

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECONCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM  
SOBRE O CRESCIMENTO DO *Litopenaeus vannamei* E  
CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO E SOLO DOS VIVEIROS

**ROGENALDO DE BRITO CHAGAS**

CRUZ DAS ALMAS  
JULHO – 2007

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM  
SOBRE O CRESCIMENTO DO *Litopenaeus Vannamei* E  
CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO E SOLO DOS VIVEIROS

**ROGENALDO DE BRITO CHAGAS**

Universidade Estadual de Feira de Santana – 2004

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Produção Animal.

**Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Leandro Portz**

**Co-orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Francisco Fadigas**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2007

## FICHA CATALOGRÁFICA

(Catalogação na fonte pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)

C433 Chagas, Roginaldo de Brito

Influência de diferentes densidades de estocagem sobre o crescimento do *Litopenaeus vannamei* e caracterização do sedimento e solo dos viveiros / Roginaldo de Brito Chagas – Cruz das Almas, 2007. 90p.: il. tab. graf.

Orientador: **Profº. Dr. Leandro Portz**

Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007.

1. Camarão marinho - criação e engorda. 2. Camarão marinho - crescimento. 3. Camarão marinho – viveiros. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 20.ed. 639.54

## COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Leandro Portz

Departamento de Zootecnia - UFRB

(Orientador)

---

Dr. Ricardo Cavalcanti Martino

FIPERJ

(Membro Externo)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariana Cutolo

Departamento de zootecnia – UFRB

(Membro interno)

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado  
em.....

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias  
em.....

## DEDICATÓRIA

### *Ofereço...*

*Esta interpretação do mundo a meu pai, João BAPTISTA CHAGAS (In memorian), que pelos queres da Vida, não lhe foi permitido ver o amadurecimento de teus filhos...*

### *A Excepcional mulher!*

*Que foi responsável por todas as minhas vitórias. Tu és a materialização da DEVOÇÃO aos filhos, cujo espírito esculpido pelo AMOR de Deus, afaga-me a cada dia e faz-me perceber o quanto preciso de ti... Obrigado D. LUZIA CHAGAS !*

### *Aos meus irmãos!*

**JORGENES**, pelo exemplo de hombridade, esforço, dinamismo e coragem!

**ROSA LAURA**, pelas conversas, apoio incondicional e expressões diárias de teu amor!

Por vocês existirem!

### *A Ana Carolina,*

Por teu amor, companheirismo e por lembra-me sempre que...

*“Às vezes sentimos que o que fazemos é tão somente uma gota no mar, porém o mar seria menor se lhe faltasse essa gota”*

Madre Tereza

## AGRADECIMENTOS

A gratidão é um dos mais nobres e belos sentimentos dentre tantas emoções humanas que compartilhamos com o outro. Ser grato é reconhecer que outra pessoa lhe fez mais FORTE, lhe ajudou a VENCER, a SORRIR e a ser FELIZ!. Durante o percurso da pós-graduação, parafraseando Gonzaguinha, foram tantas “diferentes gentes” que me ofereceram, cada uma delas, o que tinham de melhor. Ao final de mais uma etapa da vida acadêmica, construir um pouco mais de mim, com um pouco de cada um que me estendeu a mão... Por isso sou grato a todos aqueles que das mais variadas e próprias formas ajudaram-me neste desafio.

Agradeço à MARIA LÚCIA PASCOA por lembrar-me diariamente quem sou, das minhas origens humildes e o quanto já caminhei, à CAROL COSTA, pela disponibilidade constante para ofertar-me ajuda, a todos do NEPA, aos meus orientadores Drs. LEANDRO PORTZ e FRANCISCO FADIGAS pela grande tarefa de (re)construir o meu perfil científico, em especial a Leandro pela amizade, compreensão e apoio, a JOSÉ ROBERTO ANDRADE, exemplo de profissional e competência, pessoa da qual copiei muitos de seus valores e ações, agradeço a sua amizade, pelas horas que dispensou-me do trabalho para que eu concretizasse o desejo da formação continuada e permitir a realização do trabalho na Fazenda Oruabo.

Instituições também foram de grande importância neste percurso, agradeço a UFRB por oportunizar o curso de Mestrado, a BAHIA PESCA, na pessoa do então presidente Sr MAX STERN.

Enfim a todos aqueles que da memória escapou-me, Obrigado! E Àquele que nunca me abandonou, que me agraciou com a VIDA, que compreende as minhas imperfeições e reconhece-me como Filho... **Obrigado meu DEUS!**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Lista de Figuras.....	i
Lista de Tabelas.....	iii
RESUMO GERAL	
ABSTRACT	
<b>INTRODUÇÃO</b>	
1.1 Evolução da carcinicultura e manejo da engorda.....	5
1.2. Descrição da espécie.....	9
1.3. Classificação taxonômica do camarão branco do pacífico .....	9
1.4. Morfologia Anatômica e funcional.....	10
1.5. Hábitat, alimentação e crescimento .....	11
1.6. Solos e Aquicultura.....	12
1.7. Sustentabilidade e ambientes estuarinos.....	13
1.8. Objetivo.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
<b>CAPÍTULO I - AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO <i>Litopenaeus vannamei</i>, CRIADO EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM</b>	
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	19
1. INTRODUÇÃO .....	20
2. MATERIAIS MÉTODOS.....	22
2.1. Área de Estudo - Distrito de Acupe e Fazenda Oruabo .....	22
2.2. O Experimento .....	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
3.1 Parâmetros Hidrológicos .....	28
3.2 Crescimento em comprimento (L) .....	32
3.3 Relação peso (W) X comprimento (L).....	35
3.4 Crescimento em peso (W).....	37
3.5 Testes F e de Média para comprimento e peso.....	40
3.6 Sobrevivência, conversão alimentar (C.A) .....	40
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
ANEXOS.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48

**CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SEDIMENTO E DO SOLO DE VIVEIROS, SUBMETIDOS À ENGORDA DO CAMARÃO, *Litopenaeus vannamei***

RESUMO.....	51
ABSTRACT.....	52
1. INTRODUÇÃO .....	53
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	57
2.1 Área do Estudo .....	57
2.2 O Experimento .....	57
2.3 Análises físicas e químicas .....	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
3.1 Constituição textural do solo dos viveiros .....	59
3.2 Atributos químicos dos solos dos viveiros .....	64
3.2.1 Potencial hidrogênionico das amostras - pH .....	64
3.2.2 Teores de Cálcio ( $Ca^{+2}$ ), magnésio ( $Mg^{+2}$ ) sódio ( $Na^{+}$ ) e potássio ( $K^{+}$ ) .....	66
3.2.3 Concentrações dos íons de Alumínio ( $Al^{+3}$ ) e H+Al .....	71
3.2.4 Soma de bases (SB) e Saturação por Bases (V%) .....	72
3.2.5 Teores de Enxofre (S) e Nitrogênio (N) .....	74
3.2.6 Concentrações de Carbono total e Matéria Orgânica .....	77
3.2.7 Relação C:N .....	82
3.2.8 Teores de Fósforo total (P) .....	82
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
CONCLUSÕES.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87



## Lista de Figuras

	Páginas
<b>INTRODUÇÃO</b>	
<b>FIGURA 1:</b> Anatomia externa do camarão <i>Litopenaus vannamei</i> .....	10
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>FIGURA 1::</b> Recorte do Litoral baiano, destaque para a cidade de Santo Amaro e os viveiros de engorda da Fazenda Oruabo. Fonte: Adaptado de Bahia Pesca, 2003.....	22
<b>FIGURA 2.</b> Curvas de crescimento em comprimento do <i>Litopenaues vannamei</i> submetido aos tratamentos A (15 camarões/m <sup>2</sup> ), B (20 camarões/m <sup>2</sup> ) e C(30 camarões/m <sup>2</sup> ).....	34
<b>FIGURA 3.</b> Relação peso médio versus comprimento médio do <i>Litopenaues vannamei</i> submetido aos tratamentos A (15 camarões/m <sup>2</sup> ), B (20 camarões/m <sup>2</sup> ) e C(30 camarões/m <sup>2</sup> ).....	36
<b>FIGURA 4.</b> Curvas de crescimento em peso do <i>Litopenaues vannamei</i> submetido aos tratamentos A (15 camarões/m <sup>2</sup> ), B (20 camarões/m <sup>2</sup> ) e C(30 camarões/m <sup>2</sup> ).....	39
<b>FIGURA 5.</b> Sinais macroscópicos, indicativos de patógenos durante os ciclos de engorda do <i>L. vannamei</i> . A - deformidade nos rostros; B – vista frontal dos rostros.....	45
<b>FIGURA 6.</b> Sinais macroscópicos, indicativos de patógenos durante os ciclos de engorda do <i>L. vannamei</i> , C - necroses generalizadas da carapaça.....	46
<b>FIGURA 7.</b> Sinais macroscópicos, indicativos de patógenos durante os ciclos de engorda do <i>L. vannamei</i> . A - intumescimento do cefalotórax e 1º e 2º segmentos abdominais; B – necrose no último segmento e deformidade no télson.....	47

**CAPÍTULO II**

<b>FIGURA 1.</b> Composição granulométrica e classificação textural na profundidade de 1cm do sedimento do fundo dos viveiros de engorda de <i>Litopenaeus vannamei</i> , cultivado em densidades de 15, 20 e 30 camarões/m <sup>2</sup> .....	60
<b>FIGURA 2.</b> Composição granulométrica e classificação textural na profundidade de 1-10 cm do solo do fundo dos viveiros de engorda de <i>Litopenaeus vannamei</i> , cultivado em densidades de 15, 20 e 30 camarões/m <sup>2</sup> . .....	61
<b>FIGURA 3.</b> Composição granulométrica e classificação textural na profundidade de 10-20 cm do fundo dos viveiros de engorda de <i>Litopenaeus vannamei</i> , cultivado em densidades de 15, 20 e 30 camarões/m <sup>2</sup> . .....	62
<b>FIGURA 4.</b> Detalhes da coloração da camada superficial do solo submetido ao tratamento B (a) e C (b), destacando as tonalidades marrom escuro, cinza e preto típicas de solos anaeróbicos.....	80

## Lista de Tabelas

Páginas

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b> Valores médios, mínimos e máximos dos fatores hidrológicos obtidos semanalmente para o 1º ciclo (1ª repetição) nos tratamentos A (15 camarões/m <sup>2</sup> ), B (20 camarões/m <sup>2</sup> ) e C (30 camarões/m <sup>2</sup> ). .....	31
<b>Tabela 2.</b> Valores médios, mínimos e máximos dos fatores hidrológicos obtidos semanalmente para o 2º ciclo (2ª repetição) nos tratamentos A (15 camarões/m <sup>2</sup> ), B (20 camarões/m <sup>2</sup> ) e C (30 camarões/m <sup>2</sup> ).....	31
<b>Tabela 3.</b> Valores médios, mínimos e máximos dos fatores hidrológicos obtidos semanalmente para o 3º ciclo (3ª repetição) nos tratamentos A (15 camarões/m <sup>2</sup> ), B (20 camarões/m <sup>2</sup> ) e C (30 camarões/m <sup>2</sup> ). .....	31
<b>Tabela 4.</b> Valores médios do comprimento (mm) e do peso (g) dos camarões ao final dos ciclos dos tratamentos A, B e C, com seus respectivos testes F e coeficientes de variação (%) .....	41
<b>Tabela 5.</b> Indicadores quantitativos e zootécnicos do ciclo de engorda do <i>Litopenaeus vannamei</i> submetido aos tratamentos A (15 camarões/m <sup>2</sup> ), B (20 camarões/m <sup>2</sup> ) e C (30 camarões/m <sup>2</sup> ). .....	42

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1.:</b> Características químicas do sedimento nas profundidades de 1, 0-10 e 10-20 cm do viveiro submetido ao tratamento A (15 camarões/m <sup>2</sup> ).....	68
<b>Tabela 2.</b> Características químicas do sedimento nas profundidades de 1, 0-10 e 10-20 cm do viveiro submetido ao tratamento B (20 camarões/m <sup>2</sup> ) .....	69
.....	
<b>Tabela 3.</b> Características químicas do sedimento nas profundidades de 1, 0-10 e 10-20 cm do viveiro submetido ao tratamento C (30 camarões/m <sup>2</sup> ) .....	70
.....	
<b>Tabela 4.</b> pH em água, teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio, soma de bases, saturação por bases, capacidade de troca catiônica (CTC), enxofre, nitrogênio, fósforo e percentuais de carbono orgânica e matéria orgânica, dos tratamentos A, B e C nas profundidades de 1, 1-10 e 10-20 cm do solo. ....	71
<b>Tabela 5.</b> Valores médios e percentuais de enxofre total ao longo do perfil do sedimento e solo submetidos à engorda de <i>Litopenaeus vannamei</i> nas densidades A, B e C.....	75

# **INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM SOBRE O CRESCIMENTO DO *Litopenaeus vannamei* E CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO E SOLO DOS VIVEIROS**

Autor: Roginaldo de Brito Chagas

Orientador: Dr. Leandro Portz

Co-orientador: Dr. Francisco Fadigas

**RESUMO:** Foram desenvolvidos cultivos de *Litopenaeus vannamei* em 3 densidades, 15, 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup> (tratamentos A, B e C) em viveiros de 1ha, na Unidade Experimental de Carcinicultura da Bahia Pesca. O objetivo foi avaliar o desempenho do camarão marinho em diferentes densidades, e as características dos atributos do solo destes viveiros. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 3 repetições separados no tempo. Pós-larvas com peso e comprimento inicial de 0,05g e 0,83 mm foram cultivadas no período de 06/2005 a 10/2006. Semanalmente foram analisados os parâmetros hidrológicos: pH, T<sup>o</sup>, O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S<sub>o</sub>% e realizadas biometria dos camarões. Os dados biométricos foram submetidos à regressão, teste de Tukey e utilizados nas curvas, de crescimento, peso e crescimento x peso. Coletou-se 10 amostras do solo em profundidade de 1, 0-10 e 10-20 cm em cada viveiro, antes e após cada cultivo para determinar as frações granulométricas, pH e os teores de matéria orgânica, C, P, N, S, C:N, Ca<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup>, CTC, SB e V%. Os parâmetros hidrológicos mantiveram-se estáveis. Os maiores ganhos de peso em relação ao mesmo comprimento foram apresentados pelos tratamentos A e B. Para todos os tratamentos, o ganho de peso apresentou relação inversa à densidade. Verificou-se melhores taxas de sobrevivência no tratamento A, diminuindo em todos os tratamentos com o aumento da densidade. As taxas de C:A foram de 1,4 a 2,03:1. Quanto à análise dos sedimentos, os solos submetidos aos tratamentos A, B e C, apresentaram diversas texturas, variando de argila a franco arenoso, de areia a argila no e de areia a franco argilo arenoso nos tratamentos A, B e C respectivamente. Houve diferenças nas concentrações de P e C<sub>org</sub> nos tratamentos, e para a maioria dos atributos químicos entre as camadas conforme a densidade e a constituição textural do solo.

**Palavras-chave:** camarão, densidade, desempenho e solo.

# **INFLUENCE OF DIFFERENT STOCK DENSITIES ON THE GROWTH OF THE *Litopenaeus vannamei*, AND CHARACTERIZATION OF THE SEDIMENT AND SOIL OF PONDS**

Author: Roginaldo de Brito Chagas

Advisor: Dr. Leandro Portz

Co-advisor: Dr. Francisco Fadigas

**ABSTRACT:** They were developed cultivos of *Litopenaeus vannamei* in 3 densities, 15, 20 and 30 camarões/m<sup>2</sup> (treatments A, B and C) in nurseries of 1ha, Unit of Bahia Pesca Fisheries State Company. The objective Evalued the performance of the sea shrimp at different densities, and the characteristics of the attributes of the soil of these ponds. The experiment was accomplished in a completely randomized design, with 3 treatments (densities) and 3 repetitions (cycles) separate in the time. Post-larvas with weight and length begin of  $\pm 0,05g$  and  $\pm 0,83$  mm were cultivated in the period from June 2005 to Octubre 2006. Weekly the hidrológicos parameters had been analyzed: pH, T<sup>o</sup>, O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>, S<sub>o</sub>% and carried through biometria of the shrimps. The biométricos data had been submitted to the regression, test of Tukey and used in the curves, of growth, weight and growth x weight. One collected 10 samples of the ground in depth of 1, 0-10 and 10-20 cm in each fishery, before and after each culture to determine the grain sized fractions, pH and texts of organic matter, C, P, N, S, C:N, Ca<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup>, CTC, SB e V%. The water quality parameters stayed stable. The higher weight gain over largest profit weight in relation to a same length were presented by the treatments A and B. For all the treatments, the weight profit presented inverse relation to the density. One verified better taxes of survival in the treatment, diminishing in all the treatments with the increase of the density. The C.A taxes had been of 1,4 the 2,03:1. The analysis of sediments, soils of treatments A, B and C, showed various textures, ranging from the free sandy clay, sand from the clay and sand in the sandy clay free treatments A, B and C respectively. There were differences in the concentrations of P and Corg in the treatments, and for most of the chemical attributes between the layers according to the density and the constitution textural of the soil

**key words:** shrimp, density, performance and soil

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Evolução da carcinicultura e manejo da engorda**

Nas recentes décadas, a aqüicultura apresentou um aumento de sua produção em todo o mundo. Dados da FAO, relativos à produção aqüícola, demonstram um aumento de 55,2 para 59,4 milhões de toneladas do pescado produzido no mundo no biênio 2003-2004 (Van Anroy, et al, 2006). Portanto, a aqüicultura desempenha um relevante papel, fortalecendo a economia através da geração de receita, empregos diretos e indiretos, contribuindo para atender a demanda de alimentos, necessários à população mundial que cresce geometricamente e enfrenta a fome, como o principal problema dos últimos séculos.

O incremento da produção aqüícola está associado à expansão territorial de áreas cultivadas, exploração de áreas potencialmente promissoras a estas atividades e às modernas tecnologias e práticas de manejo. Estas últimas permitiram que diversas unidades produtoras de pescado implantassem sistemas de cultivos semi-intensivos ou intensivos, cujas características marcantes são: arrojados investimentos em equipamentos, layout e insumos, maior produtividade (kg/ha/ano) e finalmente, altas densidades de estocagem.

A carcinicultura merece destaque dentre as diversas atividades aqüícolas por ter sido responsável em 2005 por 3,14% da produção mundial (65.000 toneladas) (Rocha, 2005), 40% das exportações brasileiras e 32,5% da produção pesqueira marinha de toda a Região Nordeste (Wurman & Madrid, 2006). Atividade originária do Mediterrâneo no século 15 A.C. (Nunes, 2001), o cultivo do camarão ganhou caráter de agronegócio com importante posição no cenário internacional entre as décadas de 70 a 80, no Brasil nos anos 90, evoluindo com tendências à intensificação do manejo, ao aumento da densidade de estocagem e ao incremento da biomassa produzida. Dentre as espécies testadas em todo

mundo, inclusive no Brasil, o *Litopenaeus vannamei* (camarão branco do Pacífico), mostrou-se a mais indicada para cultivos intensivos, devido a rusticidade, resistência, produtividade e sua adaptabilidade às condições climatológicas das regiões tropicais e sub-tropicais superior as demais espécies (Barbieri & Ostrensky, 2002).

Tais características permitiram a transição do sistema de cultivo extensivo, cuja densidade de camarões não ultrapassava 3 indivíduos/m<sup>2</sup>, estocados em tanques de até 15 ha (Nunes, 2000), para sistemas de cultivos semi-intensivo ou intensivo, com densidades de povoamento superiores a 30 camarões/m<sup>2</sup> (Pontes e Arruda, 2005) em tanques de 5-10 vezes menores, prática adotada pelos maiores produtores mundiais de camarão como a China, Tailândia e Índia, que já dispunham de um aparato técnico-científico de ponta.

Os cultivos com altas densidades são influenciados por inúmeros fatores que constituem o sistema de confinamento como: ração, enfermidades, qualidade da água e do solo, cuja ação limitante, afeta a manutenção da vida e o crescimento dos indivíduos durante a fase de engorda.

A função do alimento artificial nos sistemas aquícolas é atender a relação energia: proteína (E:P) necessária ao crescimento dos peneídeos sem depender exclusivamente da cadeia alimentar formada pelo fito e zooplâncton presentes nos tanques (viveiros). Entretanto, em cultivos com elevadas densidades é freqüente a oferta de ração em quantidades superiores às necessidades reais da população cultivada, ou ainda com níveis protéicos que não atendem ou superestimam as exigências nutricionais da espécie em questão.

O manejo alimentar inadequado de acordo com Cuzon e Guillaume (1997), tendendo para um consumo de proteína em excesso, limita o crescimento do animal e piora a conversão alimentar, sobrecarregando o metabolismo pelo catabolismo protéico para obtenção de energia e/ou excreção de seu excesso no meio ambiente. Embora, o excesso de energia possa saciar os camarões, as reservas energéticas, contudo, não preenchem as demais necessidades nutricionais, contribuindo para o desempenho zootécnico pouco satisfatório dos animais

Os resíduos da ração não consumidos pelos camarões (30-40% da quantidade ofertada diariamente) ao longo de sucessivos períodos de cultivo, se acumulam no fundo dos viveiros interferindo imediatamente na qualidade do solo

e da água, nas comunidades de zôo e fitoplâncton, além da fauna bentônica (camarões, polichaetas etc). A degradação de todo esse material, bem como as excretas eliminadas a partir de eventos fisiológicos da biomassa estocada e o depósito de materiais orgânicos na interface água-solo, causam o rápido consumo do oxigênio ( $O_2$ ) contido no sistema de cultivo que podem atingir níveis subletais e letais, provocando a mortalidade de parte da população estocada ou ainda desencadear comportamentos anormais (letargia) e diminuição do crescimento dos camarões.

A matéria orgânica depositada sobre o solo dos viveiros é degradada em  $CO_2$  e  $H_2O$  através de processos aeróbicos, anaeróbicos e fermentativos. Nestes eventos ocorre a liberação de nitrogênio molecular ( $N_2$ ), amônia ( $NH_3$ ), além da transformação do sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) em gás sulfídrico ( $H_2S$ ) e sulfetos ( $SO_3^{-3}$ ). Simultaneamente, parte do  $CO_2$  produzidos nestes processos é convertida em metano ( $CH_4$ ) (Boyd, 1997; Barbieri & Ostrensky, 2002, Malpartida, *et al*, 2004) juntamente como os demais gases reduzidos<sup>1</sup> e altamente tóxicos, dissolvem-se na água alterando suas propriedades físico-químicas, tornando-a inadequada para o crescimento e sobrevivência dos camarões.

A quantidade de carbono (C) orgânico no leito do viveiro pode aumentar como resultado do excesso de matéria orgânica no sedimento (Boyd, 2003a), conseqüência do incremento do número de camarões/ $m^2$  que afetam a capacidade de carga do ambiente, aqui entendida como a propriedade do ambiente e sua habilidade em acomodar uma atividade ou o seu grau de intensidade sem exceder níveis aceitáveis (Seiffert & Beltrame, 2004), ou seja, propiciando o acúmulo de matéria orgânica acima da capacidade de decomposição pelas bactérias.

Muitos autores (Boyd, 2003a, Muhki, 2001, Barbieri Jr & Neto, 2002) têm observado que cultivos intensivos ampliam o aporte de material orgânico no fundo do viveiro, estabelecendo condições anaeróbicas no ambiente de confinamento. Esta condição pode reduzir o  $O_2$  a níveis letais, aumentando as concentrações de resíduos tóxicos e de partículas dispersas na coluna d'água que podem obstruir as brânquias dos peneídeos, além de elevar o número de agentes patogênicos

---

<sup>1</sup> - Compostos formados através das reações de oxi-redução, nas quais eles adquirem elétrons, tornam-se mais eletronegativos e reativos;



(Carvalho Filho, 2004), estabelecendo condições de auto-poluição nos viveiros, diferentemente dos sistemas extensivos mais saudáveis e ecologicamente corretos.

