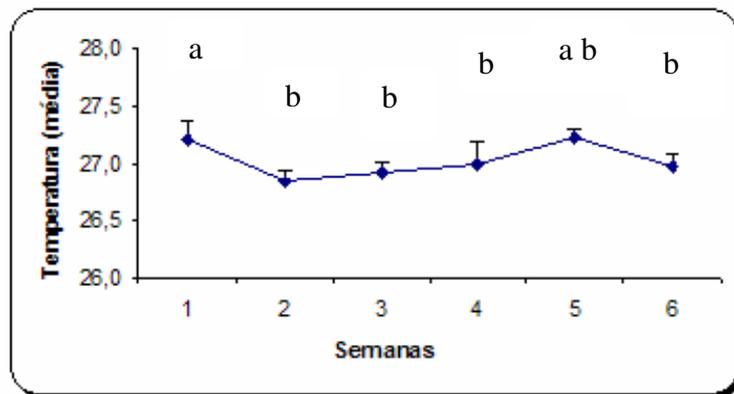


Figura 10: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de temperatura durante o período de cultivo (tratamento B+C). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ ).

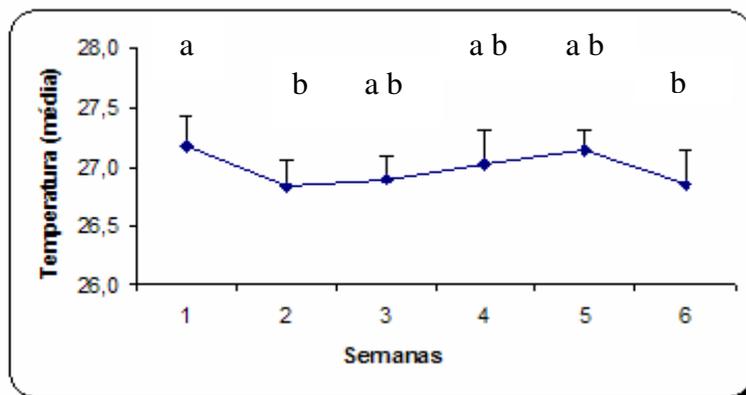


Figura 11: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de temperatura durante o período de cultivo (tratamento sem substrato). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ ).

#### 4.7.2 pH

Comparando os valores médios do pH entre os tratamentos, não observou-se diferença significativa (ANOVA,  $P = 0,709$ ). Porém, para cada tratamento, houve variação significativa do pH nas semanas de cultivo.

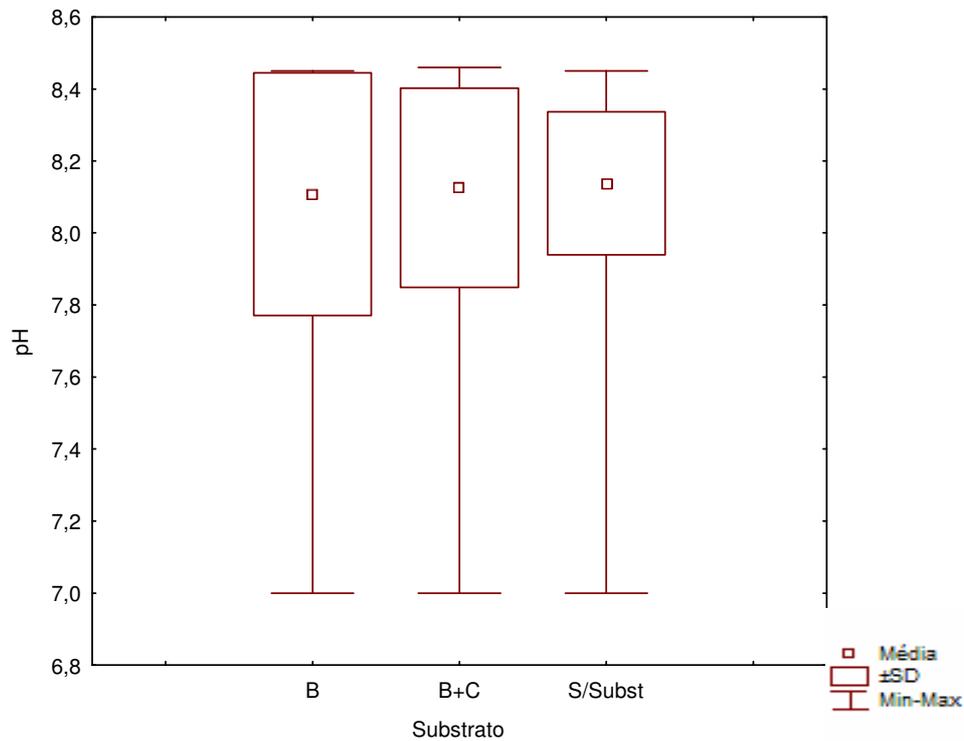


Figura 12: Valores médios do pH da água nos diferentes tratamentos (B = AF + AMF; B + C = Si + Ar + AMF + AF)