Os eventuais efeitos dos subprodutos oriundos da degradação da matéria orgânica e o maior consumo dos recursos em função das elevadas densidades de estocagem, submetem os camarões confinados a um ambiente inóspito, estabelecendo condições de estresse que podem alterar as taxas de alimentação, crescimento e sobrevivência. Alimentados inadequadamente, os camarões tornam-se mais susceptíveis às enfermidades causadas por patógenos virais, bacterianos e fúngicos.

Tais microrganismos encontram nos viveiros condições favoráveis para sua rápida proliferação, afetando a produtividade dos cultivos, que podem provocar perdas superiores a 90%, como aquelas observadas nos países da América Latina na segunda metade da década de 90 (Lemos, 2004).

Da mesma forma, as epizootias devastaram diversas fazendas dos países do sudeste asiático entre 1993-1994 (Bucheli & Garcia, 2005) e mais recentemente os prejuízos que atingiram muitos estados do nordeste brasileiro (Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí) pela ação do vírus da Mancha Branca causando um déficit de 40 mil toneladas na produção nacional, além das perdas em menor escala registradas nos demais estados e na Bahia, provocados pela NIM ou IMNV – Mionecrose Infecciosa entre 2003 e 2005.

Nos ambientes em desequilíbrio, grande parte da energia obtida pelos animais é direcionada para processos fisiológicos reguladores essenciais à sobrevivência sob condições extremas. Para isso, as reservas destinadas à construção e ao aumento dos tecidos são imediatamente consumidas, com conseqüente retardo do crescimento. De acordo com Hernandez (2001) e Lemos (2004), e a saúde dos camarões é fortemente influenciada pelas condições físicas, químicas e biológicas que prevalecem durante o cultivo e que o aparecimento das doenças resulta do desequilíbrio entre o organismo, ambiente e patógeno.

Quando ocorrem mudanças bruscas no meio ambiente, como estas desencadeadas pelas elevadas densidades de estocagem, o sistema de defesa do organismo fica debilitado, devido ao gasto energético extra, empregado na adaptação às novas condições. Desta forma, os camarões tornam-se mais vulneráveis ao ataque de patógenos presentes no meio, como os vírus da

mancha branca (WSSV), da cabeça amarela (YHV), da Síndrome de Taura (TVS) (More & Frelieir, 2003), do NHP (Necrose Hematopoéica) e vibrioses causadas por bactérias.

## 1.2. Descrição da espécie

O *Litopenaeus vannamei* é uma espécie de camarão marinha que pode atingir 23 cm de comprimento, em condições naturais. Sua ocorrência é verificada desde a porção leste do Oceano Pacífico próximo a Sonora no México, até Thumbes no norte do Peru, desde a região do infralitoral até profundidades de 72 metros. É a espécie comercial mais explorada tanto através da pesca quanto em criações, sendo a espécie mais cultivada do Hemisfério Ocidental.

A vasta exploração do *Litopenaeus vannamei*, se deve ao fato destes organismos possuírem grande capacidade de adaptação à variadas condições climatológicas, de cultivo e apresentarem altos rendimentos em elevadas densidades, em águas hiper ou oligohalinas (Barbieri & Ostrensky, 2002).

## 1.3. Classificação taxonômica do camarão branco do pacífico

Filo Arthropoda

Sub-filo Crustacea

Classe Malacostraca

Subclasse Eumalacostraca

Superordem Eucarida

*Ordem Decapoda*

Subordem Dendrobranchiata

Superfamília Penaeoidea

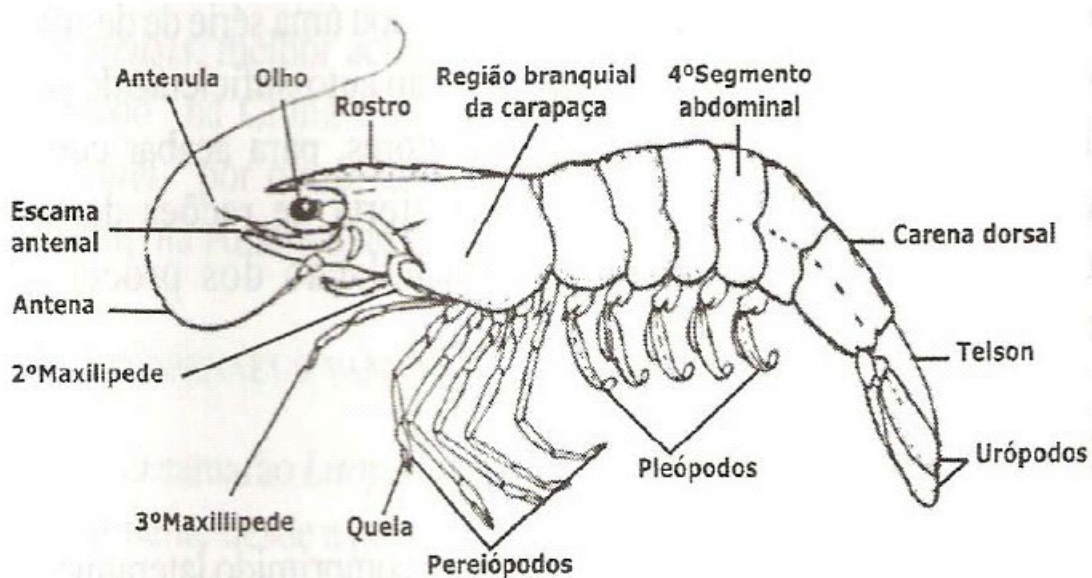
Família Penaeidae

Gênero *Litopenaeus*

Espécie *Litopenaeus vannamei*

#### 1.4. Morfologia Anatômica e funcional

Os Peneídeos possuem o corpo coberto por exoesqueleto calcificado, articulado por membranas e dividido em cabeça ou céfalon, tórax ou péreion e abdômen ou pléon. A cabeça e o tórax se fundem em uma estrutura única, chamada de cefalotórax. Na região anterior do cefalotórax destaca-se uma estrutura de defesa contra predadores chamada rostro, além dos olhos pedunculados móveis. Estendendo-se a partir da base do rostro até o fim do cefalotórax, a carapaça, garante proteção aos órgãos vitais dos camarões (SEMARNAP, 1999). Os camarões respiram por meio de brânquias, as quais também excretam grande parte da amônia, através de células especiais (nefrócitos). Esta atividade também é desempenhada pelo tegumento destes animais. As funções de síntese e secreção de enzimas digestivas, além de absorção, acúmulo e metabolismo de nutrientes, são desempenhadas pelo hepatopâncreas (Barbieri Jr & Neto, 2002) (Figura 1)



**Figura 1:** Anatomia externa do camarão *Litopenaeus vannamei* -Fonte: Barbieri & Ostrensky, (2002).

As glândulas antenais, ou glândulas verdes são os órgãos excretores dos crustáceos e localizam-se na base da cabeça. Estas ligadas por um ducto ao nefridióporo, poro que se abre e mantém contato com o meio externo, por onde são eliminados os resíduos metabólicos e reabsorvem substâncias como a

glicose. O *L. vannamei*, como os demais peneídeos, são animais ectotérmicos e osmoconformistas, mantendo as concentrações de sais nos tecidos e sangue próximos a do ambiente em que vivem, expulsando o excesso de sais da corrente sanguínea através da urina e das glândulas antenais (Bell & Lightner, 2000).

Este camarão suporta concentrações salinas que variam de 0,5 a 60‰, sendo esta última considerada o ponto crítico de morte para a espécie (Marques *et al.*, 1999). A figura 1 em anexo, apresenta a estrutura anatômica do *L. vannamei*.

### **1.5. Hábitat, alimentação e crescimento**

Os camarões são organismos bênticos, e por este motivo, segundo Avnimelech & Ritvo (2003), citado por Camboim (2007) o solo é um dos fatores críticos para essa espécie, pois eles se enterram no solo, como estratégia de sobrevivência, quando em ecdise ou quando a temperatura está muito elevada. Além disso, os cromatóforos, pigmentos espalhados pela epiderme, mudam de coloração em função da cor do solo onde vivem. Portanto, mal manejado o solo pode retardar o crescimento desses animais, promover o estresse e aumentar as concentrações de metabólitos tóxicos nos viveiros.

Durante a fase larval até a fase juvenil, alimentam-se de zôo e fitoplâncton encontrados em águas mais rasas, onde a temperatura e a salinidade são mais elevadas. Na fase adulta, preferem águas mais frias, mais profundas e com menor salinidade, alimentando-se de zôo e fitoplâncton e exploram outros níveis tróficos como a matéria orgânica em decomposição ou ainda predam anelídeos, tais como poliquetas (Barbieri & Ostrensky, 2002).

O crescimento do exoesqueleto, fenômeno conhecido como ecdise, ou muda é dividido em pós-muda, intermuda, pré-muda e muda, ocorre em ciclos, durante os quais, todo o metabolismo do camarão sofre alterações que levam à digestão parcial do velho exoesqueleto e ao acúmulo na hemolinfa das substâncias que compõem o exoesqueleto para elaboração de um novo revestimento cuticular externo. Já o crescimento dos tecidos internos ocorre continuamente ao longo da vida do animal.

## 1.6. Solos e Aqüicultura

A maior parte da produção aqüícola provém de viveiros de terra (Jamu & Piedrahita, 2002), ressaltando, então, a importância do solo para a produtividade dos empreendimentos. A constituição textural do solo formada pela mistura de silte, argila e areia, além da matéria orgânica nativa, ou provenientes de operações da aqüicultura, influenciam as populações de microrganismos responsáveis pelos processos físicos e químicos que afetam a qualidade da água e práticas de manejo (Barbieri & Ostrensky, 2002).

Solos que apresentam 20 -30% de argila e teores médios de matéria orgânica são considerados melhores para a construção de viveiros de camarão (Boyd, 2003b). Com estas características, o solo controla a infiltração excessiva, permite a formação de agregados melhorando a porosidade além da capacidade de troca de cátions – CTC. (Rezende, 2000). Durante a construção dos viveiros, o solo superior é removido da área que será transformada em leito. O leito, portanto, é constituído pelo Horizonte B que apresenta baixas concentrações de matéria orgânica, enquanto o material retirado do horizonte A é usado para a construção de diques.

Materiais orgânicos que se acumulam no leito dos viveiros formam um sedimento lodoso dividido em camada flocosa, sedimento macio e sedimento profundo, reconhecidos como horizontes F, S e M, respectivamente. Abaixo do horizonte M está o solo original (horizonte B) (Boyd, 2003b). No sedimento lodoso ocorrem a matéria orgânica instável, bastante reativa, e por isso se decompõem rapidamente e a matéria orgânica refrataria mais resistente a decomposição acumulando-se no sedimento.

Esse sedimento pode, segundo Bratvold & Browyd (2002), desencadear efeito tanto positivo quanto negativo, proporcionando uma capacidade de tamponamento, sendo fonte de macro e micronutrientes, embora também seja apontado como a principal causa da deterioração precoce da qualidade da água e do aumento da incidência de doenças nos ciclos de engorda do camarão (Ono & Kubtiza, 2003).

O excesso de matéria orgânica estabelece condição ideal para a proliferação de microrganismos e a degradação deste sedimento promove a

produção de metabólitos e o consumo rápido do oxigênio, conduzindo os viveiros a condições anaeróbicas que facilitam a multiplicação de patógenos e transformando o sedimento no principal reservatório dos agentes etiológicos de diversas enfermidades Lawrence *et al.* (2005).

### **1.7. - Sustentabilidade**

Ambientes saudáveis e produtivos são alcançados na carcinicultura quando esta atividade é regida pelo uso racional dos recursos e práticas criteriosas, ambas pautadas por informações científicas. Entretanto, para este fim, é necessária a compreensão do conceito de sustentabilidade que prevê boas práticas de manejo alimentar, do solo e água; a implementação de programas de biossegurança em toda a cadeia produtiva do camarão cultivado, além da regulamentação e fiscalização ambiental por parte dos órgãos governamentais.

Indissociável do conceito de sustentabilidade, a capacidade de carga ambiental, exerce importância no grau de responsabilidade e na sobrevivência da carcinicultura, pois a quantificação da capacidade de recuperação do ambiente requer a observação de fatores como: sistema de cultivo, dinâmica das marés, profundidade dos estuários, extensão dos manguezais e as diversas atividades antrópicas que interferem nos estuários.

A compreensão destes fatores compõe um diagnóstico específico para cada área costeira, permitindo inferir sobre os possíveis impactos negativos que a carcinicultura pode causar nos ecossistemas, servindo como ferramenta para a gestão sustentável dos empreendimentos aquícolas.

A aquíicultura marinha depende essencialmente dos recursos disponíveis nos ecossistemas litorâneos e estuarinos, os quais precisam ser conservados e protegidos para a continuidade e manutenção das atividades aquícolas desenvolvidas. Portanto, é imperativo compreender a necessidade da implantação de práticas sustentáveis nas atividades aquícolas, conforme Madrid (2004) em função da importância dos oceanos na economia global e no sistema climático, uma vez que o desenvolvimento sustentável dos ecossistemas costeiros no tempo e no espaço, jamais será atingido sem litorais e oceanos saudáveis.

O perigo de altas densidades de povoamento está associado aos possíveis danos que estas causam nos próprios viveiros, no ambiente que os envolve e na produtividade das fazendas criadoras de camarão. Surge-se, portanto, um problema fundamental, determinar a densidade máxima ou ideal para que se obtenha criações com maior biomassa e promova menores danos aos viveiros e ao ambiente circunvizinho às fazendas.

### **1.8. Objetivo**

O objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica do crescimento do camarão marinho *L. vannamei* em diferentes densidades de estocagem e caracterizar os atributos físico-químicos do sedimento formado nos viveiros de engorda do camarão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIERI Jr, R.C. & OSTRENSKY, A.O.N. Camarões marinhos – Engorda - Viçosa, Editora Aprenda fácil, v. II, p.370, 2002.

BELL, T. A & LIGHTNER, D.V. A Handbook of histology of penaeid shrimp. Aquaculture Development Program. Tucson, Arizona – USA, Ed. World Aquaculture Society, , p. 200, 2000

BOYD, C. Manejo do solo e da água em viveiros para aquicultura, Campinas. Associação Americana de Soja, p. 55, 1997.

\_\_\_\_\_. a. Matéria orgânica no sedimento de leitos de viveiros. The ADVOCATE, ed. abril/2003, tradução: Revista da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 5, nº 1, p. 66 -71, 2003.

\_\_\_\_\_. b. Manejo da microbiologia de sedimentos. Revista da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 5, nº 2, p.77-81, 2003.

BRATVOLD, D & BROWDY, C.L. Os efeitos de sedimentos de areia e de superfícies verticais em sistemas intensivos de cultivo de camarão. Revista da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 4, nº 1, p. 52-58, 2002.

BUCHELI, P. & GARCIA, F. Vírus da Síndrome da Mancha Branca. Rev. Panorama da aquicultura. Rio de Janeiro, v.15, nº 87, p.43-49, 2005.

CAMBOIM, W. Q. Desempenho Do Camarão Branco Do Pacífico (*Litopenaeus Vannamei* Boone, 1931) Submetido A Níveis Crescentes De Carboidrato Solúvel. 2007. 42f. Dissertação (Mestrado em Zoologia Aplicada) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia.

CARVALHO FILHO, J. As desvantagens das altas densidades de povoamento. Rev. Panorama da Aquicultura. Rio de Janeiro, v. 14, nº 81, p.53-58, 2004.

CUZON,G.; GUILLAUME,J. Energy and protein: energy ratio.I: D´ABRAMO, L, R, et al Crustacean Nutrition (EU). Baton Rouge, Lusiana: Was, cap. 1, p. 51-70,1997.

HERNÁNDEZ, J. Z. *et al*, Biossegurança no cultivo de camarões marinhos: qualidade da água e fatores ambientais. Rev. da ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 3, nº 2, p.55-59, 2001.

JAMU, D.M & PIEDRAHITA, R. Modelo para o manejo de sedimento orgânico em viveiro de aquicultura. The ADVOCATE, ed. fevereiro/ 2002, tradução: Rev. da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 4, nº 2, p. 38-39, 2002.

LAWRENCE, A. L; BRAY, W. A & MORE, W. R. Cultivo de camarões na presença de doenças. Rev. Panorama da aquicultura. Rio de Janeiro, v.15, nº 90, p.14-21, 2005.



LEMOS, A.M. *et al.* Bissegurança em fazendas de camarão. Rev. da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 6, nº 1, p.55-58, 2004.

MADRID, R.M. Breve reflexão sobre a situação dos ecossistemas costeiros e o desenvolvimento da carcinicultura. Rev. da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 6 nº 1, p.43-48, 2004.

MALPARTIDA, J., *et al.*, Qualidade do solo pode prevenir enfermidades. Rev. Panorama da aqüicultura. Rio de Janeiro, v.14, nº 86, p.53-56. 2004.

MARQUES, L.C.; GESTEIRA, T. C. V.; ANDRADE, T. P. *et al.* Efeitos de altas salinidades sobre o cultivo do camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em condições de laboratório. Anais do XI CONBEP. v. 2, p. 581-593, 1999.

MORE, W.R. & FRELIER, P. Doenças dos camarões: prevenção e controle. Anais do World Aquaculture. Salvador, p. 207 -219, 2003.

MUKHI, S.K, *et al.* Manejo de resíduos de uma fazenda de camarão. Rev. INFOFSH Internacional, – Tradução da ABCC, ano 3, nº 2, p.48-54, 2001.

NUNES, A.J.P, Panorama do cultivo de camarões marinhos no Brasil. Rev. Brasileira de Agropecuária, São Paulo, ano 1, nº 12, p.40- 41, 2000.

\_\_\_\_\_.O cultivo de camarões marinhos no nordeste do Brasil. Rev. Panorama da Aqüicultura. Rio de Janeiro, v.11, nº 65, p.26-38, 2001.

ONO, E. A & KUBTIZA, F.Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes, Rev. Panorama da Aqüicultura. Rio de Janeiro, v.13, nº 75, p. 17-27, 2003.

PONTES L. A; ARRUDA F.J. Panorama da carcinicultura no Brasil, Rev. Panorama da Aqüicultura. Rio de Janeiro, v.14, nº 70, p. 27-33, 2005.

ROCHA. I. P. Impactos sócio-econômicos e ambientais da carcinicultura brasileira: mitos e verdades. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 7, nº 4, p.29-36, 2005.

REZENDE, J. O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Série Estudos Agrícolas, 1. SEAGRI-SPA. Salvador, p. 117, 2000.

SEMARNAP. Atlas de enfermedades de peneídeos. Secretaria de Médio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Tlalpan, México, 1ª edição, p. 120, 1999.

SEIFFERT, W. & BELTRAME, E. A capacidade de carga e a carcinicultura marinha. Rev. da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 6, nº 1, p.63-67, 2004.

VAN ANRROY, R.; *et al.* Review of the current satate of aquaculture insurance in the world. FAO Fisheris Technical papers, United states, T 493, p. 104 2006.

WURMANN, C.G. & MADRID, R.M. O desenvolvimento da salmônica no Chile – Lições de um modelo vigoroso e sua possível aplicação na indústria do cultivo de camarão no Brasil. Rev. Panorama da Aqüicultura. Rio de Janeiro, v. 16, nº 93, p.14-22, 2006.

# CAPÍTULO I

## **AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO *Litopenaeus vannamei*, CRIADO EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Artigo submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira

## AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DO *Litopenaeus vannamei*, CRIADO EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM

Autor: Roginaldo de Brito Chagas

Orientador: Dr. Leandro Portz

**RESUMO:** O trabalho foi executado na Fazenda Oruabo, Unidade da Bahia Pesca S.A, em Santo Amaro/BA. O objetivo foi avaliar o desempenho do *Litopenaeus vannamei* submetido a densidades de 15, 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup>, (tratamento A, B e C, respectivamente). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 3 tratamentos (densidades) e 3 repetições (ciclos) separados no tempo. Pós-larvas com peso e comprimento inicial de aproximadamente 0,05g e 0,83 mm foram cultivadas no período de 06/2005 a 10/2006 em 3 viveiros de 1ha. Os parâmetros hidrológicos mantiveram-se estáveis. Foram obtidas as seguintes equações de comprimento ( $L_t$ ) e peso ( $W_t$ ): **1º ciclo:**  $L_{tA} = 101,76 (1 - e^{-0,4681})$ ,  $L_{tB} = 103,81 (1 - e^{-0,3473})$ ;  $L_{tC} = 103,35 (1 - e^{-0,5671})$ , **2º ciclo:**  $L_{tA} = 91,15 (1 - e^{-0,4823})$ ,  $L_{tB} = 93,88 (1 - e^{-0,5848})$ ;  $L_{tC} = 88,28 (1 - e^{-0,7750})$  e **3º ciclo:**  $L_{tA} = 109,88 (1 - e^{-0,1253})$ ,  $L_{tB} = 114,33 (1 - e^{-0,0905})$ ;  $L_{tC} = 132,47 (1 - e^{-0,0580})$ ; **1º Ciclo-**  $W_{tA} = 1,60.L_{\infty}^{3,343}$ ;  $W_{tB} = 6,26.L_{\infty}^{3,55}$ ;  $W_{tC} = 1,16.L_{\infty}^{2,914}$ ; **2º Ciclo-**  $W_{tA} = 5,22.L_{\infty}^{3,114}$ ;  $W_{tB} = 5,51.L_{\infty}^{3,615}$ ;  $W_{tC} = 3,49.L_{\infty}^{3,750}$ ; **3º Ciclo-**  $W_{tA} = 4,49.L_{\infty}^{2,699}$ ;  $W_{tB} = 3,62.L_{\infty}^{3,204}$ ;  $W_{tC} = 8,31.L_{\infty}^{3,017}$ . Os maiores ganhos de peso em relação ao mesmo comprimento foram apresentados pelos tratamentos A e B, com ganho semanal de 0,52 e 0,55g, respectivamente. Para todos os tratamentos, o ganho de peso apresentou relação inversa à densidade e diminuiu nos ciclos subsequentes. As equações de regressão confirmam a relação funcional entre as variáveis peso e comprimento, com  $r^2$  entre 0,933 e 0,9965. O teste de Tukey demonstra que as médias de peso e comprimento nos tratamentos A e B são superiores ao C ( $P < 0,05$ ). As melhores taxas de sobrevivência foram verificadas em todos os ciclos do tratamento A. A sobrevivência diminuiu com o aumento da densidade e as conversões alimentares variaram de 1,4 a 2,03 : 1

**Palavras-chave:** camarão, densidade e desempenho (comprimento; peso).

## EVALUATION OF THE GROWTH OF THE *Litopenaeus vannamei*, IN DIFFERENT STOCK DENSITIES

Author: Roginaldo de Brito Chagas

Advisor: Dr. Leandro Portz

**ABSTRACT:** The work was executed in Oruabo Marine Station, Unit of Bahia Pesca Fisheries State Company, located in the district of Acupe, Santo Amaro - BA. The objective was evaluating the performance of the *Litopenaeus vannamei* submitted to densities of 15, 20 and 30 shrimp/m<sup>2</sup>, (treatment A, B and C respectively). The experiment was accomplished in a completely randomized design, with 3 treatments (densities) and 3 repetitions (cycles). Post-larvas with weight and length begin of  $\pm 0,05\text{g}$  and  $\pm 0,83\text{ mm}$  were cultivated in the period from June 2005 to October 2006 in 3 pound of 1 ha. The water quality parameters stayed stable. They were obtained the following length equations (Lt) and weight (Wt): **1st cycle:**  $L_{tA} = 101,76 (1 - e^{-0,4681})$ ,  $L_{tB} = 103,81 (1 - e^{-0,3473})$ ;  $L_{tC} = 103,35 (1 - e^{-0,5671})$ , **2nd cycle:**  $L_{tA} = 91,15 (1 - e^{-0,4823})$ ,  $L_{tB} = 93,88 (1 - e^{-0,5848})$ ;  $L_{tC} = 88,28 (1 - e^{-0,7750})$  e and **3rd cycle:**  $L_{tA} = 109,88 (1 - e^{-0,1253})$ ,  $L_{tB} = 114,33 (1 - e^{-0,0905})$ ;  $L_{tC} = 132,47 (1 - e^{-0,0580})$ ; **1st cycle** -  $W_{tA} = 1,60 \cdot L_{\infty}^{3,343}$ ;  $W_{tB} = 6,26 \cdot L_{\infty}^{3,55}$ ;  $W_{tC} = 1,16 \cdot L_{\infty}^{2,914}$ ; **2nd cycle** -  $W_{tA} = 5,22 \cdot L_{\infty}^{3,114}$ ;  $W_{tB} = 5,51 \cdot L_{\infty}^{3,615}$ ;  $W_{tC} = 3,49 \cdot L_{\infty}^{3,750}$ ; **3rd cycle** -  $W_{tA} = 4,49 \cdot L_{\infty}^{2,699}$ ;  $W_{tB} = 3,62 \cdot L_{\infty}^{3,204}$ ;  $W_{tC} = 8,31 \cdot L_{\infty}^{3,017}$ . The largest profit weight in relation to a same length were presented by the treatments A and B, with profit weekly of 0,52 and 0,55g, respectively. For all of the treatments, the profit weight presented inverse relationship to the density and it decreased in the subsequent cycles. The regression equations confirm the functional relationship between the variables weight and length, with r<sup>2</sup> between 0,933 and 0,9965. A test of Tukey shows that the weight averages and length in the treatments A and B are superior to C (P < 0,05). The best survival taxes were verified in all of the cycles of the treatment A. the survival decreased with it increased of the density and the alimentary conversions varied from 1.4 to 2.03: 1

**Key-words:** *Litopenaeus vannamei*, shrimp, growth, density

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de camarões marinhos tem sido responsabilizada por danos ao meio ambiente devido às emissões de altos níveis de nutrientes como carbono (C), fósforo (P) e nitrogênio (N), além da degradação de manguezais, apicuns, salgados e introdução de patógenos aos ecossistemas locais. Isso tornou-se mais freqüentes no final da década de 90, quando a carcinicultura apresentou sensível expansão ao longo do litoral brasileiro, especialmente no nordeste, e adquiriu caráter intensivo com conseqüente maior produtividade/ ha (ABCC, 2002).

A intensificação dos cultivos supõe maior número de camarões/m<sup>2</sup>, maior demanda de recursos hídricos, insumos e maior oferta de ração, com conseqüente aumento na produção de resíduos, que alteram a qualidade dos efluentes gerados pela carcinicultura.

Os efluentes manejados de forma equivocada contribuem para o aparecimento de inúmeros problemas, como a eutrofização e hipernutrição de áreas estuarinas, modificação na produção primária de energia, alterações de nichos ecológicos, perda da fauna sensível e desequilíbrio entre comunidades de organismos que vivem nestes ambientes (Chamberlain, 2001). Tais problemas decorrem de maiores exportações de nutrientes para áreas adjacentes às fazendas durante as despescas.

Cultivos intensivos, associados ao manejo alimentar incorreto podem ainda desencadear aumento na quantidade de carbono (C) orgânico no leito do viveiro como resultado do excesso de matéria orgânica no sedimento (Boyd, 2003) afetando a capacidade de carga destes tanques (Seiffert & Beltrame, 2004), promovendo o acúmulo de materiais orgânicos acima da capacidade de decomposição pelas bactérias, além de incrementar a produção de compostos tóxicos aos peneídeos (Barbieri & Ostrensky, 2002).

Muhki (2001), Barbieri & Ostrensky (2002) e Boyd (2003), reportaram que cultivos intensivos ampliam o aporte de matéria orgânica na interface água/solo, causando a auto-poluição dos viveiros, provocando a redução do O<sub>2</sub> a níveis letais, aumentando as concentrações de resíduos tóxicos, e do número de agentes patogênicos (Carvalho Filho, 2004).

Os agentes patogênicos se multiplicam e são transmitidos rapidamente de um lugar para outro, como consequência da intensificação do sistema de cultivo (Pereira et al., 2004) desencadeando epidemias, consideradas as principais causas de prejuízos no setor, como aqueles vislumbrados nas últimas décadas pelos países produtores de camarão na América Latina (Ros, 1999) e mundial.

A susceptibilidade dos camarões às enfermidades causadas por vírus, bactérias e fungos é favorecida pelos efeitos dos subprodutos oriundos da degradação da matéria orgânica, que transformam os sistemas produtivos em ambientes inóspitos e expõe os camarões à condições de estresse que alteram a taxa de alimentação, crescimento a sobrevivência da população confinada e estabelecem um desequilíbrio entre patógeno, ambiente e camarão (ABCC, 2005).

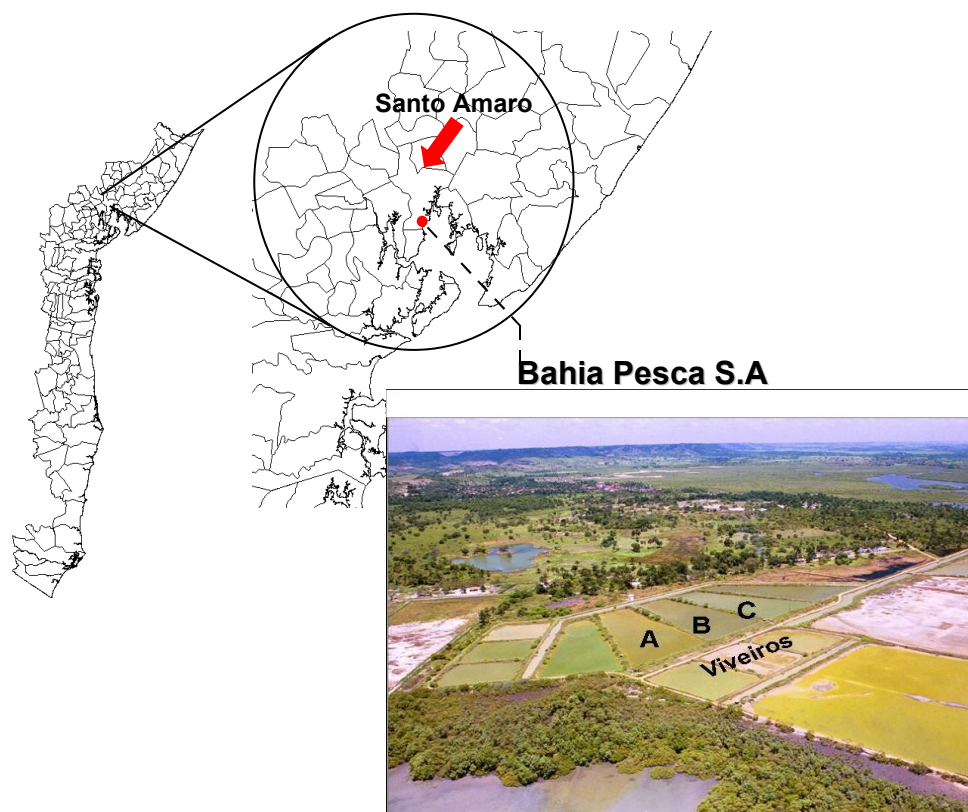
As elevadas densidades praticadas pela carcinicultura não geram apenas problemas para os ambientes de confinamento e adjacente, trazem também dificuldades de ordem técnica como a manutenção dos parâmetros biológicos e físico-químicos da água/solo e dificuldades para obtenção de taxas de conversão alimentar e sobrevivências próximas do ideal (Mukhi et al., 2001) que garantam a lucratividade dos empreendimentos.

O objetivo do presente estudo foi determinar em quais densidades de estocagem a criação do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* apresenta a melhor taxa de crescimento, menores índices de conversão alimentar e maior produtividade. Assim, as respostas para estas questões podem ser obtidas a partir da compreensão da dinâmica que envolve o crescimento dos indivíduos, bem como as variações hidrológicas que influenciam os camarões durante o período de engorda através de comparações e testes dos dados coletados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo - Distrito de Acupe e Fazenda Oruabo

O distrito de Acupe, localizado à 12° 32' S – 38° 42' W, pertence ao município de Santo Amaro -BA, cidade do Recôncavo Baiano. Acupe, “terra quente” (em tupi guarani), possui uma população de 12.000 habitantes (IBGE, 2002) que vivem da pesca artesanal de peixes, crustáceos e do extrativismo de mariscos especialmente o chumbinho, sururu e ostra. Margeando uma fração do estuário de Acupe, está situada a Unidade de Carcinicultura da Bahia Pesca S.A,





os viveiros da Fazenda Oruabo. Fonte: Adaptado de Bahia Pesca, 2003.

empresa do Governo do Estado da Bahia, vinculada a Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Esta Unidade conhecida como Fazenda Oruabo possui 12 viveiros que totalizam 81/ha de lâmina d'água destinados ao cultivo do camarão marinho *L. vannamei*.

Os viveiros que sediaram o experimento, e em geral todos os viveiros desta unidade, vindo sendo utilizados para produção aquícola há 24 anos, inicialmente com a espécie *Farfantepenaeus penicillatus* e nos últimos 9 anos com *L. vannamei*. Ao longo deste período os viveiros estiveram sujeitos a aragens, aos processos erosivos e ao acúmulo de sedimentos em seu leito. No quinquênio 2001-2005, a produtividade variou entre 875,2 e 597,5 kg/ha/ano. Essa é direcionada a pequenos comerciantes locais, para defumação artesanal e para restaurantes de cidades circunvizinhas, contribuindo com a geração de emprego e com a melhoria da condição de vida de parte da população deste distrito.

## 2.2. O Experimento

O experimento foi realizado no período de junho de 2005 a outubro de 2006. Foram utilizados três viveiros com 10.000 m<sup>2</sup> e 1,2 m de profundidade média. Os viveiros foram povoados com pós-larvas (PL's) de *Litopenaeus vannamei* em estágio de PL-15, que corresponde ao número de dias após a completa metamorfose da larva, com aproximadamente 0,05g e 0,83 mm respectivamente.

Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos (densidades) e três repetições (ciclos) separados no tempo. Os viveiros foram povoados com as seguintes densidades: viveiro I (tratamento A) - 150.000 PL's; viveiro II (tratamento B) - 200.000 PL's e viveiro III (tratamento C) - 300.000 PL's correspondendo à estocagem de 15, 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup> respectivamente. Cada repetição durou 100 dias.

Cada viveiro foi adubado uma vez, com uréia agrícola (50kg/ha) e superfosfato triplo (5kg/ha) simultaneamente ao abastecimento inicial. Atingida a capacidade máxima do volume de água (10.000m<sup>3</sup>) os viveiros receberam as PL's

24

transportadas do laboratório de larvicultura da própria fazenda, em tanques de polipropileno (600L) com aeração artificial forçada por compressor. Antes, de serem transferidas para os viveiros, as pós-larvas foram aclimatadas para a temperatura e salinidade do ambiente de confinamento, evitando estresse e mortalidade nesta etapa.

Os animais foram alimentados do 1º ao 22º dia com ração triturada contendo 40% de proteína bruta, 9,12% de lipídios e 1,95 % de fósforo minerais mineral e fibrosa, 13% e 6% respectivamente, ofertada por voleio. A partir do 23º dia até o término do cultivo foi ofertada em bandejas, uma ração peletizada contendo 30% de proteína bruta, 5% de extrato etéreo, 3% de cálcio, 0,70% de fósforo, minerais mineral e fibrosa, 13% e 6% respectivamente. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, durante seis dias da semana. A taxa foi ajustada diariamente conforme resíduos encontrados nas bandejas de alimentação através de adaptações do método sugerido por Rocha e Maia (Nunes, 2000).

Foi quantificado o percentual (%) da ração não consumida distribuída no dia anterior. A ração residual presente nas bandejas após alimentação foi assim classificada em relação à quantidade ofertada: muita (50-90%), média (<50%), pouca (10-5%), nenhuma (0-5%) e toda (>90%).

Os ajustes ocorreram da seguinte forma: redução de 50% da ração diária quando os resíduos foram considerados muito, 20% quando considerados médios, nenhuma modificação quando considerado pouco; e aumentou-se 20% na quantidade oferecida no dia seguinte quando nenhuma ração foi encontrada nas bandejas. Entretanto, quando verificada sobra de toda a ração ofertada, a alimentação foi suspensa por um dia e reiniciada no dia seguinte com metade da quantidade ofertada anteriormente.

Semanalmente, foram monitorados os seguintes parâmetros da água: transparência, temperatura (°C); salinidade (‰), concentração de amônia (NH<sub>3</sub>); nitrato (N-NO<sub>2</sub>); nitrito (N-NO<sub>3</sub>); oxigênio dissolvido (OD) e pH. Além de amostrados 50 camarões nos diferentes tratamentos para determinação de dados biométricos de comprimento e peso.

Ao final dos cultivos os camarões foram despescados e determinadas: curvas de crescimento em comprimento (L), relação peso (W) versus comprimento (L), curva de crescimento em peso (W) além da sobrevivência (Sob), ganho de peso absoluto (GDPa) e conversão alimentar (C.A)

### 2.2.1 Curvas de crescimento em comprimento (L):

A variação do comprimento médio dos camarões foi expressa utilizando-se a transformação de Ford-Walford, a qual sugere que os organismos apresentam uma constante ( $k$ ) de crescimento ao longo do tempo, o que permite a determinação do comprimento máximo teórico ( $L_{\infty}$ ) através de regressão linear (Fonteles-Filho, 1989).

As transformações de Ford-Walford são úteis para ajustar os dados obtidos à equação de Von Bertalanffy (Lorenzen, 1996), que melhor expressa a relação de crescimento dos indivíduos em função do tempo (idade) e da densidade populacional. Nesta interpretação matemática dos dados, o comprimento é plotado contra a idade (tempo) resultando em uma curva assintótica convexa (Fonteles-Filho, 1989; Lorenzen, 1996) e a partir da equação:  $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$  obteve-se os dados para a construção da curva de crescimento em comprimento, sendo:

- $L_{\infty}$ : Comprimento médio máximo teórico, um dos parâmetros que define a curva de crescimento, calculado a partir dos coeficientes linear (**a**) e angular (**b**) conforme equação  $L_{\infty} = a/(1 - b)$ , obtidos a partir da regressão linear de  $L_t$  versus  $L_{t+\Delta t}$ , da transformação de Ford-Walford em intervalos regulares de 7 dias.
- $e$ : base do logaritmo neperiano;
- $k = \ln b$ : coeficiente relacionado à velocidade de crescimento dos indivíduos em confinamento;
- $\ln$ : logaritmo natural;
- $t$ : tempo de cultivo;
- $t_0$ : índice relativo a idade que o indivíduo teria com comprimento zero ( $L_0$ ). Como o comprimento das pós-larvas após eclosão e completa metamorfose, foi considerado desprezível, logo,  $t_0 = 0$ .

### 2.2.2 Relação peso (W) versus comprimento (L):

A relação entre o peso (g) e o comprimento (mm) médios dos camarões foi obtida através da transformação dos valores biométricos em logaritmos neperianos para a seguinte equação:  $\ln W = a + b \ln L$  (Araújo & Portz, 1997) através dos quais essa relação será ajustada à expressão  $W = \emptyset \cdot L^\theta$ , onde  $\emptyset = e^a$ ; correspondendo ao fator de condição, enquanto  $\theta = b$ , refere-se ao coeficiente de alometria necessários a construção das curvas que demonstram a dinâmica do crescimento da espécie em estudo.

### 2.2.3 Curva de crescimento em peso (W):

A equação  $W_t = W_\infty (1 - e^{-kt})^\theta$  foi usada para expressar a variação do peso médio ao longo do tempo de cultivo. Essa transformação mostra eficientes ajustes dos dados obtidos fornecendo a estes um significado biológico consistente, onde:

- $W_t$ : peso médio dos indivíduos no tempo de cultivo T;
- $W_\infty$ : peso médio máximo assintótico que os indivíduos podem atingir nas condições de cultivo praticada; onde  $W_\infty = \emptyset L_\infty^\theta$ . O comprimento máximo assintótico ( $L_\infty$ ) foi calculado a partir das equações da curva de crescimento, enquanto  $\emptyset$  (fator de condição) e  $\theta$  (coeficiente de alometria) foi determinado da relação peso vs. comprimento.
- e: base do logaritmo neperiano;
- k: coeficiente relacionado à velocidade de crescimento dos indivíduos, obtida a partir da equação de Von Bertalanffy;
- t: tempo de cultivo
- $\theta$ : coeficiente de alometria da relação peso versus comprimento;

## 2.2.4 Sobrevivência, conversão alimentar (C.A)

Completado o período de engorda, os camarões foram despescados e pesados para a determinação da produção (ganho de peso absoluto), cálculo da conversão alimentar e sobrevivência final através das seguintes equações:

### - Ganho de peso absoluto

$$\text{GDPa (g)} = \text{Pf} - \text{Pi}, \text{ onde:}$$

Pf = peso final;

Pi = peso inicial

### - Sobrevivência

$$\text{Sob} = \frac{\text{NPL}'s_i \times \text{PM}_F}{\text{Prd(g)}} \times 100, \text{ onde:}$$

NPL'<sub>i</sub> – número de PI's estocadas;

$\overline{\text{PM}}_F$  – peso médio final após despesca;

Prd(g) – produção em gramas

### - Conversão alimentar – CA

$$\text{CA} = \text{Pal} \div \text{GDPa}, \text{ onde :}$$

Pal = peso do alimento fornecido em Kg;

GDP<sub>a</sub> = ganho de peso absoluto em kg.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Parâmetros Hidrológicos

A análise dos parâmetros físico-químicos da água durante o período experimental, mostrou a similaridade dos fatores hidrológicos durante o 1º e 3º ciclos (repetições), ocorridos na estação mais fria (final do inverno e início do outono). Estes parâmetros mantiveram-se estáveis nas faixas de conforto recomendadas por Barbieri & Ostrensky (2002). A amônia não-ionizada ( $\text{NH}_3$ ), apresentou valores médios de 0,72 mg/L; 0,72mg/L e 0,86mg/L para os tratamentos A, B e C do 2º ciclo respectivamente, valores superiores as concentrações níveis deste gás nos demais ciclos (1º ciclo: 0,31; 0,50 e 0,54mg/L; 3º ciclo: 0,45; 0,51 e 0,52mg/L) demonstrando maior produção da amônia na estação mais quente (verão), quando foram registradas temperaturas médias de 29,7º, 29,6º e 29,7º para os mesmos tratamentos (Tabelas 1, 2 e 3).

Pereira & Mercante (2005) afirmam que a amônia desencadeia ação letal sobre os peixes em níveis que variam de 0,70 a 2,4mg/L. Outros autores sugerem concentrações ainda menores sob as quais o efeito desse gás pode ser letal para os peneídeos. ABCC (2001) sugere 0,4 – 2,0 mg/L, Boyd (2001) de 0,2 - 2,0 mg/L; Barbieri & Ostrensky (2002) de 0,1 -1,0 mg/L; e Wasielesky Jr et al., (2004) relatam que concentrações inferiores a 0,55mg/L são seguras para os camarões. Assim, os valores registrados para os tratamentos A, B e C do 2º ciclo encontram-se fora da faixa recomendada para uma criação de camarões segura.

Quando comparamos os níveis de amônia dos tratamentos A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>) e C (30 camarões/m<sup>2</sup>) entre si num mesmo ciclo é possível notar um aumento da produção de amônia não-ionizada em função da densidade de estocagem, resultando em maior concentração de

excretas nitrogenadas e elevada quantidade de resíduos de ração cujo processo de decomposição incrementa a produção de amônia.

Esta condição pode ter influenciado negativamente a sobrevivência (Tabela 5) dos animais, pois a amônia em níveis subletais pode causar inflamação e irritação nas brânquias, diminuição da excreção da amônia metabolizada pelos camarões que se acumula nos tecidos e sangue com conseqüente elevação do pH sangüíneo, efeitos adversos sobre as enzimas catalisadoras, transporte de O<sub>2</sub>, transformação da energia dos alimentos em ATP, alterações na estabilidade das membranas e osmorregulação (Vinatea, 1997; ABCC, 2001 e Pereira & Mercante, 2005).

O acúmulo da amônia nos sistemas aquáticos de criação reflete também uma maior atividade catabólica dos camarões em períodos mais quentes; maiores taxas da degradação aeróbica e anaeróbica da matéria orgânica, da ração não consumida, e de zôo e fitoplâncton mortos, abundantes no verão. Nestas condições climáticas, segundo Tsai et al., (1992) ocorre o desenvolvimento de microrganismos mesófilos (suportam temperaturas entre 25° e 40°) como bactérias nitrificantes responsáveis pela oxidação da amônia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e da amônia não-ionizada (NH<sub>3</sub>) à nitrato (composto inócuo aos organismos aquáticos) via nitrito, entretanto as populações de bactérias nitrificantes são muito lentas no que se refere a velocidade de crescimento e transformação total do nitrito à nitrato (Drahos, 2006), favorecendo o aporte de NH<sub>3</sub> e N-NO<sub>2</sub>, compostos nitrogenados estes extremamente tóxicos para os camarões.

A toxicidade da amônia depende não apenas da temperatura, mas também do pH e da salinidade. Foram encontradas salinidades elevadas nos tratamentos A - 48,9‰; B - 48,2‰ e C - 48,4‰ do 2° ciclo e pH cujos valores estiveram próximos de 8 (alcalino) o que pode ter contribuído para a diminuição de eletrólitos livres (H<sup>+</sup>) necessários à formação da amônia ionizada (NH<sub>4</sub>), forma menos danosa para os peneídeos Barbieri & Ostrensky (2002).

Maior produção do nitrito (N-NO<sub>2</sub>) ocorreu conforme aumento na densidade de estocagem (tabelas, 1, 2 e 3). Para os três ciclos nos três tratamentos, foram registrados níveis inferiores a 0,33mg/L e 0,5mg/L recomendados por Vinatea (1997) e Barbieri & Ostrensky (2002), respectivamente, sugerindo, que este metabólito não tenha exercido papel limitante na sobrevivência e crescimento da população estocada e comprovando



a lenta conversão da amônia a nitrato pelos microorganismos. Embora, ABCC (2001) relate que as altas concentrações de nitrito toleráveis pelos organismos aquáticos sejam muito difíceis de serem determinadas, pois a toxidez deste composto está diretamente relacionada à concentração do oxigênio dissolvido e a temperatura.

**Tabela 1.** Valores médios, mínimos e máximos dos fatores hidrológicos obtidos semanalmente para o 1º ciclo (1ª repetição) nos tratamentos A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>) e C (30 camarões/m<sup>2</sup>).

Parâmetros físico-químicos da água	Tratamento A-(15 camarões/m <sup>2</sup> )			Tratamento B-(20 camarões/m <sup>2</sup> )			Tratamento C-(30 camarões/m <sup>2</sup> )		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
pH	7,90	7,0	8,5	7,68	7,5	8,5	7,82	7,0	8,5
Salinidade (‰)	23,5	19	33	24,42	19	35	24,28	19	35
Temperatura (°C)	25,5	23	30	26,5	23	30	26	23	30
Amônia (N-NH <sub>3</sub> mg/L)	0,31	0,0	1,0	0,50	0,5	1,0	0,54	0,5	1,0
Nitrito (N-NO <sub>2</sub> ppm)	0,025	ND	0,025	0,035	ND	0,025	0,025	ND	0,025
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> mg/L)	1,59	0,0	2,5	2,5	0,0	2,5	2,92	2,5	4,0
Oxigênio Dissolvido (mg/L) - Superfície	6,01	3,8	7,2	5,93	3,1	7,0	4,88	2,3	7,3
Oxigênio Dissolvido (mg/L) - Fundo	1,67	0,64	2,10	1,56	0,75	2,0	1,48	0,30	1,9

ND – Valores não detectados pelo método aplicado.