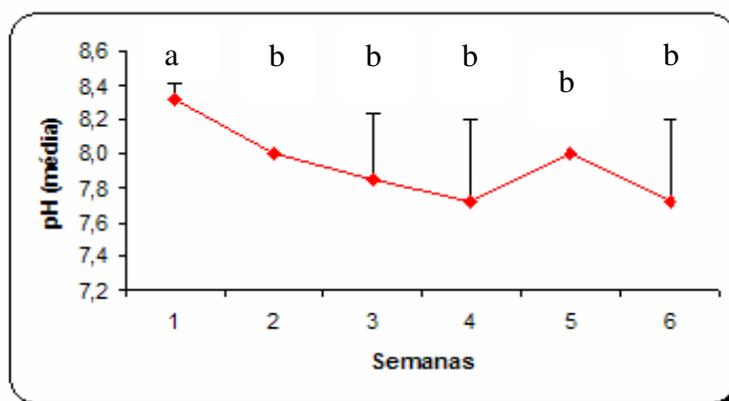


Figura 13: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de pH durante os 48 dias de cultivo (tratamento B). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ ).

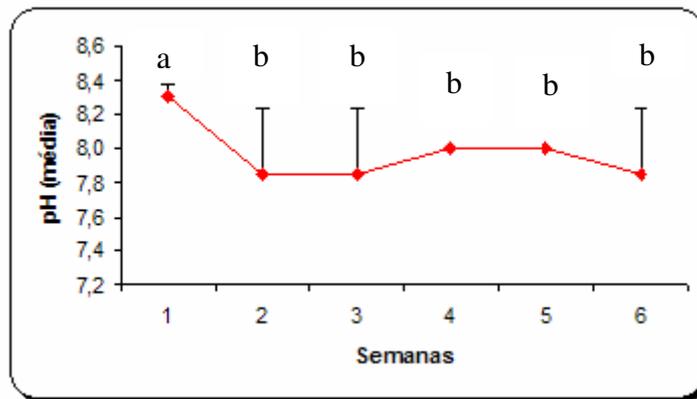


Figura 14: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de pH durante os 48 dias de cultivo (tratamento B+C). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ ).

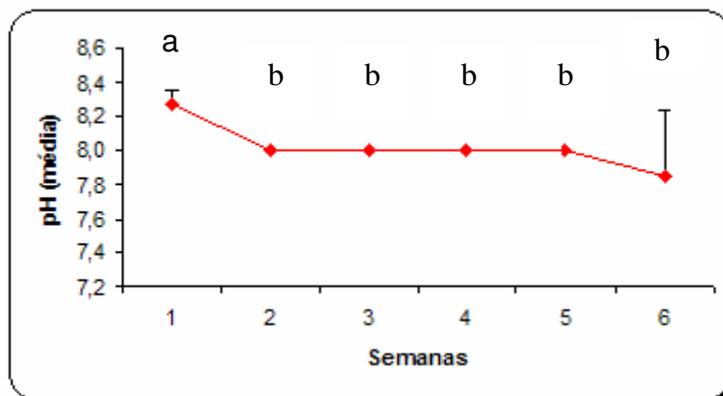


Figura 15: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de pH durante os 48 dias de cultivo (tratamento sem substrato). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ ).

---

#### 4.7.3 Oxigênio dissolvido

Não foi observado diferença significativa entre os valores médios de oxigênio dissolvido entre os tratamentos (ANOVA,  $P = 0,480$ ). Em contrapartida, foi observado diferença significativa nas semanas de cultivo para cada tratamento (Figura 16).

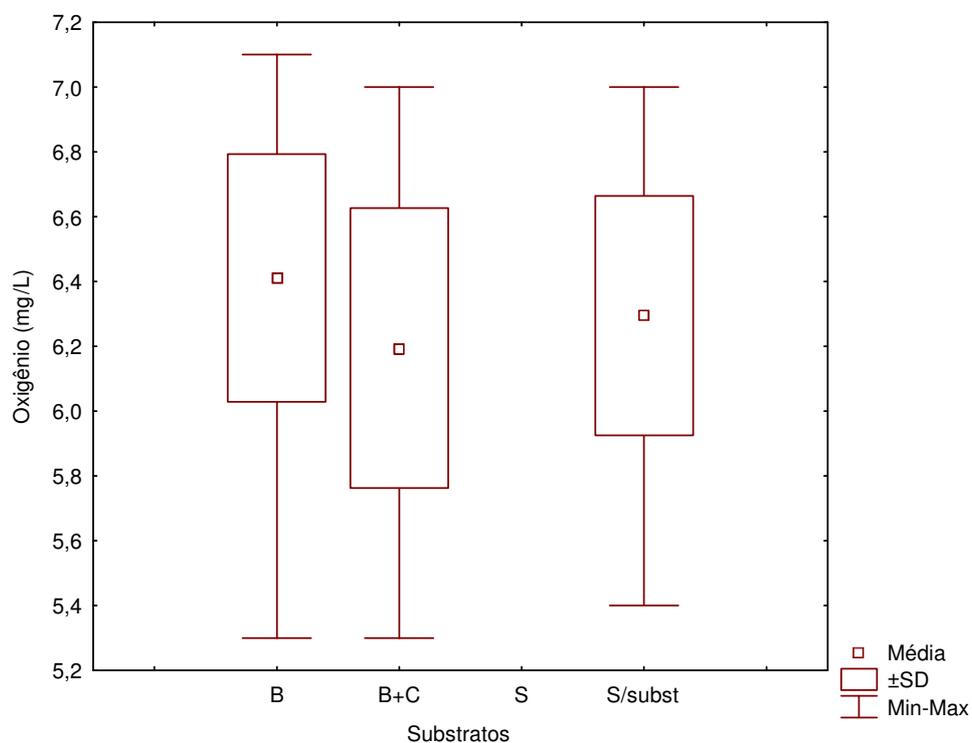


Figura 16: Valores médios do oxigênio dissolvido na água nos tratamentos B, B+C e Sem substrato, durante os 48 dias de cultivo.

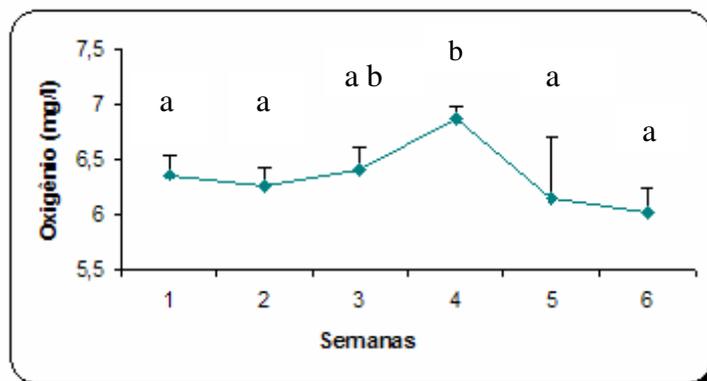


Figura 17: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de oxigênio dissolvido durante os 48 dias de cultivo (tratamento B). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ )

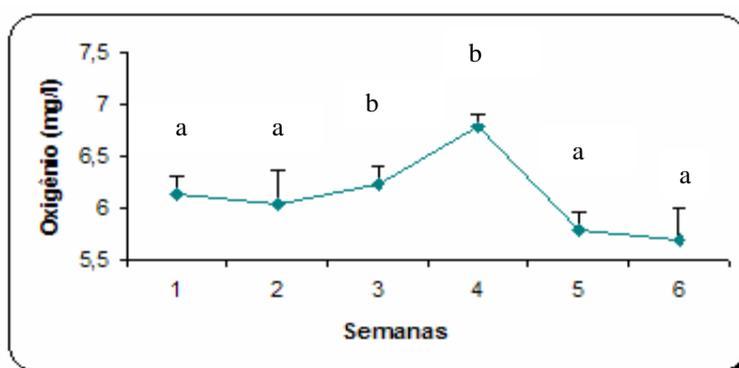


Figura 18: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de oxigênio dissolvido durante os 48 dias de cultivo (tratamento B+C). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ )

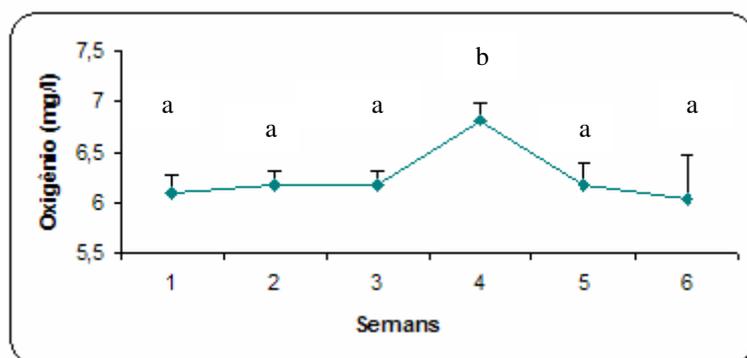


Figura 19: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) da variação de oxigênio dissolvido durante os 48 dias de cultivo (tratamento sem substrato). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ( $\alpha=0,05$ )

#### 4.7.4 – Salinidade

Durante os 48 dias de experimento, foi verificado diariamente a salinidade de todos os tanques. Não se observou diferença da salinidade entre os tratamentos, tendo valor médio para todos os tanques de 4 ppt.