**Tabela 2.** Valores médios, mínimos e máximos dos fatores hidrológicos obtidos semanalmente para o 2º ciclo (2ª repetição) nos tratamentos A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>) e C (30 camarões/m<sup>2</sup>).

Parâmetros físico-químicos da água	Tratamento A-(15 camarões/m <sup>2</sup> )			Tratamento B-(20 camarões/m <sup>2</sup> )			Tratamento C-(30 camarões/m <sup>2</sup> )		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
pH	8,09	7	8,5	8	8	8,5	8,09	7	8,5
Salinidade (‰)	48,90	38	57	48,27	37	55	48,45	37	57
Temperatura (°C)	29,7	26,5	33	29,68	33	26,5	29,5	26,5	32,5
Amônia (N-NH <sub>3</sub> mg/L)	0,72	0	1	0,72	0,5	1	0,86	1	0,5
Nitrito (N-NO <sub>2</sub> ppm)	0,033	0	0,5	0,037	0	0,05	0,045	0,05	ND
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> mg/L)	2,5	ND (<2,5)	2,5	2,90	2,5	4,0	2,7	2,5	4,0
Oxigênio Dissolvido (mg/L) - Superfície	5,28	3,3	6,2	4,76	3,0	6,8	4,6	3	6,5
Oxigênio Dissolvido (mg/L) - Fundo	1,13	0,3	1,9	0,92	0,03	1,8	0,81	0,07	1,6

ND – Valores não detectados pelo método aplicado.

**Tabela 3.** Valores médios, mínimos e máximos dos fatores hidrológicos obtidos semanalmente para o 3º ciclo (3ª repetição) nos tratamentos A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>) e C (30 camarões/m<sup>2</sup>).

Parâmetros físico-químicos da água	Tratamento A-(15 camarões/m <sup>2</sup> )			Tratamento B-(20 camarões/m <sup>2</sup> )			Tratamento C-(30 camarões/m <sup>2</sup> )		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
pH	7,80	7,0	8,0	7,70	7,0	8,5	7,59	6,5	8,0
Salinidade (‰)	20,90	17	33	24,0	19	33	23,65	17	33
Temperatura (°C)	25,5	23	29,5	24,86	23	28	25,0	23	29,5
Amônia (N-NH <sub>3</sub> mg/L)	0,45	1,0	0,5	0,51	0,5	1,0	0,52	1,0	0,5
Nitrito (N-NO <sub>2</sub> ppm)	0,027	ND	0,025	0,023	ND	0,025	0,031	ND	0,025
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> mg/L)	2,59	0,0	4,0	2,85	2,5	4,0	3,10	2,5	4,0
Oxigênio Dissolvido (mg/L) - Superfície	5,82	4,0	7,9	5,03	4,3	7,8	4,75	3,8	7,0
Oxigênio Dissolvido (mg/L) - Fundo	1,17	0,93	1,9	1,33	0,50	0,93	0,90	0,45	1,7

ND – Valores não detectados pelo método aplicado.

O pH, a temperatura (°C) e o oxigênio dissolvido (OD), apresentaram teores médios dentro das faixas recomendadas e consideradas normais em todos os tratamentos e cultivos, embora a variável OD, ao longo dos cultivos tenha demonstrado grande amplitude de variação (conforme tabelas 1, 2 e 3), atingindo níveis entre 1,5 – 5,0 mg/L. Segundo Boyd (2002), Vinatea & Beltrame (2005) essa variação do OD gera nos camarões a condições de estresse, crescimento lento, deprecia do sistema imune, maior susceptibilidade a doenças e conseqüente mortalidade em longos períodos de exposição.

As salinidades médias registradas nos ciclos 1 e 3 mostraram-se em níveis recomendados por diversos autores, 12 -28 e 15 a 25 ‰, conforme Barbieri & Ostrensky (2002) e Araujo et al., (2005) respectivamente, não podendo ser considerada fator limitante no crescimento dos camarões de maneira isolada, diferente do 2º ciclo, cujas salinidades média diária variaram entre 37 e 57‰, estando acima dos valores aceitáveis pelos autores mencionados, configurando um possível problema que pode ter influenciado o desempenho do camarão nestas condições.

Entretanto, Rocha (1998) afirma que esta espécie suporta amplas variações da salinidade, desenvolvendo-se bem em salinidade de 5 a 55‰, devido a capacidade de osmorregulação de certos peneídeos, como o *Litopenaeus vannamei*. Hennig et al., (1999) afirmam que atualmente o camarão branco é cultivado em salinidades que variam próximo de zero até 60‰, com influência sobre o consumo de ração e crescimento, bem como Marques et al., (1999), que ressalta o ponto crítico de 60‰ para morte desta espécie.

### **3.2 Crescimento em Comprimento (L)**

No primeiro cultivo (repetição 1) embora a constante k, coeficiente relacionado a velocidade de crescimento dos indivíduos, tenha sido menor para os tratamentos A (k = 0,4681) e B (k = 0,3473) em relação a ao tratamento C (k = 0,5671), os comprimentos máximos teóricos ( $L_{\infty}$ ) foram de 101,76; 103,81 e 103,35 mm para os mesmos tratamentos. (Figura 1).

Não foram verificadas diferenças significativas entre eles, entretanto, o melhor crescimento em comprimento tenha ocorrido no tratamento B quando

comparado aos demais confirme equações:  $L_{tA} = 101,76 (1-e^{-0,4681})$ ,  $L_{tB} = 103,81 (1-e^{-0,3473})$ ;  $L_{tC} = 103,35 (1-e^{-0,5671})$ .

O mesmo não ocorre no segundo cultivo (repetição 2) onde os  $L_{\infty}$  e  $k$  para os tratamentos A, B e C estão expressos nas equações a seguir:  $L_{tA} = 91,15 (1-e^{-0,4823})$ ,  $L_{tB} = 93,88 (1-e^{-0,5848})$ ;  $L_{tC} = 88,28 (1-e^{-0,7750})$  nesta ordem. A curva de crescimento em comprimento para o tratamento C (densidade de 30 camarões/m<sup>2</sup>) mostra desempenho inferior dos indivíduos submetidos a esta condição, este fato sugere menor eficiência deste tratamento em relação aos demais e os efeitos de sucessivos ciclos produtivos (Figura 2).

Para os tratamentos A, B e C dos ciclos I e II, o ponto de inflexão, onde é alcançado o  $k$  máximo, ocorreu entre a 4<sup>o</sup> – 5<sup>o</sup> semanas após o 30<sup>o</sup> dia de cultivo, estabelecendo o final da fase logarítmica caracterizada pelo grande incremento no crescimento em comprimento em período curto de tempo. A partir da 4<sup>o</sup> semana o incremento do comprimento foi baixo ocorrendo em longo período configurando a fase inicial da curva sigmóide.

A análise das curvas dos tratamentos A, B e C no 3<sup>o</sup> ciclo demonstram que as populações estocadas apresentaram baixo crescimento em longo espaço de tempo. Embora os valores de  $k$  tenham sido baixos, as curvas para todos os tratamentos não apresentaram o ponto de inflexão das curvas sigmóides propostas por Von Bertalanfy conforme Figura 2 e equações:  $L_{tA} = 109,88 (1-e^{-0,1253})$ ,  $L_{tB} = 114,33 (1-e^{-0,0905})$ ;  $L_{tC} = 132,47 (1-e^{-0,0580})$ .

A trajetória da curva de crescimento em comprimento para o tratamento C pode estar associada à ocorrência de sinais clínicos macroscópicos indícios da presença de agentes patogênicos (Lightner, 2000) e/ou efeitos adversos de fatores abiótico no sistema produtivo. Os sinais clínicos encontrados nos camarões em todos os tratamentos e em maiores freqüências no tratamento C foram identificados como: necrose na cutícula do exoesqueleto em toda a extensão corporal; intumescimento no cefalotórax, no primeiro e segundo segmentos abdominais; deformidade ou necrose no rostro e no último segmento, (SEMARNAP, 1999) em detalhes na Figura 5, 6 e 7(em anexo).

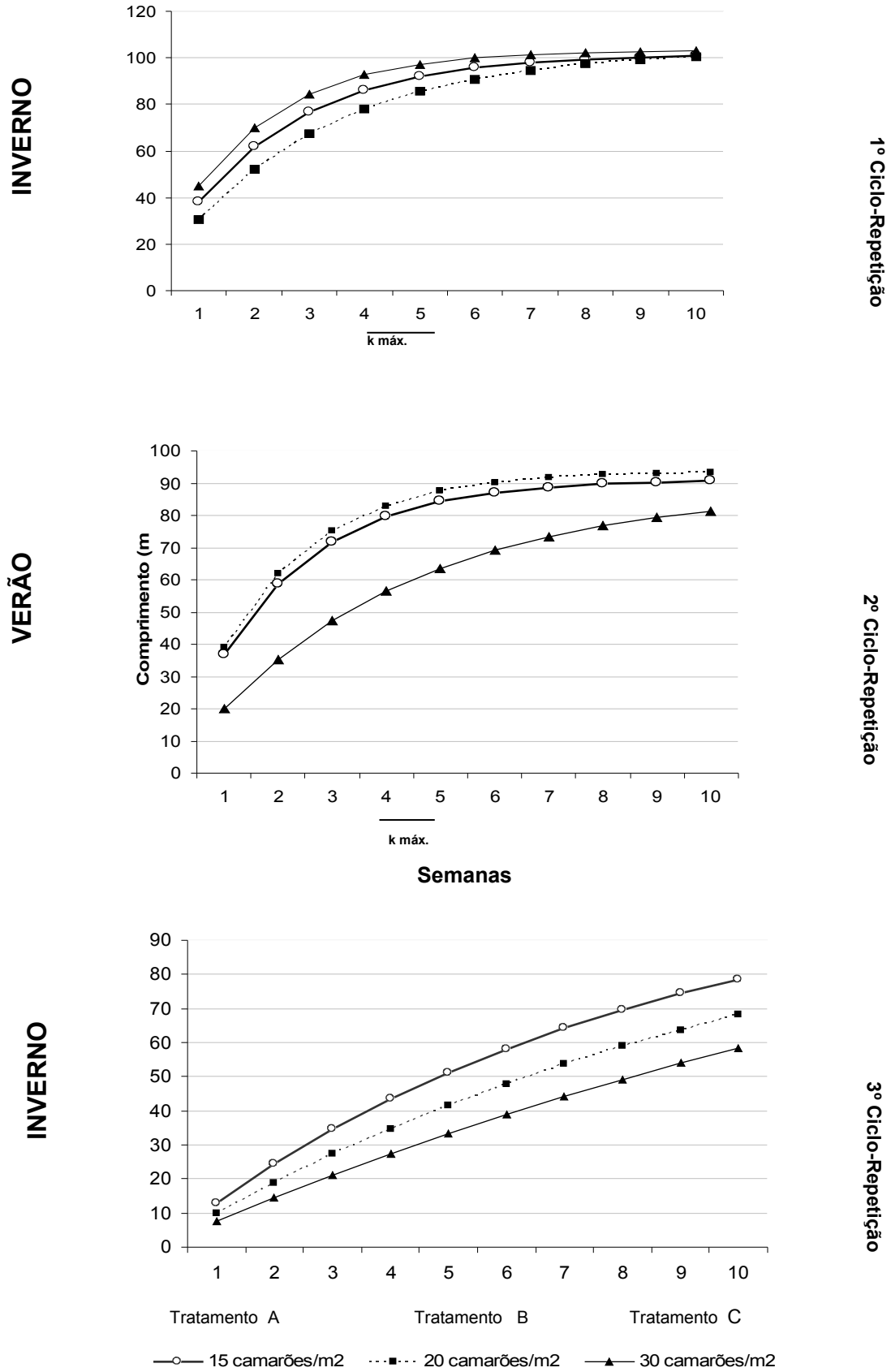


FIGURA 2. Curvas de crescimento em comprimento de *L. vannamei* submetido aos tratamentos A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>) e C (30 camarões/m<sup>2</sup>).

### 3.3 Relação peso (W) x comprimento (L)

As curvas peso versus comprimento médios são apresentadas na Figura 3 e suas relações foram dadas pelos seguintes resultados:

$$1^{\circ} \text{ Ciclo} - W_{tA} = 1,60.L_{\infty}^{3,343}; W_{tB} = 6,26.L_{\infty}^{3,55}; W_{tC} = 1,16.L_{\infty}^{2,914};$$

$$2^{\circ} \text{ Ciclo} - W_{tA} = 5,22.L_{\infty}^{3,114}; W_{tB} = 5,51.L_{\infty}^{3,615}; W_{tC} = 3,49.L_{\infty}^{3,750};$$

$$3^{\circ} \text{ Ciclo} - W_{tA} = 4,49.L_{\infty}^{2,699}; W_{tB} = 3,62.L_{\infty}^{3,204}; W_{tC} = 8,31.L_{\infty}^{3,017};$$

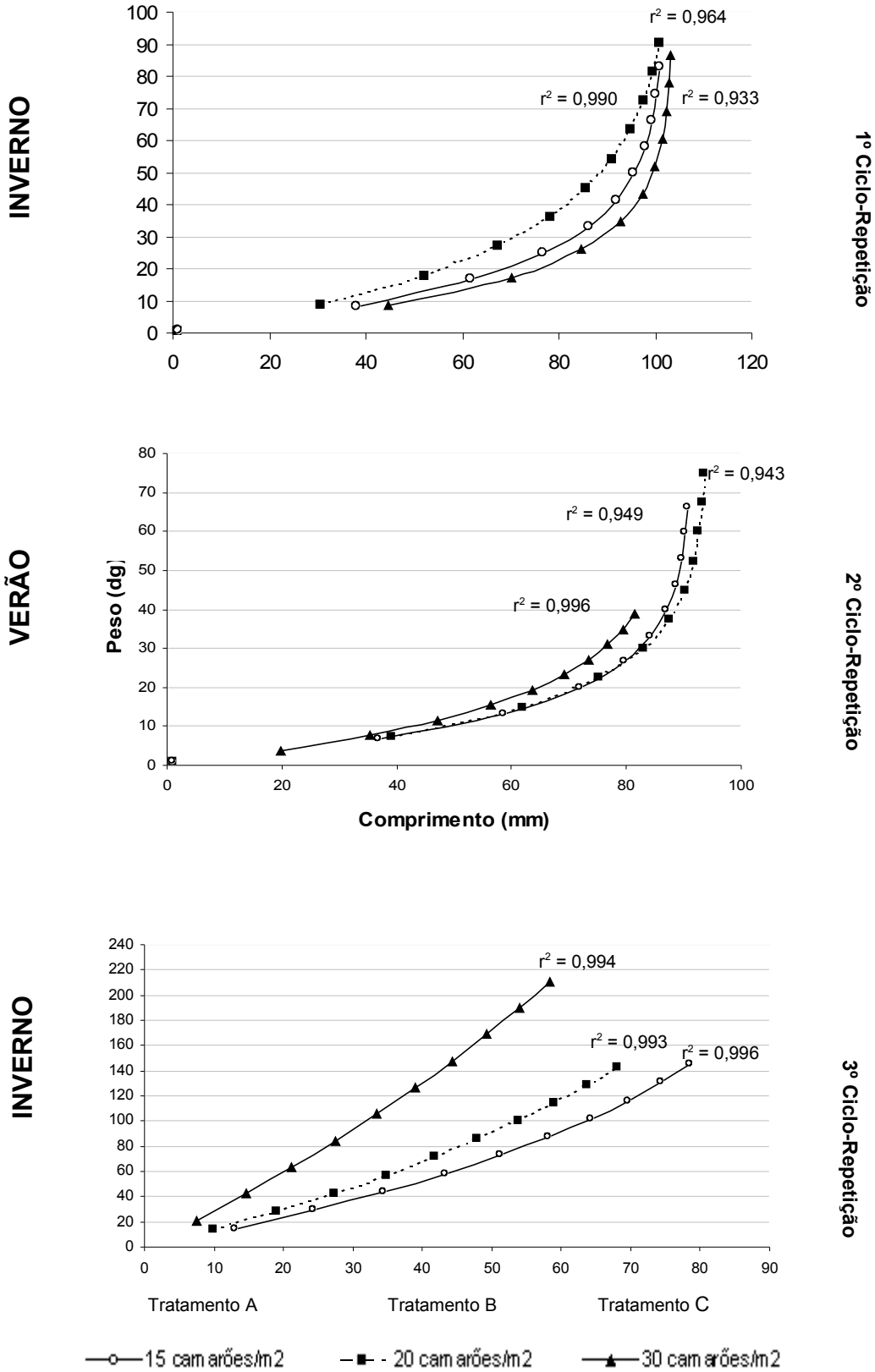
Os maiores ganhos de peso em relação a o mesmo comprimento (mm) foi apresentado pelo tratamentos B (20 camarões/m<sup>2</sup>) no 2º ciclo, enquanto no 1º ciclo não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os coeficientes de alometria (b) variaram de 2,699 – 3,750. Para o tratamento C e A da 1º e 3º repetição respectivamente, os valores de b (2,914 e 2,699), são inferiores a 3, indicando que os indivíduos apresentaram formas corporais “arredondadas” como mostra a trajetória das referidas curvas, enquanto para os demais tratamentos e repetições o valores dos coeficientes alométricos são superiores a 3, onde os camarões mostraram-se mais “longilíneos” (Araújo & Portz, 1997).

Em ambos os casos as proporções entre comprimento e peso não foram mantidas. O fator de condição ( $\emptyset = 5,22$ ) indica que a densidade corporal (g/m<sup>2</sup>) dos camarões estocados sob densidade de 15 indivíduos/m<sup>2</sup> é superior no verão, onde se verifica maior atividade metabólica dos peneídeos (Rocha, 1998).

Para aqueles submetidos aos tratamentos B e C o fator estação do ano exerceu pouca influencia, apesar do fator de condição no 3º ciclo do tratamento C ser bastante elevado. Isso pode está associado à presença de enfermidade verificada com maior freqüência no tratamento C durante o referido período.

A regressão quadrática confirma a relação funcional existente entre as variáveis peso e comprimento, através dos r<sup>2</sup> obtidos para os tratamentos que variaram de 0,933 – 0,9965.

Maia (2005), sugere que densidades de estocagem excessivas também podem causar variações no crescimento dos peixes, afetando a homogeneidade dos lotes, principalmente, quando o adensamento é grande, dificultando com isso o acesso ao alimento e gerando competição nas zonas de alimentação, fato que também pode ter influenciado o desempenho zootécnico dos camarões para o tratamento C.



**FIGURA 3.** Relação peso médio versus comprimento médio de *L. vannamei* submetido aos tratamentos A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>) e C (30 camarões/m<sup>2</sup>).

### 3.4 Crescimento em peso (W)

Tanto no 1º quanto no 2º ciclos não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos A, B e C (Figura 4), embora os camarões estocados sob a densidade de 20 indivíduos/m<sup>2</sup> tenham mostrado médias ligeiramente superiores aos outros tratamentos.

No terceiro ciclo as linhas para os tratamentos A, B e C apresentaram maior amplitude, quando comparadas às linhas dos ciclos I e II para os mesmos tratamentos. Isto pode estar associado aos menores coeficientes alométricos (b) obtidos no terceiro ciclo em relação às demais repetições. Com valores de (b) inferiores ou próximos de 3, os camarões estocados demonstraram que seus tecidos apresentaram maior desempenho em espessura, assumindo formas mais arredondadas.

O tratamento B apresentou o melhor ganho de peso semanal de 0,55g, entretanto, esta diferença é pouco significativa em relação ao tratamento A, cujo ganho de peso foi de 0,52g/semanal. Estes valores mostraram-se inferiores aos índices obtidos nos sistemas de cultivo semi-intensivos, os quais alcançam 1,2 a 1,4g/semanal (Davis & Venero, 2005) com sobrevivência de 60 a 70%. Para todos os tratamentos, o crescimento em peso foi inferior nos ciclos subseqüentes apontando para uma diminuição progressivamente deste índice zootécnico, conforme tabela 5.

Fonseca et al., (2005), estudando o declínio do desempenho dos camarões em uma fazenda no estado de Pernambuco, constataram que grande quantidade de matéria orgânica infiltrada nas camadas inferiores do solo seria a responsável pela produção de sulfeto de hidrogênio em níveis muito acima (1mg/l) do tolerado por camarões (0,001 mg/l), verificando declínio no crescimento médio semanal dos camarões de 0,70 g para 0,44 g similar ao observado neste estudo.

O mesmo declínio foi observado na fazenda Camanor, no Rio Grande do Norte que operava com densidades de 30-40 camarões/m<sup>2</sup> onde no início do ano o ganho de peso semanal foi 0,8g e o final deste aproximava-se de 0,5g, despescando camarões entre 10 – 11g (Carvalho-Filho, 2004).

As densidades de estocagem influenciaram de forma marcante os ciclos. O crescimento em peso apresentou uma relação inversa ao número de indivíduos/



m<sup>2</sup> (Valentini & Sampaio, 1996). Essa relação também pode ser verificada nos estudos de Amaral et al., (2003), avaliando a alimentação de *L. vannamei*, onde obtiveram ganho de peso semanal de 0,90g e 0,69g para densidades de 11 e 58 indivíduos/m<sup>2</sup>, respectivamente, bem como os dados apresentados por Silva; Carvalho & Rocha (2003), testando a eficiência de “raceways” em cultivos com densidades de 33,3 e 25 camarões/m<sup>2</sup>, cujo ganho de peso foi de 0,39 e 0,52g/semanal, respectivamente, pode ratificar a relação também encontrada neste trabalho.

Estas constatações corroboram com os resultados de Mukhi et al., (2001), ao afirmar que embora possa existir uma boa taxa de conversão alimentar e maior rendimento com elevadas densidades de povoamento, são registradas menores taxa de crescimento e sobrevivência.

Todas as linhas do crescimento em peso apresentaram perfil ascendente e o W<sub>∞</sub> foi alcançados por todos os tratamentos do 2º ciclo e pelos tratamentos A e B do 1º ciclo, enquanto o tratamento C deste último, e em todos os tratamentos do 3º ciclo, os pesos apresentados pelos camarões ao final do ciclo foram inferiores aos pesos máximos teóricos calculados.