#### 4.8 Análise química do sedimento

Das amostras de sedimento recolhido antes do experimento, contabilizou-se a média e o desvio padrão dos parâmetros (Tab. 2).

Tabela 2. Resultados da análise química dos sedimentos B (AMF + AF) e B + C (AMF + AF + Si + Ar)

PARÂMETROS	TRAT B	TRAT B+C	P	Teste
	Média ± Desv. padrão	Média ± Desv. padrão		
pH	8,17 ± 0,48	8,78 ± 0,03	P = 0,092	Teste t
Matéria orgânica (g/Kg)	0,79 ± 0,13	0,65 ± 0,22	P = 0,374	Teste t
Sódio (cmol/dm <sup>3</sup> )	25,84 ± 11,19	12,88 ± 1,44	P = 0,117	Teste t
Potássio (cmol/dm <sup>3</sup> )	173,13 ± 11,19	3,39	P = 0,100	Mann-Whitney
Nitrogênio (g/Kg)	5,60	7,93 ± 2,91	P = 0,200	Mann-Whitney
Carbono (g/Kg)	0,46 ± 0,07	0,38 ± 0,13	P = 0,374	Teste t
Cálcio (cmol/dm <sup>3</sup> )	1,87 ± 0,15 <sup>a</sup>	9,33 ± 0,06 <sup>b</sup>	P = <0,001	Teste t
Magnésio (cmol/dm <sup>3</sup> )	1,33 ± 0,15 <sup>a</sup>	6,50 ± 0,26 <sup>b</sup>	P = <0,001	Teste t
Fósforo (mg/Kg)	0,09 ± 0,05	0,42 ± 0,20	P = 0,050	Teste t

\*Letras diferentes representam diferenças estatísticas.

---

## 5. DISCUSSÃO

Considerando os resultados obtidos, foi possível identificar que o crescimento, a eficiência alimentar e sobrevivência dos camarões *L. vannamei* não depende diretamente da granulometria do substrato utilizada neste experimento.

Apesar da evidente preferência dos camarões juvenis e pré-adultos machos e fêmeas por sedimentos finos exibidos no Capítulo I, a questão do bem-estar relacionado à preferência por um substrato específico pode estar, provavelmente, relacionada com uma maior eficiência contra predação. Poucos trabalhos foram realizados demonstrando o efeito dos substratos inconsolidados contra predação em camarões peneídeos.

Espécies que se enterram necessitam de sua substrato de maior preferência para seu bem-estar. Os camarões *Marsupenaeus japonicus* e *Melicertus kerathurus*, podem crescer melhor quando é fornecido sedimento (LIAO, 1969; KLAODATUS, 1980; OTAZUL-ABRILL & CECCALDI, 1981), enquanto que camarões enterradores não freqüentes, como por exemplo *Litopenaeus setiferus*, podem crescer em taxas similares (SICK, 1972).

FUSS & OGREN (1966), após revisão sobre o comportamento de *Farfantepenaeus duorarum*, concluíram que o enterramento serviu como uma medida de proteção à predação e às condições ambientais adversas. EGUSA & YAMAMOTO (1961) avaliaram o comportamento de enterramento e emergência de *M. japonicus* e verificaram que os camarões emergiam do sedimento quando as concentrações de oxigênio diminuía. CHIEN *et al.* (1989) concluiu que as taxas de crescimento de *P. monodon* foram significativamente maiores em aquários com substrato do que em aquários sem sedimento. ALLAN & MAGUIRE (1995) avaliaram durante a fase clara do dia a emergência de *Metapenaeus macleayi* e observaram que esse comportamento foi mais freqüente em resposta a alta concentração de amônia.

Embora o camarão *L. vannamei* apresente comportamento de enterramento durante as horas claras do dia (MOCTEZUMA & BLAKE, 1981;

---

PONTES, 2003), BRAY E LAWRENCE (1993) encontraram maior ganho de peso para essa espécie em tanques sem sedimento e com salinidade moderada, em torno de 27 %.

RITVO *et al.* (1998), avaliando em laboratório o crescimento de *L. vannamei* em solos de várias fazendas de cultivo de camarões no Texas, observaram que o sedimento de locais onde havia tido uma grande produtividade foi um que fator que afetou o crescimento e a produção. ALLAN & MAGUIRE (1995) concluíram que a presença de sedimento aumenta o crescimento de *M. macleayi*, embora o tipo de sedimento tenha tido pouco efeito sobre crescimento e eficiência de conversão alimentar. BRATVOLD & BROWDY (2001) observaram maior ganho de peso, sobrevivência e produção de *L. vannamei* em tanques com sedimento e superfícies verticais (Aquamat). ARNOLD *et al.* (2006) avaliaram a produção de *Penaeus monodon* juvenis em diferentes substratos artificiais (verticais e horizontais) e verificaram que a adição desses substratos aumentou a produção e sobrevivência dos camarões.

DALL *et al.* (1990), em sua revisão literária, descreveu como materiais detriticos e microbianos compõem uma parte da dieta natural dos camarões. No presente experimento, observou-se a cor das fezes dos camarões nos tanques e comparou-se com a cor da ração ofertada. Em contraste, a coloração das fezes nos tanques que continha substrato teve uma cor mais escura. Essa diferença de coloração sugere que *L. vannamei* obteve parte da sua alimentação diretamente do substrato. Observou-se que, muitas vezes, a acumulação de fezes nos tanques sem sedimento foi reduzida (consumida), sugerindo que os camarões *L. vannamei* pastam sobre o seu próprio excremento.

Alguns trabalhos descrevem o comportamento de canibalismo em camarões na ausência de sedimento. SUBRAHMANYAN & OPPENHEIMER (1969) descreveram o comportamento de canibalismo mais acentuado em *F. duorarum* e *F. aztecus*. OTAZUL-ABRILL & CECCALDI (1981) também observaram canibalismo em *M. japonicus*. ALLAN & MAGUIRE (*op. cit.*) não observou esse comportamento em *M. macleayi* cultivados em tanques sem sedimento. SICK *et al.* (1972) e CHIEN *et al.* (1989) também encontraram que

---

---

a ausência de sedimento não afetou a taxa de mortalidade de *L. setiferus* e *P. monodon*, respectivamente. O presente estudo também não evidenciou esse comportamento para *L. vannamei* em tanques com ausência de sedimento.

Alguns autores observaram que a densidade populacional apresenta correlação negativa com o crescimento corporal dos animais, ou seja, quanto maior a densidade, menor o crescimento dos camarões (WYBAN LEE *et al.*, 1987; ARNOLD, 2005, FERREIRA, 2006). PÉREZ-CASTAÑEDA & DEFEO (2005) sugerem também que o crescimento e sobrevivência sofrem influência da densidade populacional. YIP-HOI (2003) constatou que a densidade populacional teve um forte efeito na taxa de crescimento em *L. setiferus*, mas que o tipo de substrato não influenciou o crescimento desses camarões.

Substâncias químicas constituintes no substrato têm sido reconhecidas como fatores que influenciam a qualidade da água e a produção aquática animal (BOYD, 1990), principalmente a sobrevivência dos camarões peneídeos, onde LEMONIER *et al.* (2004) observaram a influencia das características do sedimento sobre a fisiologia do camarão e detectaram o pH como o principal efeito.

MÉNDEZ *et al.* (2004) encontraram altas taxas de sobrevivência do camarão *L. stylirostris* em regiões de maior concentração de manganês. O manganês é um co-fator no sistema enzimático envolvido no mecanismo de oxidação dos aminoácidos, lipídios e glicose.

BRATVOLD E BROWDY (2001) destacaram os macronutrientes (nitrogênio e fósforo) e micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco) como substâncias reguladoras no crescimento de camarões em cultivo. Enquanto que a presença delas podem facilitar o seu crescimento, quando em excesso pode ser um fator extremamente prejudicial, deteriorando todo o ambiente natural ou sistema de cultivo. Estas substâncias e as características físicas do sedimento regulam a dinâmica da biota no interior do substrato e estes afetam o ciclo de nutrientes e qualidade da água. Além disso, estes fatores podem interferir nos comportamento de enterramento e atividade de natação do camarões marinhos. Nesta pesquisa, os nutrientes presentes nos sedimentos

---

testados não estiveram diretamente relacionado com o ganho de peso dos camarões.

A qualidade da água em sistemas de aquicultura é um conjunto de características ótimas que devem ser mantidas no ambiente para garantir o sucesso do cultivo, onde esse conjunto refere-se ao equilíbrio dinâmico entre todas as variáveis físicas, químicas e biológicas (ARANA, 2004).