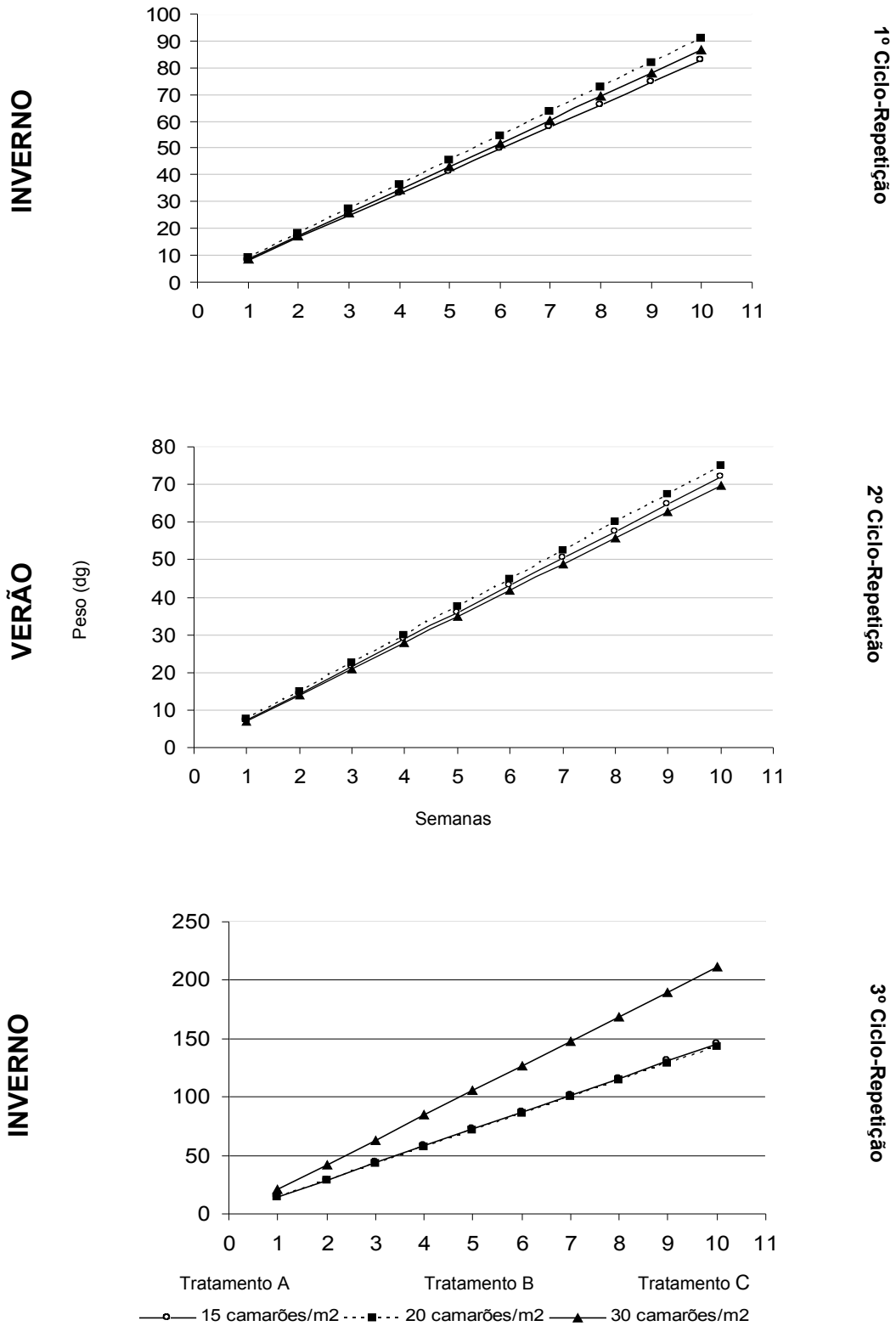


FIGURA 4. Curvas de crescimento em peso de *L. vannamei* submetido aos tratamentos A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>) e C (30 camarões/m<sup>2</sup>).

### 3.5 Testes F e de Média para comprimento (mm) e peso (g)

O teste de Tukey mostra que tanto para as médias de ganho de peso quanto o crescimento em comprimento os tratamentos A e B são superiores ao tratamento C havendo diferenças significativas entre eles indicadas pelas letras minúsculas distintas. O coeficiente de variação (CV) para o comprimento e peso foram 3,64% e 5,13%, respectivamente, demonstram que os dados obtidos sofreram pequena dispersão em relação à média para as duas variáveis biométricas analisadas (mm e g).

Para o peso ( $P < 0,01$  e  $P < 0,05$ ) e comprimento ( $P < 0,05$ ) médios do camarão submetido aos ciclos de engorda houve um decréscimo significativo à medida que aumentou a densidade, confirmado pelo teste F, cujo valor tabelado de 5,14 para os graus de liberdade 2 e 6 foi inferior aqueles obtidos pela análise de variância do comprimento e peso, atestando a variação pelo efeito do tratamento e não do acaso. Os valores obtidos para os testes F, de Tukey, e CV são apresentados na tabela 4.

### 3.6 Sobrevivência e conversão alimentar (C.A)

Os valores obtidos para a sobrevivência, conversão alimentar e ganho de peso semanal estão expresso na tabela 5.

As maiores taxas de sobrevivência foram verificadas ao Tratamento A em todos os ciclos. Os valores desta variável diminuíram com o aumento da densidade de povoamento, atestando a dependência e comportamento inverso existente entre elas. Isso também foi observado por Peregrino; Correia & Oliveira, (2002), cujo experimento com *L. vannamei* em berçários intensivos sob densidades de 2.250 PL's/m<sup>2</sup> obtiveram sobrevivência de 65% onde esperava-se 80 – 90%.

Os melhores resultados de sobrevivência foram obtidos no período mais quente do ano (2º ciclo), com as menores densidades de estocagem, onde variaram de 32,08 a 54,28%, enquanto nos demais ciclos (inverno) a sobrevivência esteve entre 25,19 a 50,4%. As taxas de sobrevivência encontradas

para todos os tratamentos e ciclos foram abaixo daquelas que podem ser alcançadas em sistemas semi-intensivos, embora Barbieri & Ostrensky (2002) afirmem que mesmo em densidades inferiores a 30 camarões/m<sup>2</sup>, raras são as fazendas no país que conseguem sobrevivências superiores a 65 – 75%.

Os valores de sobrevivência (tabela 5) obtidos neste experimento foram muito próximos aos índices registrados por fazendas do Rio Grande do Norte (39 a 50%), Ceará (35 -65%) e Piauí (52,4 – 63%) atingidas pela NIM (IMNV) (Fonseca et al., 2005; Maia, 2005). Este fato associado aos sinais clínicos (Figura 5, 6 e 7 em anexo) identificados ao longo dos ciclos sugerem que a ação de patógenos presentes no ambiente de confinamento pode ter influenciado de forma negativa a sobrevivência da população estocada (Bell & Laithgner, 2000) A confirmação deste fato requer análises histológicas e testes laboratoriais (PCR), bem como a análise da qualidade da água e do solo.

Em todos os tratamentos a conversão alimentar (CA) esteve acima das médias registradas em sistemas semi-intensivos (1,1 - 1,3: 1) segundo Barbieri & Ostrensky (2002). Quando comparamos os tratamentos A, B e C, verificamos que a CA aumenta com o incremento da densidade. Estes valores de CA podem também ter sido influenciados pela ação de agentes virais e bacterianos que podem elevar estes índices a 3:1 (Maia, 2005).

**TABELA 4.** Valores médios do comprimento (mm) e do peso (g) dos camarões ao final dos ciclos dos tratamentos A, B e C, com seus respectivos testes F e coeficientes de variação (%)

Densidades	Comprimento (mm)	Peso (g)
Médias		
Tratamento A - 15 camarões/m <sup>2</sup>	95,833 <sup>a</sup>	7,6967 <sup>a</sup>
Tratamento B - 20 camarões/m <sup>2</sup>	95,553 <sup>a</sup>	7,4467 <sup>a</sup>
Tratamento C - 30 camarões/m <sup>2</sup>	87,193 <sup>b</sup>	6,3067 <sup>b</sup>
<b>Teste F</b>	6,31*	12,22 <sup>(**)</sup>
<b>CV (%)</b>	3,64	5,13

Médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo Teste de Tukey, \* -significativo ao nível de 5% de probabilidade (P< 0,05); \*\* - significativo ao nível de 1% (P< 0,01) de probabilidade.

**TABELA 5.** Indicadores quantitativos e zootécnicos do ciclo de engorda do *Litopenaeus vannamei* submetido aos tratamentos A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>) e C (30 camarões/m<sup>2</sup>).

<b>Indicadores quantitativos</b>	<b>Tratamento A</b> 15 camarões/m <sup>2</sup>	<b>Tratamento B</b> 20 camarões/m <sup>2</sup>	<b>Tratamento C</b> 30 camarões/m <sup>2</sup>
<b>I Ciclo - Repetição 1</b>			
Peso Médio	<b>8,4g</b>	<b>9,0 g</b>	<b>7,9g</b>
Sobrevivência	<b>45,96%</b>	<b>34 %</b>	<b>25,19%</b>
Produção	694 kg	705	760 kg
Conversão Alimentar (CA)	1 : 1,47	1 : 1,66	1 : 1,81
Crescimento médio semanal	<b>0,52g</b>	<b>0,55g</b>	<b>0,46g</b>
W <sup>∞</sup>	8,2	9,07	8,6
<b>II Ciclo - Repetição 2</b>			
Peso Médio	<b>8,3 g</b>	<b>8,0g</b>	<b>8,0g</b>
Sobrevivência	<b>54,28%</b>	<b>36,46%</b>	<b>32,08%</b>
Produção	815 Kg	730	785
Conversão Alimentar (CA)	1,58 : 1	1,72 : 1	1,65 : 1
Crescimento médio semanal	<b>0,52g</b>	<b>0,50g</b>	<b>0,47g</b>
W <sup>∞</sup>	6,6	7,4	6,9
<b>III Ciclo - Repetição 3</b>			
Peso Médio	<b>7,5 g</b>	<b>7,5g</b>	<b>7,5g</b>
Sobrevivência	<b>50,4%</b>	<b>32,95%</b>	<b>30,17%</b>
Produção	570 kg	500 kg	680 kg
Conversão Alimentar (CA)	1,61 : 1	1,99: 1	2,03 : 1
Crescimento médio semanal	<b>0,48g</b>	<b>0,48g</b>	<b>0,44g</b>
W <sup>∞</sup>	14,5	14,2	21,09

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As elevadas densidades de estocagem no cultivo do camarão *L. vannamei*, exige maior consumo de ração. O consumo e a degradação do alimento ofertado gera maior aporte de resíduos e metabólitos nocivos aos organismos aquáticos.

Este cenário favorece o estabelecimento de condições insalubres, que provocam a mortalidade e afetam o desempenho zootécnico do camarão cultivado de maneira proporcional ao número de indivíduos confinados nos viveiros de engorda.

O estresse provocado por alterações hidrológicas interfere na dinâmica do crescimento, na condição fisiológica e sanidade dos camarões. Em ambientes inóspito, a atividade alimentar dos camarões é sensivelmente afetada, causando a debilidade do sistema imunológico dos camarões, permitindo a ação de patógenos presentes no ambiente de confinamento, com conseqüente mortalidade de parte ou de toda a população estocada.

Os melhores índices de ganho de peso semanal, crescimento em comprimento e conversão alimentar são obtidos nas menores densidades de estocagem (15 e 20 camarões/m<sup>2</sup>), onde é mantido o equilíbrio entre o ambiente e os camarões. Os ciclos de engorda com maior número de indivíduos/m<sup>2</sup>, são mais susceptíveis a ação de patógenos, resultando em menores taxas de sobrevivência.

Ciclos sucessivos de engorda sem tratamento do solo influenciam diretamente a qualidade da água e causam a redução do crescimento em peso (g) dos camarões nos cultivos subseqüentes.

A carcinicultura depende do ambiente natural para sua sobrevivência e manutenção. Portanto, é indispensável à adoção de práticas sustentáveis que minimizem os impactos ambientais, evitem a auto-poluição dos viveiros e degradam as áreas de manguezais, bioma limítrofe entre os oceanos e o continente.

## **ANEXOS**

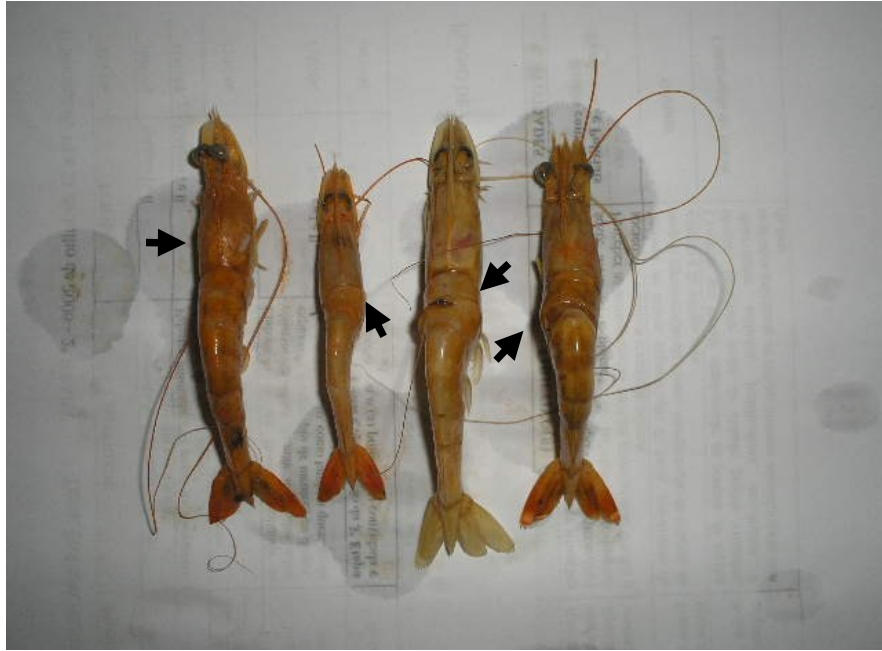


**FIGURA 5.** Sinais macroscópicos, indicativos de patógenos durante os ciclos de engorda do *L. vannamei*. A - deformidade nos rostros; B – vista frontal dos rostros.





**FIGURA 6.** Sinais macroscópicos, indicativos de patógenos durante os ciclos de engorda do *L. vannamei*, C - necroses generalizadas da carapaça.



**FIGURA 7.** Sinais macroscópicos, indicativos de patógenos durante os ciclos de engorda do *L. vannamei*. A - intumescimento do cefalotórax e 1º e 2º segmentos abdominais; B – necrose no último segmento e deformidade no télson.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC. Tóxicos Metabólicos – Dicas Técnicas. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, ano 3, nº 2, p.17-20, 2001.

ABCC. O Agronegócio do camarão marinho cultivado. Ed. AGN gráfica. Recife, p. 19-22, Julho/2002.

ABCC. Código de conduta e de boas práticas de manejo e de fabricação para uma carcinicultura ambientalmente sustentável e socialmente justa. ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, 1ª ed., p. 86, 2005.

AMARAL, R., ROCHA, I.P. & LIRA, G.P. Alimentação de camarões e consumo de alimentos na carcinicultura: a experiência brasileira. Rev. da ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, ano 5, nº 2, p.35-44, 2003.

ARAÚJO, D.A.; FEITOSA, W.; et al. Efeito do uso de imunostimulantes no desempenho do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* criado em viveiros. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, ano 7, nº 1, p. 43-54, 2005.

ARAÚJO, F.G. & PORTZ, L. Consorciamento do camarão gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e com carpa comum (*Cyprinus carpio*) em diferentes taxas de estocagem. B. Instituto de Pesca, São Paulo v. 24 (especial) p.57-69, 1997.

BAHIA PESCA. Macrodiagnóstico do Potencial da Bahia para a carcinicultura marinha (CD-rom). Salvador, Editora Egba, Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária, 2003.

BARBIERI, R.C.JR. & OSTRENSKY, A.O.N. Camarões marinhos – Engorda - Viçosa – MG, Editora Aprenda fácil, v. II, p. 370, 2002.

BELL, T. A & LIGHTNER, D.V. A Handbook of hystogoly of penaeid shirmp. Aquaculture Development Program. Ed. World Aquaculture Society, Tucson, Arizona – USA, p. 200, 2000.

BOYD, C. E. Parâmetros da qualidade da água: Sólidos suspensos totais. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 3, n. 2, p.34-35, 2001.

\_\_\_\_\_. Parâmetros da qualidade da água: Oxigênio Dissolvido. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, ano 4, nº 1, p.66-69, 2002.

\_\_\_\_\_. Manejo da microbiologia de sedimentos. Rev. da ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, ano 5, nº 2, p.77-81, 2003.

CARVALHO-FILHO, J. As desvantagens das altas densidades de povoamento. Rev. Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, vol. 14, nº 81, p.53-58, Janeiro/fevereiro 2004.

CHAMBERLAIN, G. *et al*, Vantagens de sistemas aerados de reutilização microbiana com C:N balanceado. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, ano 3, nº 2, p.26-30. 2001.

DAVIS, A. & VENERO, J.A. Repensando a alimentação para camarão cultivado. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, ano 7, nº 4, p. 66-68, 2005.

DRAHOS, D.I. O potencial para a inoculação de bactérias nitrificadoras para controlar a amônia e o nitrito em viveiros de camarão. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão, Recife, ano 8 nº 1, p.35-37, 2006.

FONSECA, C.S. *et al*. Análise dos fatores limitantes e estratégias de manejo no cultivo do *Litopenaeus vannamei* em viveiros com solo arenosos. Anais da FENACAM, Natal, p.50, 2005.

FONTELES-FILHO, A.A. Recursos pesqueiros – biologia e dinâmica populacional. Imprensa oficial do Ceará, Fortaleza, p.296, 1989.

HENNIG, O.L.; VASCONCELOS, T.C.; ANDRADE, T.P.*et al*. Avaliação da contagem total de hemócitos (CTH) na hemolifa do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) cultivado em diferentes salinidades. Anais do XI CONBEP. v. 2, p. 589-583, 1999.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. Dados políticos geográficos de municípios do estado da Bahia, 2002. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> acesso em: 02/12/06

LIGHTNER, D.V. A handbook of pathology and diagnostic procedures for diseases of penaeid shrimps. University of Arizona, Department of veterinary Science, Tucson, Arizona, U.S.A, (CD-Rom), 2000.

LORENZEN, K. A simple Von Bertalanffy model for density dependent growth in extensive aquaculture, with an application to common carp (*Cyprinus carpio*). Magazine Aquaculture, 142:191-205, 1996.

MAIA, E. Especialista fala sobre o policultivo de camarão com a tilápia. Revista Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, vol.15, nº 89, p.56-58, 2005.

MARQUES, L.C.; GESTEIRA, T. C. V.; ANDRADE, T. P. *et al*. Efeitos de altas salinidades sobre o cultivo do camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em condições de laboratório. Anais do XI CONBEP. V. 2, p. 581-593, 1999.

MUKHI, S.K, *et al*. Manejo de resíduos de uma fazenda de camarão. Revista INFOFSH Internacional, Janeiro/fevereiro – Tradução da ABCC, ano 3, nº 2, p. 48-54. 2001.

NUNES, A.J.P, Panorama do cultivo de camarões marinhos no Brasil. Revista Brasileira de Agropecuária, ano I, nº 12, p.40- 41. 2000.

PEREIRA, L.P.F; MERCANTE, C.T.J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água, uma revisão. B. Instituto de Pesca, São Paulo, 31(1), p.81-88, 2005.

PEREIRA, A.M.L, *et al.* Biossegurança em fazendas de camarão. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 6, nº 1, p.55-58, 2004.

PEREGRINO, L.H.S.; CORREIA, E.S.; OLIVEIRA, A. Cultivo intensivo em viveiros berçários do camarão *Litopenaeus vannamei*. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 4, nº 1, p.70-74, 2002.

ROS, J.S.C. América Latina fuente de camaronês unos años después. Revista INFOPECA Internacional, n.3, p. 38-46, Octubre-noviembre 1999.

ROCHA, I.P. Carcinicultura marinha brasileira: realidade e perspectiva. Publicado em 1998. Disponível em <http://www.mcraquacultura.com.br/pub/pub4.htm>. Acessado em: 06. jun. 2003.

SEMARNAP. Atlas de enfermedades de peneídeos. Secretaria de Médio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Tlalpan, México, 1ª edição, p. 120, 1999.

SEIFFERT, W. & BELTRAME, E. A capacidade de carga e a carcinicultura marinha. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 6 nº 1, p. 63-67, 2004.

SILVA, L.S.R.; CARVALHO, R.A.P.L.F.; ROCHA, I.P. Cultivo intensivo de *L. vannamei* em berçários secundários (raceways). Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 5, nº 1 p.,7679, 2003.

TSAI, S. M.; BARAIBAR, A. V. L.; ROMANI, V. L. M. Efeitos de fatores do solo. Microbiologia do solo. Ed. RVGE LTDA. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. Campinas, São Paulo, Cap. 5, p. 59-71, 1992.

VALENTI, W.C; SAMPAIO, C. M. S. Análise quantitativa do cultivo do camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) em viveiro de engorda. Revista Brasileira de Biologia. Maringá, v 56 (1), p. 51-57, 1996.

VINATEA, L.; BELTRAME, E. A aeração ajuda a minimizar o impacto das doenças do camarão marinho?. Revista Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro. V.15, nº 89, p. 39-43, 2005.

VINATEA, L. A. Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura. Editora da UFSC, Santa Catarina, p. 166, 1997.

WASIELESKY JR, W. *et al.* Estudo preliminar do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em cercado no estuário da Lagoa dos Patos. B. Instituto de Pesca. São Paulo, 30(1): p. 63-70, 2004.

## CAPÍTULO II

### **CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SEDIMENTO E DO SOLO DE VIVEIROS, SUBMETIDOS À ENGORDA DO CAMARÃO, *Litopenaues vannamei*<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup> Artigo submetido ao Comitê Editorial da Revista Brasileira de Ciências do Solo

**CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SEDIMENTO E DO SOLO DE VIVEIROS, SUBMETIDOS À ENGORDA DO CAMARÃO, *Litopenaeus vannamei***

Autor: Roginaldo de Brito Chagas

Orientador: Dr. Leandro Portz

Co-orientador: Dr. Francisco Fadigas

**RESUMO:** Foram desenvolvidos cultivos de *Litopenaeus vannamei* (camarão branco) em três densidades de estocagem (Tratamento A -15 camarões/m<sup>2</sup>, Tratamento B - 20 camarões/m<sup>2</sup> e Tratamento C - 30 camarões/m<sup>2</sup>) em viveiros de 12.000 m<sup>2</sup>, entre junho de 2005 e setembro de 2006, na Unidade Experimental de carcinicultura da Bahia Pesca – Fazenda Oruabo, localizada em Santo Amaro – BA. Aplicou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições, separados no tempo. Nos três viveiros antes e ao final de cada cultivo (repetição) foram coletadas 10 amostras do solo em profundidade de 1, 0-10 e 10-20 cm, perfazendo um total de 36 amostras secas em estufa (TFSE) e peneiradas com tamis de 2,0 mm. O objetivo do trabalho foi identificar as frações granulométricas, pH e os teores de matéria orgânica, carbono (C) fósforo (P), nitrogênio (N), enxofre (S) totais, relação C:N, Ca<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup>, CTC, soma (SB) e saturação de bases (V%) e do sedimento coletado. Os dados obtidos foram submetidos ao Teste de Tukey (p< 0,05). Os solos submetidos aos tratamentos A, B e C, apresentaram diversas texturas conforme a profundidade, variando de argila a franco arenoso no tratamento A, de areia a argila no tratamento B e de areia a franco argilo arenoso no tratamento C. Não houve diferenças em relação aos atributos químicos, exceto para (P) e C<sub>org</sub>, entre os tratamentos, embora tenha sido registrada diferença para a maioria dos atributos químicos entre as camadas de 1, 1-10 e 10-20 cm. Os atributos químicos nos tratamentos foram influenciados pela constituição textural do solo, e seus teores superaram as concentrações determinadas nas testemunhas.

**Palavras-chave:** camarão, densidade, sedimento e solo.

**PHYSIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE SEDIMENT OF EARTH  
PONDS ON THE SHRIMP, *Litopenaues vannamei*, CULTURE**

Author: Roginaldo de Brito Chagas

Advisor: Dr. Leandro Portz

Co-Advisor: Dr. Francisco Fadigas

**ABSTRACT:** The culture of *Litopenaues vannamei* were carry out in three stock densities (Treatment A -15 shrimp/m<sup>2</sup>, Tratament B - 20 shrimp/m<sup>2</sup> and Tratament C - 30 shrimp/m<sup>2</sup>) in earth pounds of 10.000 m<sup>2</sup> (1ha), between June of 2005 and September of 2006, in the Oruabo Marine Station, Unit of Bahia Pesca Fisheries State Company, located in the district of Acupe, Santo Amaro - BA. The experiment was accomplished in a completely randomized design, with three treatments and three repetitions, separate in the time. In the three ponds before and at the end of each cultivation (repetition) 10 samples of the soil were collected in depth of 1, 0-10 and 10-20 cm a total of 36 dry samples in greenhouse. The objective was to identify the fractions, pH and the concentrations of organic matter, carbon (C) phosphor (P), nitrogen (N), sulfur (S) total, relationship C:N, Ca<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup>, CTC, adds and saturation of bases and of the collected sediment. The obtained data were submitted to the Test of Tukey (p <0,05). The soils submitted to the treatments A, B and C, they presented several textures according to the depth, varying from clay to sandy franc in A, of sand the clay in B and of sand to franc sandy argil in C. there were not differences in relation to the chemical attributes, except for (P) and organic C, among the treatments, although difference has been registered for most of the chemical attributes among the layers of 1, 1-10 and 10-20 cm. The chemical attributes in the treatments were influenced by the constitution textural of the soil, and their concentrations overcame the certain concentrations in the control.