No presente experimento, a qualidade da água em todos os tanques (B, B+C e sem substrato) foi mantida dentro dos padrões aceitáveis para o cultivo da espécie *L. vannamei* (ABCC, 2006), não afetando o crescimento dos organismos.

---

## 6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados pode-se concluir que o ganho de peso e a sobrevivência dos camarões juvenis da espécie *L. vannamei* não foram afetados pelos diferentes tipos de substrato utilizados neste estudo, indicando que a granulometria não é um fator determinante para o crescimento dos camarões desta espécie.

Durante o período de estudo, a qualidade da água (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) permaneceu dentro dos parâmetros aceitáveis para o cultivo de *L. vannamei*, não afetando assim o crescimento e sobrevivência dos organismos nos três tratamentos.

Apesar dos tratamentos testados B (areia fina + areia muito fina) e B+C (areia fina + areia muito fina + silte + argila) apresentarem diferenciações na composição de nutrientes entre eles, esta característica não esteve relacionada com o crescimento dos organismos neste estudo.

---

## 7. ANEXOS



Figura 20: Experimento de crescimento (SEAq-UFERSA). Seta indica os biofiltros utilizados no cultivo de *L. vannamei*.



Figura 21: Experimento de crescimento (SEAq-UFERSA). Seta indica os tanques utilizados no cultivo de *L. vannamei*.

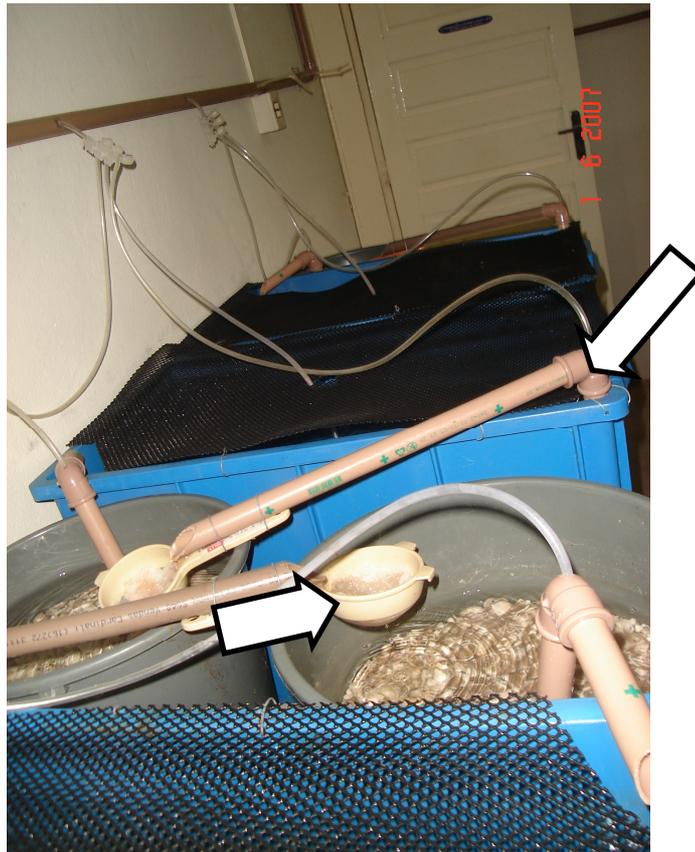


Figura 22: Experimento de crescimento (SEAq-UFERSA). Setas indicam *air lifts* e o filtro mecânico.

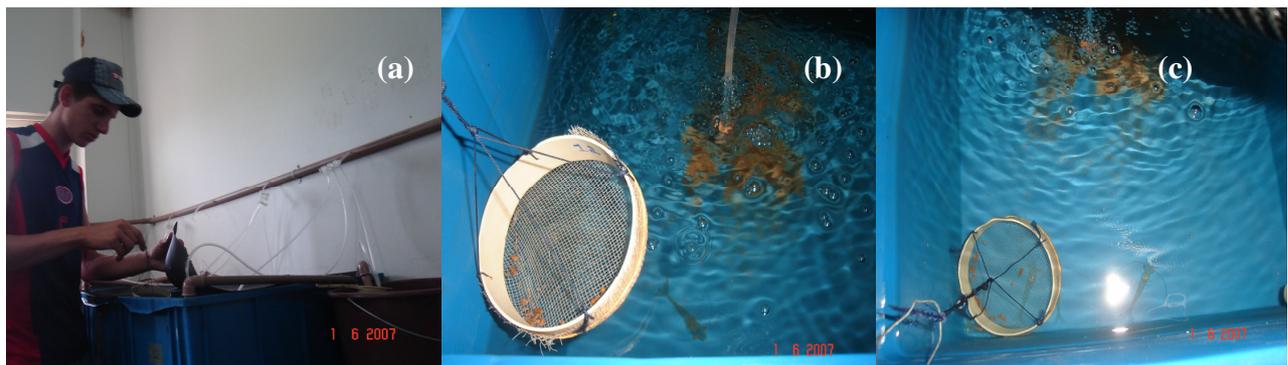


Figura 23: Alimentação dos camarões realizada em bandejas (a), (b) e (c).



Figura 24: Coleta e pesagem da sobra da ração após duas horas da oferta.

---

## REFERÊNCIAS

ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. (2005). **Camarões marinhos, gestão de qualidade na fazenda: manual do pequeno produtor**. 1ª ed. Disponível em: <<http://www.abccam.com.br>>. Disponível em 15 de jul. 2007.

ALLAN, G.L.; MAGUIRE, G.B. Effect of sediment and acute ammonia toxicity for the school prawn, *Metapenaeus macleayi* (Haswell). **Aquaculture**, v. 131, p. 59-71, 1995.

ARANA, L.V. **Fundamentos de Aquicultura**. Florianópolis: UFSC, 2004.

ARNOLD, S. J.; SELLARS, M. J.; CROCOS, P. J. COMAN, G. J. Response of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) to intensive culture conditions in a flow through tank system with three-dimensional artificial substrate. **Aquaculture**, v. 246, p. 231-238, 2005.

ARNOLD, S. J.; SELLARS, M. J.; CROCOS, P. J. COMAN, G. J. Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: Na evaluation os stocking density and artificial substrates. **Aquaculture**, v. 261, p. 890-896, 2006.

AVNIMELECH, Y.; RITVO, G. Shrimp and fish pond soils: processes and management. **Aquaculture**, v. 220, p. 549-567, 2003.

BAUTISTA-TERUEL, M.N.; EUSEBIO, P. S.; WELSH, T.P. Utilization of feed pea, *Pisum sativum*, meal as a protein source in practical diets for juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, v. 225, p. 121-131, 2003.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for Aquaculture**. Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Auburn, AL., 1990, 482 p.

---

BRAY, W.A.; LAWRENCE, A. L. The effect of four substrates on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* at two salinities. **Ciencias Marinas**, v.19, n.2, p. 229-244, 1993.

BRATVOLD, D. & BROWDY, C. L. Effect os sand sediment and vertical surfaces (Aquamats) on production, water quality and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. **Aquaculture**, v. 195, p. 81-94, 2001.

CHIEN, Y. H.; LAI, H. T.; CHANG, S. K. The effects of using steel-making waste slags as substrates on shrimp *Penaeus monodon* reared in aquaria. **Aquaculture**, v. 66, p. 247-249, 1989.

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

DALL, W.; HILL, B. J.; ROTHLSBERG, P. C. & STAPLES, D. J. The biology of the Penaeidae. In BLAXTER, J. H. S. & SOUTHWARD, A. J. (Ed). **Advances in Marine Biology**. San Diego. Academic press, v. 27, 1990, 489 p.

EGUSA, S.; YAMAMOTO, T. Studies on the respiration of the "kuruma" prawn, *Penaeus japonicus* Bate, burrowing behaviour with special reference to its relation to environmental oxygen concentration. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.**, v. 27, p. 22-26, 1961.

FUSS, C. M.; OGREN, L. H. Factors affeting activity and burrowing habitats of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. **Biology Bulletin**, v. 130, n. 2, p. 170-191, 1966.

---

HINDLEY, J. P. R. Effects endogenous and some exogenous factors on the activity of the juvenile prawn *Penaeus merguensis*. **Marine Biology**, v. 29, p. 01-08, 1975.

JORY, D. E. 1995. Feed management practices for a healthy pond environment. In: PETERSON, E. L. Benthic shear stress and sediment condition. **Aquacultural Engineering**, v. 21, p. 85-111, 1999.

KLAODATUS, S. Observations on the growth of juveniles of *Penaeus keratharus* (Forsk.) at different stocking densities and varying ecological conditions. FAO, General Fisheries Council for the Mediterranean, Studies and Reviews, Rep., v. 57, p. 93-100, 1980.

KURESHY, N.; DAVIS, D. A. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 204, p. 125-143, 2002.

LEMONNIER, H.; BERNARD, E.; BOGLIO, E.; GOARANT, C.; COCHARD, J.C. Influence os sediment characteristics om shrimp physiology: pH as principal effect. **Aquaculture**, v. 240, p. 297-312, 2004.