**Key-words:** density, mud, soil, and shirmp.



## 1. INTRODUÇÃO

Em função do manejo a que está submetido, o solo é passível tanto de degradação quanto de maximização do seu potencial produtivo. Constituinte dos ecossistemas, o solo exerce funções essenciais para a manutenção da vida, no controle da temperatura, na difusão de gases, na degradação de substâncias poluentes, como substrato para flora e fauna de diversos biomas, meio para organismos que habitam o interstício granular.

O solo desempenha papel fundamental nos sistemas aquáticos, proporcionando uma capacidade de tamponamento que evita as variações de pH, e conseqüente, alteração na dureza e alcalinidade da água, mantendo condições ideais para a criação de espécies aquícolas de importância econômica. Nestes sistemas, o solo mantém relação íntima com a água, onde os processos biogeoquímicos, que ocorrem em ambos, agem de forma bidirecional, provocando alterações nas propriedades e atributos biológicos, físicos e químicos desses componentes.

Fonte de macro e micronutrientes (Souza & Melo, 2003) necessários às atividades fisiológicas de diversos organismos, o solo também é responsável pela produtividade natural dos viveiros, sustentando animais bentônicos como os poliquetas, anelídeos, nematóides, os fitobentos (microalgas, plantas) e as comunidades microbianas que habitam o sedimento aquático ou a superfície deste.

As comunidades bentônicas, portanto, servem como fonte de alimento natural para os camarões os quais, segundo Brito et al., (2005) contribuem com até 85% da dieta em sistemas semi-intensivos e entre 23 – 47% em sistemas intensivos, influenciando os custos das unidades produtoras, o consumo do alimento artificial e, como conseqüência, maior ou menor grau de degradação da água e do solo.

A carcinicultura, entre tantas atividades aquícolas, se destaca por sua expressiva contribuição no setor. Nestes sistemas de produção, é freqüente a formação de uma camada de sedimento lodoso sob o horizonte B do solo, uma vez que normalmente o horizonte A mais superficial, é retirado para a construção dos diques dos viveiros.

O sedimento presente no fundo dos viveiros é formado pelo acúmulo de resíduos derivados do alimento não consumido, do material fecal, do metabolismo de nutrientes (Mukhi et al., 2001) de exoesqueleto de camarões em muda, do material em suspensão carregado pela água de abastecimento e pela biomassa de organismos mortos (Barbieri Jr & Ostrensky 2002).

Ao longo de sucessivos períodos de engorda do camarão, os sedimentos se acumulam no fundo dos viveiros, interferindo imediatamente na qualidade do solo e da água, na qualidade das comunidades de zôo e fitoplâncton e na fauna bentônica dele dependente. Esse acúmulo é decorrente das altas densidades de povoamento, contribuindo para a produção excessiva e depósito de materiais orgânicos na interface água-solo (Malpartida et al., 2004).

O material orgânico presente no sedimento dos viveiros de engorda é decomposto em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , por microorganismos que retiram o oxigênio presente na coluna d'água e nos poros da camada aeróbica do substrato (Barbieri & Ostrensky, 2002), cuja espessura não ultrapassa poucos milímetros.

À medida que o  $\text{O}_2$  dissolvido é consumido na camada aeróbica do sedimento, o processo de degradação da matéria orgânica prossegue por via anaeróbica, tal como ocorre nas camadas mais profundas do sedimento (zona anóxica), onde os microorganismos retiram de outros compostos o oxigênio, que exerce fundamental papel como aceptor final de  $\text{H}^+$  e reagente fundamental nas reações da respiração.

Nas vias anaeróbicas, dá-se início à fermentação ao passo que bactérias denitrificantes, na sua maioria espécies dos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas* (Purves, et al., 2002) removem o oxigênio do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), liberando gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e amônia ( $\text{NH}_3$ ) como metabólitos.

Esgotadas as fontes de nitritos e nitratos, ferro-bactérias retiram o  $\text{O}_2$  dos óxidos de ferro ( $\text{FeO}$ ) e manganês ( $\text{MnO}$ ) (Boyd, 2004b) que em condições aeróbicas, não sofrem redução, e seu acúmulo é responsável pela cor marrom, natural dos solos em equilíbrio. Em condições anaeróbicas, entretanto, ocorre à

redução destes óxidos, situação pode ser verificada pela cor cinza e/ou preta presentes no fundo dos viveiros, indício de elevadas concentrações de matéria orgânica e possível degradação do solo.

Consumido o oxigênio contido nos óxidos, as bactérias quimioautotróficas, (Proteobacterias do grupo que inclui a *Escherichia coli*) transformam o sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) em sulfitos ( $\text{SO}_3^{-2}$ ) e gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Finalmente, o  $\text{CO}_2$ , produto de parte da decomposição dos detritos, torna-se fonte de  $\text{O}_2$  para bactérias metanogênicas acetoclásticas e hidrogenotróficas, dos gêneros *Methanosarcina*, *Methanosaeta*; *Methanothrix*, *Methanospirillum* e *Methanobrevibacter* (Chernicharo, 1997), produtoras de metano ( $\text{CH}_4$ ) (Boyd, 1997; Barbieri & Ostrensky, 2002 e Malpartida et al., 2004).

A amônia, gás sulfídrico e metano ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ), produtos da atividade microbiana no leito dos viveiros, são compostos reduzidos altamente tóxicos que dissolvem-se facilmente na água alterando suas propriedades (Vinatea, 1997) e tornando o sistema aquático artificial inadequado para o crescimento e sobrevivência dos camarões.

A produção de tais gases é maximizada quando o percentual de matéria orgânica está elevado, tornando o potencial redox mais negativo. Malpartida et al., (2004) afirmaram que quanto maior for esse potencial, maior também serão as cargas eletronegativas do solo, que pode ultrapassar  $-400\text{mv}$ , disponibilizando elétrons para que compostos oxidados assumam formas reduzidas extremamente nocivas aos organismos aquáticos.

Ono & Kubiza (2003) apontam o sedimento lodoso como a principal causa da deteriorização precoce da qualidade da água e do aumento da incidência de doenças. Segundo Hernandez (2001) e Lemos (2004), isso ocorre, porque a saúde dos camarões é fortemente influenciada pelas condições físicas, químicas e biológicas que prevalecem durante o cultivo e que o aparecimento das doenças resulta do desequilíbrio entre o organismo, ambiente e patógeno, o que é potencializado quando surgem mudanças bruscas no meio ambiente, como as desencadeadas pela degradação do sedimento.

O estresse dos camarões provocado pelas condições ambientais insalubres, geram alterações fisiológica, imunológica, sobre a taxa de alimentação e o crescimento, deixando os animais cultivados mais vulneráveis ao ataque de patógenos presentes no meio, como os vírus da mancha branca (WSSV), da

cabeça amarela (YHV), da Síndrome de Taura (TVS) (More & Frelie, 2003) do NHP (Necrose Hematopoética) e vibrioses causadas por bactérias. Vários fatores ambientais podem desencadear um processo infeccioso nos camarões marinhos, como, as temperaturas e pH extremos, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido, as mudanças abruptas na salinidade e a presença de substâncias tóxicas.

O manejo adequado dos recursos costeiros permite estabelecer condições para a sustentabilidade da atividade aquícola e do ambiente marinho. O sedimento produzido pelos sistemas de cultivos de camarão exerce grande impacto na qualidade dos efluentes lançados pelas fazendas nos manguezais e estuários, uma vez que exporta compostos que promovem alterações na qualidade da água.

O potencial impactante do sedimento está associado ao aporte de materiais orgânicos acima da capacidade de carga do solo, ou seja, acima do poder de assimilação pelos microrganismos. Este aporte tem uma relação direta com as densidades de povoamentos e o nível tecnológico das unidades produtoras de camarões.

Aproximadamente 60% da matéria orgânica e dos nutrientes utilizados em viveiros de aquíicultura acabam no fundo dos viveiros (Jamu & Piedrahita, 2002), afetando o equilíbrio desse sistema artificial, além de atuar de maneira decisiva na sobrevivência, na sanidade dos organismos, e na produtividade das fazendas.

Assim, é importante determinar em quais densidades de estocagem o cultivo de camarão marinho gera menor impacto aos viveiros de engorda e ao ambiente circunvizinho.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar as características granulométricas e químicas na camada superficial do solo de três viveiros de criação de camarão marinho, para obter informações que elucidem a dinâmica dos sedimentos dos viveiros e sua interação com os organismos cultivados, em função das densidades de estocagem adotadas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

Descrita no item 2.1 do capítulo I,

### 2.2 O Experimento

Para a avaliação dos atributos do leite dos viveiros de engorda de camarão foram desenvolvidos aplicados os procedimentos descritos a seguir.

Antes do início de cada ciclo (repetição) os viveiros foram submetidos à aragem e calagem com calcário dolomítico ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) na proporção de 500 Kg/ha conforme Boyd (1997). Cada viveiro foi adubado uma vez, com uréia agrícola (50kg/ha) e superfosfato triplo (5kg/ha) simultaneamente ao abastecimento inicial. Ao atingir a capacidade máxima do volume de água (12.000m<sup>3</sup>), os viveiros foram povoados com as PL's provenientes do laboratório de larvicultura da própria fazenda. Estas foram transportadas em tanques de polipropileno (600L) com aeração artificial forçada por compressor.

Os animais foram alimentados do 1º ao 22º dia com ração comercial triturada ofertada por voleio. A partir do 23º dia até o término do cultivo os camarões foram alimentados com ração peletizada (formulação descrita no item 2.2 do capítulo I) ofertada em bandejas de alimentação. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia durante seis dias da semana ajustada conforme metodologia descrita no item 2.2 do capítulo I. A taxa de renovação de água foi de 5% para reposição das perdas por evaporação e infiltração.

Antes do abastecimento dos viveiros com água do mar e após dois dias do término de cada ciclo (despesca do camarão) foram coletadas em cada viveiro 10 amostras do solo e sedimento de fundo em profundidades de 1, 1-10 e 10-20 cm totalizando 36 amostras.

As amostras coletadas antes do início de cada ciclo correspondem a testemunha, para comparação com as demais amostras obtidas ao final dos ciclos.

Coletou-se a camada superficial (sedimento) de 1 cm em um quadrante de 0,50 m de lado. O solo das profundidades de 1-10 e 10-20 cm foi coletado com um trado em 10 pontos diferentes dos viveiros. Estas sub-amostras foram homogenizadas separadamente, conforme a profundidade, em baldes e então retiradas duas amostras de 250g. As porções dos solos foram secas ao ar por uma semana e peneiradas em tamis de 2 mm, obtendo a terra fina seca ao ar (TFSA).

### **2.3 Análises Físicas e Químicas**

As amostras foram submetidas à análise granulométrica, para determinação dos teores de areia total (de 0,05 a 1,0 mm), silte (0,005 a 0,08 mm) e argila (< 0,001 até 0,005 mm) (Pádua, 2003) através do método do densímetro, que se baseia na sedimentação das partículas que compõem o sedimento após a adição de um dispersante químico (hidróxido de sódio NaOH) (Embrapa, 1997).

As amostras foram submetidas a análises químicas para determinação do teor de carbono orgânico e da matéria orgânica, por meio da oxidação via úmida com  $K_2Cr_2O_7$  (Dicromato de potássio) em meio sulfúrico. Desta forma calculou-se a percentagem de matéria orgânica multiplicando-se o teor de carbono orgânico pelo fator de correção 1,724. (Embrapa, 1997).

Também foram determinadas os teores de nitrogênio total (N) pelo método de Kjeldah, fósforo disponível (P) com extrator  $H_2SO_4$  0,25N + HCl 0,05 N, o enxofre total (S) pelo ataque com HCl 1:1 precipitação com  $BaCl_2$  e calcinação do  $BaSO_4$ , pH em  $H_2O$  (1:2,5) com um potenciômetro e a acidez potencial ( $H^+$  Al), Al trocável por titulação com NaOH. Os Cátions  $Ca^+$ ,  $Mg^{+2}$ , por titulação com EDTA e o  $Na^+$  e  $K^+$  por fotometria de chama. A soma de bases e CTC foram calculadas à partir dos valores analíticos como descritos pela EMBRAPA (1997).

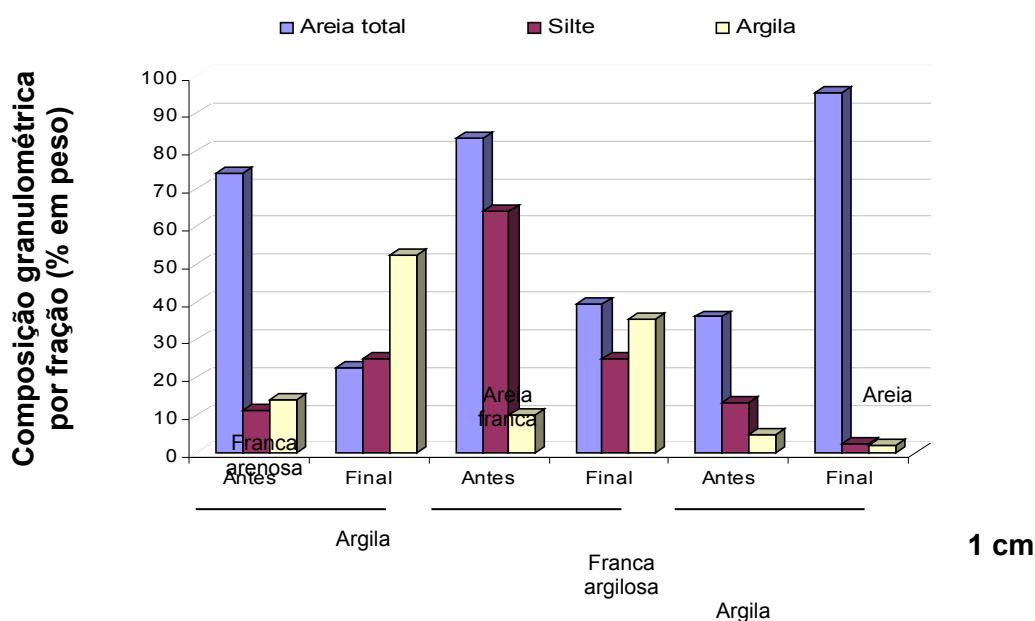
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Constituição textural do solo dos viveiros

As figuras 1, 2 e 3 expressam os percentuais das frações granulométricas e a classificação textural (USDA) do sedimento (1cm) e do solo nas profundidades de 1-10 e 10-20 cm dos viveiros submetidos a criação de camarões nas densidades de 15, 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup>. A análise da composição granulométrica mostra que em geral, o percentual de argila, silte e areia total sofrem grandes variações nas camadas de 1 e 1-10 cm de um ciclo para outro, embora, na camada de 10-20 cm essas frações mantiveram-se semelhantes a condição anterior à execução do experimento (testemunha).

Sob a densidade de 15 camarões/m<sup>2</sup> (tratamento A), o sedimento (1cm) apresentou grande variação em sua constituição textural quando comparado à testemunha. Foi verificado expressivo aumento dos percentuais de argila e silte com proporcional declínio da fração areia, composta pelas subfrações areia muito grossa, grossa, média, fina e muito fina. Esse fato promoveu a alteração da classificação textural desta camada de franco-arenoso (testemunha) para argilosa, conforme figura 1.

Para a mesma camada na densidade de 20 camarões/m<sup>2</sup> B, houve incremento apenas da fração argila e decréscimo do silte e areia total, registrando a mudança de uma textura de areia franca, para franco argilosa. (Figura 1)



**FIGURA 1.** Composição granulométrica e classificação textural na profundidade de 1cm do sedimento do fundo dos viveiros de engorda de *Litopenaeus vannamei*, cultivado em densidades de 15, 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup>.

15 camarões/m<sup>2</sup>

20 camarões/m<sup>2</sup>

30 camarões/m<sup>2</sup>

A mudança textural ocorrida na camada de 1 cm, está relacionada a característica da água estuarina em transportar percentuais mais elevados de sólidos em suspensão como partículas de argila, silte, colóides, etc dispersos na água, quando comparadas as águas oceânicas. (Barbieri & Ostrensky, 2002).

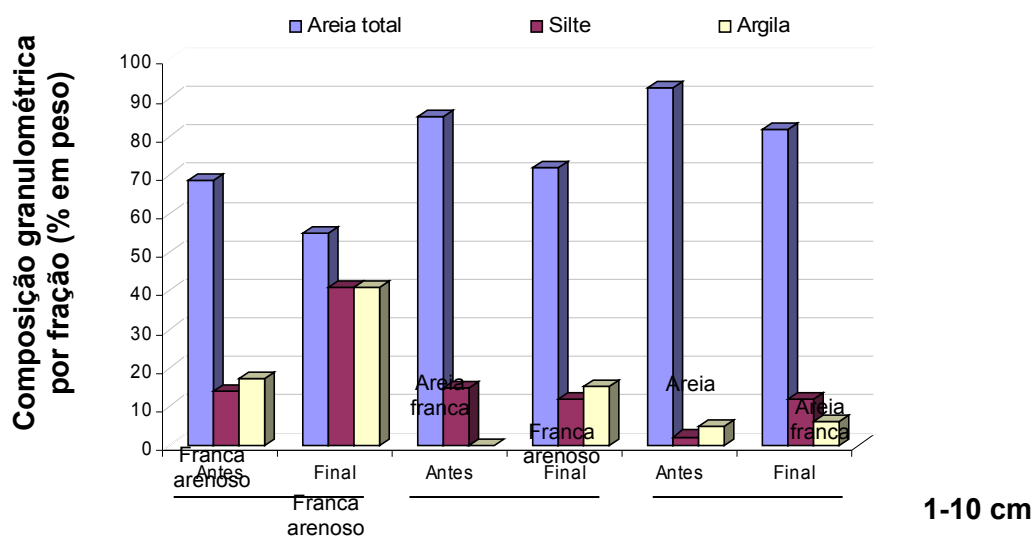
O transporte de partículas é incrementado pelo percurso da água ao logo do canal de adução cujo sedimento ultrapassa 50 cm de espessura. A camada mais floculosa desse canal está sujeita ao revolvido pela corrente de água que dispersa as partículas sólidas, cujas dimensões permitem o transporte destas pela água de abastecimento direcionada aos viveiros, onde deposita-se o material translocado quando cessada a força de transporte.

Quanto a camada superficial (1cm) submetida à densidade de 30 camarões/m<sup>2</sup> (tratamento C), (Figura 1) foi observado o decréscimo das frações de argila e silte e aumento da fração areia, causando a transição da textura argilosa da testemunha para a arenosa ao final do terceiro ciclo de engorda do camarão. Isso pode estar associado ao manejo do solo, cujo aragem promove a inversão das camadas e contribui para o aumento dessas frações nas camadas



mais profundas, fato que pode ser constatado pelo incremento da argila e silte na camada de 1-10 cm para a densidade C. (Figura 2).

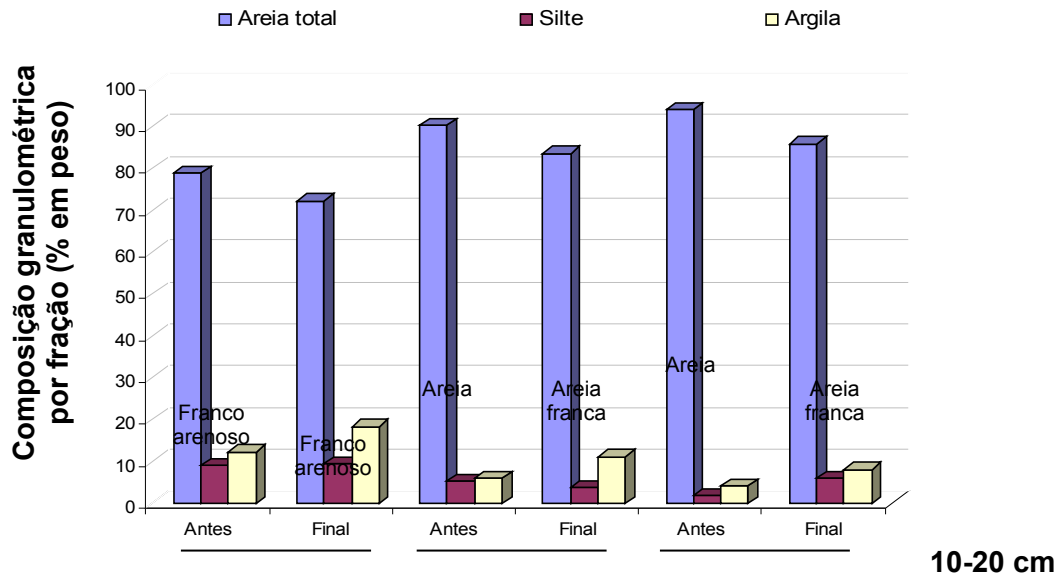
Outro evento que pode ter contribuído com a diminuição das frações silte e argila, pode está relacionado a liberação dos efluentes que promovem o arrasto de parte de camada macia e flocosa do sedimento, carregados juntos com a água liberada durante a despesca, ABCC (2002).



**FIGURA 2.** Composição granulométrica e classificação textural na profundidade de 1-10 cm do fundo dos viveiros de engorda de *Litopenaeus vannamei*, cultivado em densidades de 15, 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup>.

15 camarões/m<sup>2</sup>      20 camarões/m<sup>2</sup>      30 camarões/m<sup>2</sup>

Na profundidade de 1-10 cm para as densidades A, B e C (15, 20 e 30/camarões/m<sup>2</sup> respectivamente) ocorreu o aumento das frações silte e argila após três ciclos sucessivos, embora para A esse aporte não tenha promovido modificação textural nesta camada, permanecendo com classificação franca arenosa, diferente das densidades B e C cujas texturas passaram de areia franca (testemunha) e areia (testemunha) para franco arenosa e areia franca, respectivamente (Figura 2).



**FIGURA 3.** Composição granulométrica e classificação textural na profundidade de 10-20 cm do fundo dos viveiros de engorda de *Litopenaeus vannamei*, cultivado em densidades de 15, 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup>.

15 camarões/m<sup>2</sup>      20 camarões/m<sup>2</sup>      30 camarões/m<sup>2</sup>

Na figura 3, é possível observarmos que na profundidade de 10-20 cm houve um amplo predomínio da fração areia e com pequenos incrementos de silte e argila para as três densidades testadas. Quando comparadas às testemunhas, no tratamento A o sedimento manteve a composição textural franco arenosa, enquanto para as densidades B e C verificamos a transição da textura de areia para areia franca.

Os viveiros com densidade A e B apresentaram teores de argila entre 20 e 30 % ao longo do perfil do solo (0-20 cm), apresentando condição adequada para atividades aquícolas conforme Boyd (1997). Isso contrasta-se com as características texturais mostradas pelo solo do viveiro que sediou o ciclo de engorda com densidade de 30 camarões/m<sup>2</sup>, cuja fração de argila e silte não ultrapassaram 22,5 %.

O solo sob o tratamento C pode ser, portanto, considerado menos adequado para a carcinicultura, pois são menos plásticos. As partículas de areia predominantes formam poros maiores no solo que possibilita maior infiltração da

água, que de acordo com Barbieri & Ostrensky (2002) a condutividade hidráulica sobe para até 16cm/h em solos com percentual de argila em torno de 5%.

Em geral, o aumento das frações de argila e silte no sedimento se deve a maior renovação da água contida nos viveiro com conseqüente aporte de partículas transportáveis, além da maior presença de matéria orgânica oriundas dos processos biológicos desses sistemas aquáticos em função do número de indivíduos estocados (Mello et al., 2006). A matéria orgânica mantém relação com os minerais de argila, atuando na formação de agregados, pois polímeros orgânicos ligam-se às partículas inorgânicas como as argilas a partir de cátions polivalentes (Vitorino et al., 2003), promovendo a retenção desta fração no solo dos viveiros.

As variações encontradas entre as frações granulométricas na camada de 1-10 cm, devem-se principalmente, ao revolvimento do fundo dos viveiros pela aração. Essas variações foram menos perceptíveis na camada de 10-20 cm, onde o efeito desta é menor.

Cunha (2001) estudando a estrutura de diferentes solos observou que com relação ao tempo de cultivo, ocorreu incremento da fração argila nos horizontes (T1 e T2 superficiais) dos solos, ocorrendo, posteriormente, uma redistribuição nos valores do perfil (T3) em solos do cerrado. Esse fato pode ser devido à dispersão da argila provocada pelo preparo do solo, que age promovendo a degradação dos teores de matéria orgânica e, conseqüentemente, desagregando a estrutura do solo, ou mais provavelmente pelo uso de calcário em quantidades elevadas.

Por outro lado, Apolino et al., (2006), reportaram que a menor dispersão da argila é constatada em solos com maiores teores de cálcio e mercúrio. Tais cátions polivalentes foram pontes de cátions com partículas carregadas negativamente, como os argilominerais, aumentando a agregação do solo.

### **3.2 Atributos químicos dos solos dos viveiros**

Os atributos químicos do sedimento e do solo dos viveiros do experimento estão expressos nas tabelas 1, 2 e 3 enquanto que o teste estatístico está demonstrado na tabela 4.

#### **3.2.1 Potencial hidrogeniônico das amostras - pH**

O potencial hidrogeniônico aumentou para todas as profundidades estudadas em todos os tratamentos em relação à condição do solo antes do experimento (testemunhas). No tratamento A, independente da profundidade o pH variou entre 7,5 e 8,3 para o tratamento B de 6,1 a 8,2 e o tratamento C de 4,6 a 7,3. Estes resultados guardam relação direta com a aplicação de calcário no início de cada ciclo, cujo efeito consiste na redução da acidez livre, tanto no solo quanto no sedimento (Boyd, 2003).

Em geral, os menores valores de pH foram encontrados no tratamento C, sugerindo que o aumento na densidade de estocagem e o manejo alimentar associados à constituição textural do solo promoveram maior acidificação do sedimento e do solo ao final de cada ciclo, quando comparado com densidades menores (A e B).

O teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) demonstrou que o pH médio das profundidades apresentou diferenças significativas entre a densidade C e as demais densidades (A e B), os quais não diferiram entre si (tabela 5). Todavia, essas diferenças não ocorreram entre as profundidades analisadas em cada densidade de cultivo do camarão.

Barbieri & Ostrensky (2002), Boyd (2004a) e Brito et al., (2005), afirmam que o pH do solo, ideal para a carcinicultura deve estar entre 7- 8. Os resultados indicam que as médias obtidas para o pH do solo submetido à densidade A e B ( 15 e 20 camarões/m<sup>2</sup> respectivamente) resultam em melhores condições de cultivo do camarão ao longo dos ciclos, enquanto a densidade de 30 camarões/m<sup>2</sup> resultou em valores de pH mais ácidos, menos adequados, à criação de camarões. Todavia, deve-se considerar que o solo do viveiro com a maior

densidade de cultivo já apresentava menores valores de pH nas profundidades de 1-10 e 10-20, em relação aos demais viveiros.

Em geral, valores de pH inferiores a 7 foram observados na profundidade de 10-20 cm em todos os tratamentos, variando entre os ciclos. Os maiores valores de pH na camada de 10-20 cm, possivelmente, estão relacionados a ausência do efeito corretivo da acidez, cuja intensidade é maior nas camadas mais superficiais do solo, devido ao contato direto com o corretivo .

Os valores de pH mais alcalinos foram observados nas camadas superficiais, 1 e 1-10 cm, fato que pode está associado aos teores de matéria orgânica do solo e a calagem realizada ao final de cada ciclo. Esse aumento do pH nas camadas superficiais e subsuperficiais do solo também foi verificado por Pádua et al., (2006) estudando a eficiência da ação de corretivos em solos agrícolas. Estes autores sugerem que a aplicação de calcário corrige os teores de pH nos locais de adição do corretivo (camada superficial) com conseqüente aumento deste atributo até à profundidade de 10 cm. Isto é devido ao movimento de cátions básico para as camadas subsuperficiais, embora o calcário e os produtos de sua dissolução apresentem baixa mobilidade no perfil.

Para que ocorra a elevação do pH em camadas mais profundas é necessário que haja lixiviação de cátions, intermediadas por íons acompanhantes, como o cloreto, sulfato, nitrato, formiato, bicarbonato etc, (Rezende, 2000). Em solos mais ricos em matéria orgânica é comum haver movimentação do  $\text{Ca}^+$  para camadas do solo, além do local onde o calcário foi aplicado.

Isso pode estar relacionado com o maior teor de matéria orgânica na camada superficial do solo, o que levaria ao aumento da mobilidade para camadas inferiores do solo de produtos da dissolução do calcário e de ácidos orgânicos complexados. Assim estas que passariam a exercer influência sobre o ambiente químico dessa profundidade de solo, elevando o pH (Pádua, 2003).

### 3.2.2 Teores de Cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) Sódio ( $\text{Na}^+$ ) e Potássio ( $\text{K}^+$ )

As análises químicas dos solos submetidos as densidades de 15 camarões/m<sup>2</sup>, 20 camarões/m<sup>2</sup> e 30 camarões/m<sup>2</sup> mostram que em todos os ciclos ocorram aumentos na saturação por  $\text{Na}^+$  no sedimento e na camada de 1-10 cm, em relação a teores desses íons antes do experimento (Tabelas 1, 2 e 3).

Quando comparados às testemunhas, os teores de  $\text{Ca}^{+2}$  trocáveis foram acrescidos nas camadas de 1 e 0-10 cm para as densidades utilizadas. O comportamento do íon magnésio foi variável entre as densidades, aumentando em alguns casos no segundo ciclo (Tabelas 1, 2 e 3). O aumento de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  é decorrente do uso do calcário, da acumulação da matéria orgânica e dos sais contidos na água de abastecimento dos viveiros e segue o comportamento similar ao do pH do solo em função da profundidade de amostragens (Barbieri & Ostrensky, 2002).

Para os cátions básicos ( $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Mg}^{+2}$ ) não foram observadas diferenças significativas através do teste de Tukey entre as densidades A, B e C. Todavia, diversos comportamentos foram demonstrados por estes elementos nas camadas do solo. Sob a densidade A, o  $\text{K}^+$  manteve concentrações semelhantes nas profundidades de 1 e 1-10 cm. No tratamento B, os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  não diferiram significativamente no perfil, enquanto  $\text{Ca}^+$  e  $\text{Mg}^+$  apresentaram teores distintos em profundidades 1 e 10-20 cm.

Para a densidade C os teores do  $\text{K}^+$  são diferentes entre si nas três camadas analisadas. Os íons sódio e cálcio, no entanto, não diferem entre as camadas 1-10 e 10-20 cm, enquanto o magnésio para todas as densidades (tratamentos A, B e C) apresentou concentrações distintas para 1 e 10-20 cm de profundidade.

Apolino et al., (2006) verificaram em sistemas irrigados o acréscimo nas concentrações de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  no solo foi atribuído à composição da água utilizada. As unidades produtoras do camarão marinho utilizam água marinha e/ou do estuário (mistura da água marinha com os corpos de água doce) para abastecer os viveiros de engorda de camarão, cuja concentração de cálcio e magnésio (dureza) são muito altas maiores que 6.120ppm (Boyd, 1997 e Vieira, 1985). Este aumento das concentrações de  $\text{Na}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  podem estar

associados a característica da água de abastecimento. O solo destes criatórios mantém estreita interface com água marinha, cujas concentrações médias de sódio, magnésio, cálcio e potássio são: 10.500, 1.350, 400 e 380 mg/L respectivamente (Boyd, 2001).

O mesmo acréscimo foi verificado nos teores de  $K^+$ , nas profundidades de 1, 0-10 e 10-20 cm, com especial incremento de sua concentração na camada mais profunda ao longo dos ciclos de cultivo. Este fato está em consonância com diversos autores que relataram a distribuição deste elemento até as camadas subsuperficiais pela movimentação descendente de cátions básicos ( $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$ ) no perfil. Isto em virtude da associação iônica da solução do solo com a neutralização momentânea de cargas e pelo aumento no teor de ânions  $SO_4^{-2}$  e  $NO_3^-$  oriundos da mineralização da matéria orgânica, que atuaria como íon acompanhante para o Ca, além da textura argilosa (Silva et al., 2001; Villa, et al., 2004 e Foloni et al., 2006).

**Tabela 1.** Características químicas do sedimento e do solo nas profundidades de 1, 1-10 e 10-20 cm do viveiro submetido a engorda do *Litopenaues vannamei* sob densidade de 15 camarões/m<sup>2</sup> (tratamento A)

Profundidade	pH H <sub>2</sub> O 1:2,5	(Cmol <sub>c</sub> / Kg)								(%)
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	bases	H+Al	CTC	V
<b>Antes do Experimento</b>										
1 cm	7,6	7,33	18,62	55,43	2,05	0,0	83,43	0,0	83,43	100
1 -10 cm	7,9	5,71	13,16	29,35	1,60	0,0	49,82	0,0	49,82	100
10 -20 cm	6,5	4,47	7,57	15,65	1,21	0,0	28,90	0,56	29,46	98,10
<b>I Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	7,9	24,70	42,39	164,48	4,60	0,0	235,17	0,0	235,17	100
1 -10 cm	7,5	6,86	16,80	38,70	2,34	0,0	64,70	0,0	64,70	100
10 -20 cm	8,0	2,98	7,88	16,30	1,27	0,0	28,34	0,0	28,34	100
<b>II Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	7,8	17,76	24,73	146,09	4,87	0,0	193,45	0,0	193,45	100
1 -10 cm	8,2	11,60	21,97	77,39	3,45	0,0	114,41	0,0	114,41	100
10 -20 cm	7,8	4,21	7,55	21,65	1,80	0,0	35,21	0,0	35,21	100
<b>III Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	8,0	14,87	22,67	75,65	3,72	0,0	116,91	0,0	116,91	100
1 -10 cm	8,0	6,35	13,34	33,26	3,87	0,0	56,82	0,0	56,82	100
10 -20 cm	8,3	4,28	6,49	13,70	1,88	0,0	26,35	0,0	26,35	100

Profundidade	g/ Kg		g/kg	%	Relação	mg/Kg
	S	N	C	M.O	C/N	P
<b>Antes do Experimento</b>						
1 cm	3,19	0,76	9,79	1,68	13:1	44
1 -10 cm	2,36	0,73	6,77	1,16	9:1	46
10 -20 cm	1,86	0,55	5,38	0,92	9:1	30
<b>I Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	7,71	1,74	15,11	2,6	8:1	86
1 -10 cm	3,26	1,02	6,85	1,18	6:1	82
10 -20 cm	1,66	0,79	4,51	0,77	6:1	56
<b>II Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	5,59	1,41	10,50	2,04	7:1	115
1 -10 cm	3,77	1,21	11,87	1,8	10:1	83
10 -20 cm	2,14	0,72	7,32	1,26	10:1	56
<b>III Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	5,30	1,68	11,97	2,06	7:1	74
1 -10 cm	3,42	0,92	5,27	0,90	6:1	68
10 -20 cm	2,02	0,53	3,53	0,60	6:1	64



**Tabela 2.** Características químicas do sedimento e do solo nas profundidades de 1, 1-10 e 10-20 cm do viveiro submetido a engorda do *Litopenaeus vannamei* sob densidade de 20 camarões/m<sup>2</sup> (tratamento B)

Profundidade	pH H <sub>2</sub> O 1:2,5	(Cmol <sub>e</sub> / Kg)								(%)
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	bases	H+Al	CTC	V
<b>Antes do Experimento</b>										
1 cm	6,8	4,64	19,30	25,22	1,47	0,0	50,63	0,54	51,17	98,94
1 -10 cm	7,3	3,46	12,89	28,91	1,47	0,0	52,56	0,0	52,56	100
10 -20 cm	5,6	4,07	7,86	16,74	0,90	0,0	29,57	0,87	30,44	97,14
<b>I Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	8,0	11,84	36,59	79,13	3,80	0,0	131,36	0,0	131,36	100
1 -10 cm	7,4	6,07	12,64	27,17	1,38	0,0	47,26	0,0	47,26	100
10 -20 cm	6,1	3,64	8,13	10,96	0,54	0,0	23,26	1,11	24,37	95,45
<b>II Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	8,1	34,61	61,40	203,48	6,68	0,0	306,17	0,0	306,17	100
1 -10 cm	7,7	9,83	26,71	77,39	3,80	0,0	117,73	0,0	117,73	100
10 -20 cm	7,9	3,78	10,95	52,00	1,61	0,0	41,35	0,0	41,35	100
<b>III Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	8,2	24,70	24,73	94,57	3,22	0,0	147,22	0,0	147,22	100
1 -10 cm	7,8	6,86	11,84	28,70	3,30	0,0	50,70	0,0	50,70	100
10 -20 cm	6,9	3,85	8,91	18,91	2,57	0,0	34,24	0,51	34,75	98,53

Profundidade	g/ Kg		g/kg	%	Relação	mg/Kg
	S	N	C	M.O	C/N	P
<b>Antes do Experimento</b>						
1 cm	2,96	0,50	5,23	0,90	10:1	34
1 -10 cm	2,77	0,48	8,09	1,39	17:1	44
10 -20 cm	1,22	0,44	7,55	1,36	17:1	13
<b>I Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	9,63	2,43	17,82	3,07	7:1	72
1 -10 cm	3,21	0,69	7,75	1,37	11:1	43
10 -20 cm	1,66	0,46	6,75	1,16	15:1	16
<b>II Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	9,63	1,41	19,87	3,42	14:1	87
1 -10 cm	4,03	0,92	14,24	2,45	15:1	73
10 -20 cm	3,53	0,85	6,22	1,07	7:1	49
<b>III Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	5,97	1,80	14,85	2,55	8:1	44
1 -10 cm	2,74	0,73	6,49	1,11	9:1	39
10 -20 cm	1,57	0,44	7,03	1,21	16:1	36

**Tabela 3.** Características químicas do sedimento e do solo nas profundidades de 1, 1-10 e 10-20 cm do viveiro submetido a engorda do *Litopenaeus vannamei* sob densidade de 30 camarões/m<sup>2</sup> (tratamento C)

Profundidade	pH H <sub>2</sub> O 1:2,5	(Cmol <sub>e</sub> / Kg)								(%)
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	bases	H+Al	CTC	V
<b>Antes do Experimento</b>										
1 cm	7,2	7,72	19,83	55,22	3,01	0,0	85,78	0,0	85,78	100
1 -10 cm	5,6	3,37	7,77	15,54	0,96	0,0	27,64	0,17	27,81	99,39
10 -20 cm	4,4	1,55	4,71	11,41	0,49	0,10	18,16	0,56	18,72	97,01
<b>I Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	4,9	13,80	38,60	73,04	3,45	0,05	128,89	3,58	132,47	97,30
1 -10 cm	6,6	3,78	12,94	21,30	2,23	0,0	40,25	0,69	40,94	98,31
10 -20 cm	7,0	3,31	6,47	10,70	0,65	0,0	21,13	0,0	21,13	100
<b>II Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	7,3	11,81	15,81	122,61	4,30	0,0	154,53	0,0	154,53	100
1 -10 cm	6,6	6,86	14,81	35,22	2,07	0,0	58,96	0,51	59,47	99,14
10 -20 cm	4,6	2,56	7,22	12,85	0,73	0,05	23,36	1,70	25,06	93,22
<b>III Ciclo – Repetição</b>										
1 cm	7,7	15,02	26,26	86,09	3,32	0,0	130,69	0,0	130,69	100
1 -10 cm	7,2	6,28	15,76	37,61	2,37	0,0	62,02	0,0	62,06	100
10 -20 cm	5,8	3,50	8,17	12,93	1,21	0,0	25,81	0,095	26,76	96,45

Profundidade	g/ Kg		g/Kg	%	Relação	mg/Kg
	S	N	C	M.O	C/N	P
<b>Antes do Experimento</b>						
1 cm	4,91	1,12	9,13	1,57	8:1	72
1 -10 cm	1,17	0,42	2,97	0,51	7:1	20
10 -20 cm	0,54	0,19	3,39	0,58	17:1	6
<b>I Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	4,45	1,35	17,24	2,97	12:1	68
1 -10 cm	1,44	0,65	4,76	0,82	7:1	32
10 -20 cm	0,52	0,36	3,03	0,52	8:1	16
<b>II Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	7,58	0,98	10,66	1,83	11:1	72
1 -10 cm	2,79	0,69	6,92	1,19	10:1	44
10 -20 cm	0,87	0,33	4,79	0,82	14:1	13
<b>III Ciclo – Repetição</b>						
1 cm	6,65	2,04	20,13	3,47	10:1	72
1 -10 cm	2,81	0,87	11,70	2,01	13:1	57
10 -20 cm	1,90	0,33	6,17	1,06	18:1	39

**Tabela 4.**

pH em água, teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), enxofre, nitrogênio, fósforo e percentuais de carbono orgânico e matéria orgânica, nas profundidades de 1, 1-10 e 10-20 cm do sedimento e solo submetidos a engorda de *Litopenaeus vannamei* nas densidades A, B e C.

	pH	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	CTC	S	N	C	M.O	P
				Cmol <sub>c</sub> /Kg <sup>-1</sup>				g/kg		g/kg	%	mg/kg
<b>Densidade A (15 camarões/m<sup>2</sup>)</b>												
<b>1 cm</b>	7.9 <sup>a</sup>	19.11 <sup>a</sup>	29.93 <sup>a</sup>	128.74 <sup>a</sup>	4.39 <sup>a</sup>	181.84 <sup>a</sup>	181.84 <sup>a</sup>	6.20 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	12.52 <sup>a</sup>	2.23 <sup>a</sup>	91.67 <sup>a</sup>
<b>1-10cm</b>	7.9 <sup>a</sup>	8.270 <sup>b</sup>	17.37 <sup>ab</sup>	49.78 <sup>b</sup>	3.22 <sup>a</sup>	78.64 <sup>b</sup>	78.64 <sup>b</sup>	3.483 <sup>b</sup>	1.05 <sup>b</sup>	7.99 <sup>ab</sup>	1.29 <sup>ab</sup>	77.67 <sup>a</sup>
<b>10-20cm</b>	8.03 <sup>a</sup>	3.823 <sup>b</sup>	7.307 <sup>b</sup>	17.22 <sup>b</sup>	1.65 <sup>b</sup>	29.97 <sup>b</sup>	29.97 <sup>b</sup>	1.940 <sup>b</sup>	0.68 <sup>b</sup>	5.12 <sup>b</sup>	0.88 <sup>b</sup>	58.67 <sup>a</sup>
<b>Médias</b>	7.9 <sup>A</sup>	7.43 <sup>A</sup>	96.61 <sup>A</sup>	65.25 <sup>A</sup>	3.08 <sup>A</sup>	96.61 <sup>A</sup>	96.81 <sup>A</sup>	3.873 <sup>A</sup>	1.11 <sup>A</sup>	8.547 <sup>A</sup>	1.473 <sup>A</sup>	75.97 <sup>A</sup>
<b>Densidade B (20 camarões/m<sup>2</sup>)</b>												
<b>1 cm</b>	8.1 <sup>a</sup>	23.71 <sup>a</sup>	40.90 <sup>a</sup>	125.74 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>	194.92 <sup>a</sup>	194.92 <sup>a</sup>	8.410 <sup>a</sup>	1.85 <sup>a</sup>	17.51 <sup>a</sup>	3.019 <sup>a</sup>	77.67 <sup>a</sup>
<b>1-10 cm</b>	7.63 <sup>a</sup>	7.58 <sup>ab</sup>	17.06 <sup>ab</sup>	44.42 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>	71.90 <sup>ab</sup>	71.90 <sup>ab</sup>	3.327 <sup>b</sup>	0.78 <sup>b</sup>	9.49 <sup>b</sup>	1.63 <sup>b</sup>	51.67 <sup>a</sup>
<b>10-20cm</b>	6.96 <sup>a</sup>	3.75 <sup>b</sup>	7.33 <sup>b</sup>	27.29 <sup>a</sup>	1.57 <sup>a</sup>	32.95 <sup>b</sup>	33.32 <sup>b</sup>	2.253 <sup>b</sup>	0.58 <sup>b</sup>	6.66 <sup>b</sup>	1.149 <sup>b</sup>	33.67 <sup>a</sup>
<b>Médias</b>	7.5 <sup>A</sup>	11.68 <sup>A</sup>	99.92 <sup>A</sup>	65.81 <sup>A</sup>	2.98 <sup>A</sup>	99.92 <sup>A</sup>	100.1 <sup>A</sup>	4.660 <sup>A</sup>	1.08 <sup>A</sup>	11.2 <sup>A</sup>	1.935 <sup>A</sup>	50.99 <sup>AB</sup>
<b>Densidade C (30 camarões/m<sup>2</sup>)</b>												
<b>1 cm</b>	6.8 <sup>a</sup>	13.54 <sup>a</sup>	26.890 <sup>a</sup>	93.91 <sup>a</sup>	3.69 <sup>a</sup>	138.03 <sup>a</sup>	139.23 <sup>a</sup>	6.226 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	16.01 <sup>a</sup>	2.760 <sup>a</sup>	70.66 <sup>a</sup>
<b>1-10 cm</b>	6.63 <sup>a</sup>	5.64 <sup>b</sup>	14.50 <sup>ab</sup>	31.38 <sup>b</sup>	2.22 <sup>b</sup>	53.74 <sup>b</sup>	54.14 <sup>b</sup>	2.346 <sup>b</sup>	0.73 <sup>ab</sup>	7.79 <sup>ab</sup>	1.343 <sup>ab</sup>	44.33 <sup>ab</sup>
<b>10-20cm</b>	5.8 <sup>a</sup>	3.12 <sup>b</sup>	7.287 <sup>b</sup>	12.16 <sup>b</sup>	0.93 <sup>c</sup>	23.43 <sup>c</sup>	24.31 <sup>c</sup>	1.096 <sup>b</sup>	0.34 <sup>b</sup>	4.66 <sup>b</sup>	0.804 <sup>b</sup>	22.66 <sup>b</sup>
<b>Médias</b>	6.3 <sup>B</sup>	10.4 <sup>A</sup>	71.74 <sup>A</sup>	45.81 <sup>A</sup>	2.25 <sup>A</sup>	71.74 <sup>A</sup>	70.34 <sup>A</sup>	3.521 <sup>A</sup>	0.84 <sup>A</sup>	9,48 <sup>A</sup>	1.635 <sup>A</sup>	45.88 <sup>B</sup>

Médias em uma mesma coluna seguidas de uma mesma letra maiúscula não diferem entre as profundidades de 1, 1-10 e 10-20 cm; pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Médias em uma mesma coluna seguida de letra minúscula não diferem entre os tratamentos A, B e C pelo teste estatístico.

### 3.2.3 Concentrações dos íons Alumínio ( $Al^{+3}$ ) e $H + Al$

Em pH neutro ou próximo de sua vizinhança o elemento alumínio se precipita, apresentando proporções cada vez menos disponíveis na solução do solo (Rezende, 2000). Isso pode ser constatado em todas as densidade de cultivo do camarão, nas camadas de 1 e 1-10 cm, no qual os teores de  $Al^{+3}$  e  $H+Al$  foram próximos de zero. Esse comportamento também pode estar associado à fraqueza de bases no fundo dos viveiros e aos baixos teores desses elementos nas águas de estuários.