LIAO, I. C. Study on the feeding of “kuruma” prawn, *Penaeus japonicus* Bate. **Coll. Repr. Tungkan Mar. Lab.**, v. 1, p. 19-24, 1969.

MACINTOSH, D. J.; PHILLIPS, M. J. Environmental considerations in shrimp famirg. **Infofish International**, v. 6, p. 38-42, 1992.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; PORCHAS-CORNEJO, A.; VILLARREAL-COLEMNARES, H.; CALDERON-PEREZ, J. A.; NARANJO-PARAMO, J. N. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. **Aquaculture Engineering**, v. 17, p. 21-28, 1998.

---

---

MOCTEZUMA, M.A., BLAKE, B.F. Burrowing activity in *Penaeus vannamei* from the Caimanero-Huizache Lagoon system on the Pacific Coast of Mexico. **Bulletim Marine Science**, v. 31, n. 2, p. 312-317, 1981.

NUNES, A.J.P.; GODDARD, S. & GESTEIRA, T. C. V. Feeding activity patterns of Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, v. 144, p. 371-386, 1996.

OTAZU-ABRILL, M. & CECCALDI, H. J. Contribution a l'étude du comportement de *Penaeus japonicus* (Crustácea Decapode) em elevage, vis-a-vis de la lumiere et du sediment. **Tethys**, v. 10, p. 149-156, 1981 .

PETERSON, E. L. Benthic shear stress and sediment condition. **Aquacultural Engineering**, v. 21, p. 85-111, 1999.

PÉREZ-CASTAÑEDA, R.; DEFEO, O. Growth and mortality of transient shrimp populations (*Farfantepenaeus spp.*) in a coastal lagoon of Mexico: role of the environmental and density-dependence. **Journal of Marine Science**, v. 62, p. 14-24, 2005.

PÉREZ FARFANTE, I. & KENSLEY, B. **Penaeoid and Segestoid Shrimps and Prawns of the World**. Keys and diagnoses for the families and genera. Éditions du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 1997, 233 p.

PONTES, C. S. **Distribuição diária das atividades comportamentais e comportamento alimentar do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. 2003. 101 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

\_\_\_\_\_. Padrão de deslocamento do camarão branco *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) nas fases clara e escura ao longo de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 223-227, 2006.

---

PONTES, C. S; ARRUDA, M. F. Comportamento do *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustácea, Decapoda, Penaeidae) em função da oferta do alimento artificial nas fases claras e escuras do período de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 648-652, 2005.

RITVO, G.; SAMOCHA, T. M.; LAWRENCE, A. L. & NEILL, W. H. Growth of *Penaeus vannamei* on soils from various Texas shrimp farms, under laboratory conditions. **Aquaculture**, v. 163, p. 101-110, 1998.

SICK, L. V.; ANDREWS, J. V.; WHITE, D. B. Preliminary studies of selected environmental and nutritional requirements for the culture of penaeid shrimp. **Fish. Bull.**, v. 70, p. 101-109, 1972.

SUBRAHMANYAM, C. B. & OPPENHEIMER, C. H. Food preference and growth of grooved penaeid shrimp. **Mar. Technol. Soc.** Washington, DC, p. 65-75, 1969.

TACON, A. J. G; CODY, J. J.; CONQUEST, L. D.; DIVAKARAN, S.; FORTES, L.; DECAMP, O. E. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) fed different diets. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, p. 121-137, 2002.

VALENTI, W. C. **Carcinicultura de água doce: tecnologia para produção de camarões**. Brasília: Fapesp/Ibama, 1998.

VELASCO, M.; LAWRENCE, A. L.; CASTILLE, F. L. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 141-148, 1999.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and terms for clastic sediments. **Journal Geology**, v. 30, p. 377-392, 1922.

---

---

WYBAN, J. A.; LEE, C. S.; SATO, V. T., SWEENEY, J. N.; RICHARDS, W. K. J. Effect of stocking density on shrimp growth rates manure-fertilized ponds. **Aquaculture**, v. 61, 1, p. 23-32, 1987.

WU, L.; DONG, S. Effects of protein restriction with subsequent realimentation on growth performance of juvenile Chinese shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*). **Aquaculture**, v. 210, p. 343-358, 2002.

YIP-HOI, T. A. **An investigation of effects of dissolved oxygen level, sediment type, stocking density and predation on the growth rate, survivorship and burrowing behaviour of juvenile brown e white shrimp. North Carolina State University**, 2003. 167 p. Tese (Doutorado) – North Carolina State University, North Caroline, 2003.

ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice-hall, 1999, 663 p.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)