Silva et al., (1999) verificaram a diminuição nos níveis do Al trocável em solos com os maiores teores de C. Este fenômeno deve-se segundo os autores aos processos de mineralização e decomposição da matéria orgânica, onde são liberadas frações orgânicas com maior capacidade de neutralizar o Al.

A adsorção de Al na superfície do material orgânico, a precipitação do Al pelo aumento de pH devido às reações de troca entre os ânions orgânicos liberados durante a decomposição da matéria orgânica e hidróxidos terminais de óxidos de ferro e alumínio e a complexação de Al por ácidos orgânicos de baixo peso molecular e íons fulvatos são os principais mecanismos envolvidos na reação do material orgânico na acidez do solo.

Segundo Petrere & Anghinoni (2001), Franchini et al., (2001) e Caires et al., (2002), apud Pádua et al., (2006), nas camadas do solo com incorporação de calcário, verificou-se neutralização plena do Al contribuindo com seus baixos teores nas profundidades de 5 até 60 cm. O Al pode assumir valores muito baixos no solo, como os observados neste experimento variando entre 0,05 -0,10  $Cmol/Kg^{-1}$  como consequência da elevação do pH, além da possível complexação do Al por compostos orgânicos provenientes da matéria orgânica presente no solo.

Esta neutralização do Al ocorreria a partir da lixiviação de complexos organo-metálicos, que alcançariam as camadas subsuperficiais e, então, o cálcio deste complexo poderia ser deslocado pelo Al trocável, pelo fato desse cátion formar com a matéria orgânica complexo mais estável do que o Ca (Reis Jr, 2001).

### 3.2.4 Soma de bases (SB) e Saturação por Bases (V%)

Em relação aos níveis de saturação por bases, os resultados obtidos foram estatisticamente similares ( $p < 0,05$ ) entre as densidades, embora esses valores médios possam ser ordenados: SB densidade B > SB densidade A > SB densidade C (Tabela 5).

Diferenças significativas foram observadas para SB com aumento da profundidade em todos os tratamentos. Os valores mais elevados deste atributo químico são encontrados na camada superficial (1cm), correspondendo entre 62-65% do total de SB das camadas estudadas, enquanto 35-38% se distribuem nas camadas de 1-10 e 10-20cm.

A soma de bases se correlaciona com os teores dos cátions básicos, uma vez que ela é determinada a partir da soma destes, os quais também sofreram variações conforme a profundidade. Os percentuais de saturação por bases (V%) antes e ao longo do experimento apresentaram pouca variação nas três camadas dos tratamentos A, B e C, estando entre 93,2 - 100%. Estas, podem estar intimamente relacionados com o aumento no teor da matéria orgânica, especialmente no sedimento.

Abreu Jr et al., (2001) estudando a aplicação do composto de lixo, constataram a consequência direta deste substrato no aumento dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  e também sobre o aumento da V%, e verificou relação direta com as propriedades químicas dos solos e notadamente do seu poder tampão. Pádua et al. (2006), estudando a aplicação de calcário em diversos solos tropicais observaram elevação nos níveis de saturação por bases ao longo do perfil das amostras de solo onde o calcário foi incorporado nas camadas de solo de 0–10 cm, 0 a 20 cm e para além do local de aplicação do corretivo.

Estas constatações sugerem, que o calcário aplicado ao final de cada ciclo na proporção de 500Kg/ha, em conjunto com outros fatores, contribuiu com a elevação da SB e V%.

Segundo Teixeira et al., (2001) a SB e a V% também podem ser alteradas pela adição de N (adubação nitrogenada) aos sistemas produtivos. Na carcinicultura para aplicação de N para estimular a proliferação do fitoplâncton

utiliza a uréia na proporção de 50 kg/ha, embora, neste experimento ela tenha sido aplicada uma vez, no início de cada ciclo.

Uma das principais implicações dos aumentos nos teores  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$  além da elevação da SB e da V%, é a possibilidade da ocorrência de salinização do solo. Melo et al., (1997) citado por Abreu Jr et al., (2001) explicam que a aplicação ao solo de composto rico em sódio e potássio pode promover o aumento dos teores de íons básicos, o aumento da condutividade elétrica, o deslocamento de cálcio e magnésio adsorvidos no complexo de troca e a dispersão dos colóides.

Para Oliveira et al., (2002), tais problemas podem ser agravados em casos de aplicações sucessivas de compostos utilizados como adubos que poderá eventualmente conduzir a área produtiva a sodicidade.

Quando pensamos em práticas aquícolas, o incremento sucessivo destes cátions potencialmente capazes de promover a salinização e sodicidade do solo, embora não desencadeie problemas para a carcinicultura, podem provocar alterações nas comunidades florísticas das áreas circundantes, bem como a salinização de lagoa e de lençóis freáticos através da lixiviação ou quando liberados os efluentes ao fim dos ciclos de engorda do camarão.

### **3.2.5 Teores de Enxofre (S) e Nitrogênio (N)**

Os teores totais de enxofre para os tratamentos A, B e C foram superiores aqueles obtidos para as testemunhas (antes do experimento). Nos três tratamentos, as concentrações desse elemento variaram entre as profundidades, embora isso não tenha ocorrido entre os tratamentos, conforme expressam as médias obtidas com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (tabela 5)

O acúmulo do S ao longo do perfil diminui com a profundidade, verificando notório aporte na camada superficial (1 cm) que difere estatisticamente das camadas de 1-10 e 10-20 cm.

As tabelas 2, 3 e 4 apontam para um acréscimo dos teores de enxofre em todos os ciclos, profundidades e densidades.

Quando consideramos os valores médios de S total ao longo do perfil (1-20 cm) após os três ciclos (300 dias), verificamos que estes foram maiores

para a densidade B (13,99g/kg), seguida pela densidade A (11,60 g/kg) e C (9,67g/kg) em relação às testemunhas. Este fato sugere uma possível influência do número de camarões/m<sup>2</sup> (densidade) sobre os estoques do enxofre, uma vez que a dinâmica do aporte deste elemento foi menos intensa no tratamento A quando comparado ao tratamento B com 15 e 20 camarões/m<sup>2</sup> respectivamente (tabela 5).

No tratamento C, embora com maior densidade (30 camarões/m<sup>2</sup>) foi verificado menor teor de enxofre total, o que pode estar associado à textura arenosa do fundo do viveiro, além da baixa concentração de matéria orgânica intrínseca deste solo.

Segundo Barbieri & Ostrensky (2002), os ciclos alternados de secagem e umedecimento aplicado no solo, promovem a queda do pH, pela reação do S com o ar, produzindo ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S) que se acumula no solo do viveiro, principalmente quando as concentrações de S total estão próxima ou acima de 0,75%. Isso pode ter ocorrido nas três densidades estudadas, onde foram determinados percentuais de 1,16; 1,39 e 0,96% de enxofre para A, B e C, respectivamente (tabela 5).

**Tabela 5.** Valores médios e percentuais de enxofre total ao longo do perfil do sedimento e solo submetidos à engorda de *Litopenaeus vannamei* nas densidades A, B e C.

Tratamentos	S total no perfil	%S total no perfil
Densidade A (15 camarões/m <sup>2</sup> )	11,6 g/kg	1,16
Densidade B (20 camarões/m <sup>2</sup> )	13,99 g/kg	1,39
Densidade C (30 camarões/m <sup>2</sup> )	9,67 g/kg	0,967

O menor percentual de enxofre registrado para a densidade C, possivelmente está associado a textura entre areia e areia franca (figuras, 1, 2 e 3) cujo baixo % de argila propicia menor CTC e adsorção desse elemento ao solo contribuindo também com a diminuição do pH (Prado & Centurion, 2001).

Segundo Moreira & Siqueira (2002), citado por Foloni et al., 2006, cerca de 90 % do S total contido na camada arável (0–20 cm de profundidade) encontra-se na forma orgânica e a mineralização do S orgânico e tende a ser maior nos solos que recebem calagem, por causa do aumento da atividade microbiana.

Os ânions  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{NO}_3^-$  provenientes da mineralização dos resíduos orgânicos e dos fertilizantes podem promover, em determinadas condições, a movimentação descendente dos cátions básicos ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ ) no perfil, em virtude da associação iônica na solução do solo com a neutralização momentânea de cargas e conseqüentemente, alterações do pH do solo. Segundo Foloni et al, (2006), isto se deve ao fato de que os cátions e os ânions da solução do solo ocorrem em quantidades estequiométricas.

Fonseca et al., (2005) observaram que o peso médio dos camarões ao final do ciclo, decresceu de 11,33g para 8,36. Estudando a causa do declínio no crescimento dos camarões, constataram que a existência de grande quantidade de matéria orgânica infiltrada nas camadas inferiores do solo seria responsável pela produção de sulfeto de hidrogênio em níveis muito acima (1 mg/L) do tolerado pelos camarões ( 0,001mg/L).

O mesmo declínio do crescimento foi constatado por Graf & Morais (2005) Este fato está relacionado, ao grande percentual de matéria orgânica da camada superficial do solo arenoso e a presença aumentada de bactéria sulfurosas que produziram elevadas concentrações de  $\text{H}_2\text{S}$ . Este fenômeno pode explicar os menores desempenhos zootécnicos dos camarões sujeitos ao tratamento C, apresentados nas figura 2, 3 e 4 do capítulo I.

De acordo com Bitar & Biachini Jr (2002), a maior disponibilização de  $\text{SO}_4^{2-}$  nas camadas superficiais dos solos é favorecida pela calagem e pela matéria orgânica, bem como pela presença dos ânions fosfatos, que ocupam, preferencialmente, os sítios de troca dos óxidos de ferro e alumínio em detrimento dos sulfatos.

Este fato é importante, pois as práticas de manejo desenvolvidas pela carcinicultura primam pelo controle dos estoques de S no solo, visto que a disponibilidade do  $\text{SO}_4^{2-}$  ampliam a formação de  $\text{H}_2\text{S}$  (gasoso) a partir de reações com o  $\text{H}^+$  presente na solução do solo (Malpartida et al., 2004). O  $\text{H}_2\text{S}$  dissolvido na água dos viveiros causa danos a população de camarões e tornando-se potencialmente impactante quando liberado no ambiente junto com as descargas durante as despesca.

Quanto ao nitrogênio, também não foram verificadas diferenças significativas entre as densidades A, B e C. Segundo Raji (1991) *apud*, Silva et al., (1999), um dos fatores mais importantes de acidificação do solo é a



nitrificação do  $\text{NH}_4^+$  oriundo da matéria orgânica e/ou dos fertilizantes nitrogenados, que liberam dois íons  $\text{H}^+$  na solução do solo para cada molécula de  $\text{NH}_4^+$  transformada em  $\text{NO}_3^-$ . O pH torna-se ainda menor pela perda de cátions para camadas mais profundas, que acompanham o ânion  $\text{NO}_3^-$ . Na solução do solo a formação de  $\text{NO}_3^-$  (nitrato) é prejudicada em pH menor do que 6,0 e é insignificante em pH inferior a 4,5. (Abreu Jr et al., 2003).

Teixeira & Ruggiero, (2001) constataram que a aplicação de N causou significativo decréscimo no pH do solo e na saturação por bases em latossolos de forma proporcional à dose de N aplicada. O  $\text{NO}_3^-$ , produzido no sedimento e no solo pode ser convertido em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e amônia ( $\text{NH}_3^+$ ) e difundirem-se para a coluna d'água exercendo ação tóxica sobre os camarões e outros organismos aquáticos nos ambiente circunvizinho através dos efluentes (Montoya & Velasco, 2000 e ABCC, 2001).

A adubação nitrogenada realizada para cada ciclo não incrementou ao sistema quantidades suficientes de N (tabelas 2, 3 e 4) que promovessem a liberação de elevados teores de  $\text{H}^+$  nos processos de nitrificação, nem a perda de cátions para as camadas mais profundas em proporções que modificassem o percentual de V(%) ao longo do perfil do solo.

Neste experimento também foi constatado o incremento do nitrogênio total nas camadas do solo investigadas, o que pode ser atribuído a três fatores: (a) a oferta de ração para engorda do camarão contendo, 30 - 40% de proteína bruta, (b) o uso de fertilizantes para promover o desenvolvimento do fitoplâncton e (c) a incorporação do nitrogênio na biomassa microbiana no solo.

Silva et al., (1999) e Mello et al., (2006) sugeriram que o incremento na taxa de N mineralizado em solos com calagem pode estar associado à maior degradação da matéria orgânica. Elevados teores de frações orgânicas ligadas ao Ca nos solos corrigidos, em comparação com essas mesmas moléculas ligadas ao Al, podem também resultar em maior decomposição da matéria orgânica e, por conseguinte, elevar a mineralização do N.

### 3.2.6 Concentrações Carbono de Total e Matéria Orgânica

O percentual de carbono orgânico (C org.) e matéria orgânica (M.O) não diferiram entre as densidades A, B e C pelo teste de média. (tabela 4)

O menor aporte de C e M.O constatados na densidade A pode estar associado à baixa densidade de 15 camarões/m<sup>2</sup> durante os ciclos I, II e III, pois grande parte do acúmulo de M.O. no fundo do viveiro se deve a deposição de resíduos da ração não consumida, e à deposição de desejos dos animais. Assim, é esperado que menores densidades de povoamento resultem em menor acúmulo de sedimentos.

Segundo Boyd (2004a), o resíduo não consumido corresponde de 30-40% da ração ofertada diariamente, implicando no aumento da quantidade de C e matéria orgânica quando aumentadas às densidades de estocagem.

A decomposição da matéria orgânica ocorre de forma mais intensa e principalmente na camada aeróbica superior a 1,0 mm do fundo do viveiro (Brito, et al., 2005), justificando os elevados conteúdos registrados nos perfis.

Todavia, nas densidades A e B também foi verificado um aumento temporário do teor de carbono na camada de 1-10 cm, durante o segundo ciclo, o que provavelmente está relacionado à incorporação mecânica do sedimento (1 cm) pela aração, antes do início deste ciclo.

Segundo Assis et al., (2006), a distribuição de C e N nos agregados de latossolos submetidos a vários cultivos agrícolas, tenderam a apresentar valores maiores de C org. total na camada de 0–5 cm. Este comportamento pode ser devido à maior aeração e variação do ciclo de umedecimento e secagem com conseqüente alteração da microbiota na superfície. Essas condições podem acarretar a perda de material orgânico mais instável para a profundidade ou para fora do sistema.

A redução verificada no terceiro ciclo no tratamento com essas densidades (15 e 20 camarões/m<sup>2</sup>), na camada de 1-10, pode estar relacionado aos processos de degradação anaeróbica ao longo desse ciclo e a uma taxa suficiente para decompor parcialmente a M.O. anteriormente acumulada (Tabela 1 e 2). Na densidade C (30 camarões/m<sup>2</sup>), em função do maior aporte de M.O., resultante dos restos de ração e dejetos dos camarões, houve um efeito

cumulativo da M.O. na camada 1-10 cm, diferente do que foi observado nas demais densidades (Tabela 4).

Verificou-se o efeito do sistema de cultivo e manejo nos teores de Carbono e na relação C/N em todos os tratamentos. À medida que se aumenta o número de indivíduos/m<sup>2</sup>, as concentrações de C orgânico (C org.) e matéria orgânica (M.O) também aumentaram, especialmente na camada superficial do solo, em relação aos teores encontrados antes do experimento.

Nos sistemas de cultivo com 15 e 20 camarões/m<sup>2</sup>, densidades A e B respectivamente, o incremento destes teores ocorreu em todos os ciclos, embora maior aporte do C org. e M.O tenha sido verificado na camada de 1 cm. (Tabelas, 1, 2 e 3)

Os teores de C org. e matéria orgânica no sistema com densidade de 30 camarões/m<sup>2</sup> aumentaram nas profundidades de 1, 0-10 e 10-20 cm e de forma mais pronunciada na camada de 1 cm, a partir da qual, a distribuição de tais atributos nas camadas subsuperficiais se dá de maneira decrescente, a medida que se ampliam a profundidade, onde estas concentrações são menos significativas. (Tabelas, 3 e 4).

Para as densidades B e C, na camada superficial (1 cm), os valores destes atributos foram de 2-3 vezes maior que os teores determinados nas testemunhas (antes do experimento), demonstrando o acúmulo progressivo de materiais orgânicos em função da densidade de estocagem praticada na carcinicultura, contribuindo para o aumento dos estoques destes materiais orgânicos no solo.

Ono & Kubitzka (2003) e Brito et al., (2005) sugerem que a concentração de matéria orgânica para cultivo de camarões seja 2 a 4%, enquanto o carbono orgânico ideal para a atividade deve estar entre 1-2%. Quanto maior o percentual de carbono orgânico mais negativo será o potencial redox que pode alcançar – 400 mv e maior será sua capacidade de reduzir compostos orgânicos e inorgânicos como SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> que assume forma de H<sub>2</sub>S (ácido sulfídrico) na presença de H<sup>+</sup> (Malpartida et al., 2004) desencadeando a produção de compostos tóxicos.

Neste sentido a análise das Tabelas 1, 2, e 3, demonstra que os valores de matéria orgânica ao longo de todo o perfil, nas três densidades estiveram próximos ou acima do limite desejável para a criação de camarão marinho, podendo ser considerados solos minerais com alta concentração de materiais orgânicos.

Segundo Barbieri & Ostrensky (2002), este tipo de solo com concentração de C org (%) entre 3,1 – 15, tende a potencializar o aparecimento de problemas de ordem técnica.

Os teores de carbono orgânico para as densidades A, B e C variaram entre 3,53 – 15,11dag/kg; 10,72 – 34,25 dag/kg e 5,23 – 34,71dag/kg, respectivamente (Tabela 1, 2 e 3). Os valores extremos superiores foram obtidos para as camadas superficiais (1cm), enquanto os inferiores e intermediários foram verificados nas profundidades de 10-20 e 1-10 cm nesta ordem. Nesta situação, as camadas superficiais estão inadequadas para as atividades aquícolas (> 15% de C org), enquanto as subsuperficiais de 1-10 cm e 10-20 cm apresentam teores elevados de M.O segundo Boyd (2003).

Barbieri & Ostrensky (2002) sugerem que os percentuais de C orgânico, as concentrações de P e N em ppm e a relação C:N proporcionam alta produtividade dos viveiros quando esta são 1,5 -2,5, > 60; > 501 e 10-15:1 respectivamente, enquanto que valores inferiores ou superiores a estes acarretam baixa e média produtividade.

A cor do solo também é influenciada por suas características químicas. Malpartida et al., (2004), sugerem que concentrações elevadas de carbono orgânico que podem ultrapassar a 50% e presentes na camada floculante imprimem ao solo uma aparência de areia marrom escura em sua superfície.

Brito et al., (2005) relataram que em solos aeróbicos ocorre o predomínio de cores marrom claro e amarelo ou alguma cor natural do solo, enquanto sob condições anaeróbicas os solos assumem cores escuras como cinza e o preto, como verificados para as densidades B e C, (Figura 4). Neste solo, as concentrações de oxigênio são baixas e alcançam níveis anaeróbicos, onde a degradação da matéria orgânica é mais lenta, estabelecendo uma condição inóspita que pode ocasionar problemas no crescimento e sanidade dos camarões (Brito et al., 2005).



**Figura 4.** Detalhes da coloração da camada superficial do solo submetido ao tratamento B (a) e C (b), destacando as tonalidades marrom escuro, cinza e preto típicas de solos anaeróbicos.

Na densidade A para ciclos I na profundidade de 10-20 cm e II nas profundidades de 1-10 e 10-20, bem como nas camadas de 10-20 cm nos ciclos I e II ciclos, além das camadas de 1-10 e 10-20 cm para o ciclo III na densidade B, foi constatado o decréscimo de M.O que podem esta associados as operações de preparo do solo antes da inicio dos ciclos de engorda, pois operações, de subsolagem, aração e gradagem, promovem uma inversão de camadas, aflorando o solo da camada abaixo de 20 cm com menor teor de C orgânico (Oliveira et al., 2002).

Esta prática também pode ter atuado de forma inversa incrementando os teores de M.O à camadas subsuperficiais com a incorporação de resíduos orgânicos provenientes da camada superficial revolvida, ou pela resistência à degradação de certos compostos orgânicos que permitem a acumulação deste atributo no solo (Ciotta, et al., 2003).

### 3.2.7 Relação C:N

A relação C:N para os tratamentos A, B e C variaram entre 6:1 – 10:1; 7:1 – 16:1 e 7:1 – 18:1, respectivamente, ao longo da profundidade. Não foi verificado um padrão de distribuição deste atributo nos perfis analisados, apesar de ter sido constatado que a soma dos valores dessa relação em todo o perfil (de 1 a 20 cm de profundidade) para as três densidades, ciclos e testemunhas foram superiores a 20:1. Estes teores são limitantes para a carcinicultura (Barbieri & Ostrensky 2002, Boyd, 2003 e Malpartida et al., 2004).

Isso pode estar associado à composição e a quantidade da ração ofertada durante o experimento, ao aumento das frações mais estáveis da matéria orgânica e a capacidade de carga do solo de acomodar estes resíduos orgânicos. Seiffert & Beltrame (2004) reportaram que a capacidade de carga do ambiente pode ser excedida quando o sistema não assimila todo os aportes gerados, provocando alterações no fluxo orgânico para a comunidade bentônica e depleção do oxigênio, que pode promover a morte da biota natural.

As diferenças nas relações C:N observadas entre nas profundidades de 1, 1-10 e 10-20 cm, também verificadas por Silva et al., (1999) em sete tipos de solos, nas profundidades 0–5, 5–10, 10–20 e 20–30 cm, verificaram o grau de humificação diferenciado da matéria orgânica, além de revelar a medida da intensidade de decomposição da matéria orgânica no sentido de equilíbrio das frações orgânicas com o solo.

### 3.2.8 Teores de Fósforo total (P)

A presença do fósforo (P) no solo é regulada por processos geoquímicos e biológicos, que determinam as formas inorgânicas e orgânicas assumidas por este elemento. O P orgânico apresenta frações lábeis, moderadamente lábeis, moderadamente resistentes, e resistente (Rocha et al., 2005) e são identificados pelo tempo necessário para a mineralização-imobilização e disponibilidade deste mineral no solo.

Conforme as Tabelas 1, 2 e 3, o incremento moderado e progressivo do P a cada ciclo nas três densidades, especialmente em A e B, na camada de 10-20cm, pode ser explicado segundo Rezende (2000) pelo fato que em pH neutro e ligeiramente alcalino o fósforo assume a forma  $\text{HPO}_4^{-2}$ , enquanto em pH ácido ocorrem as formas,  $\text{HPO}_4^{-2}$  e  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , com predomínio desta última. O  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  é composto insolúvel que se acumula no sedimento.

Além das interações com o pH, as observações feitas por Rocha et al., (2005), sugerem que a textura do solo também influencia este comportamento do P, indicando que a acumulação de P orgânico, especialmente as frações moderadamente lábil nos horizontes subsuperficiais, podem estar relacionadas com os elevados teores de argila nesses horizontes. Isso se deve à associação do P aos minerais de argila. Tal condição, de modo geral, foi observada neste experimento, ou seja, a argila foi incrementada na maioria das camadas em todas as densidades.

Segundo Cassagne et al., (2000), esta distribuição também pode estar relacionado com o elevado teor de argila e concentrações de Fe nestes solos tendendo a acumulação desta fração nos horizontes.

Em geral, na densidade C, foram verificadas concentrações significativamente menores de P assimilável nas profundidades de 1-10 e 10-20 cm, quando comparados as demais densidades nas mesmas profundidades (tabela 4). Isso pode estar associado à constituição textural do solo e ao maior acúmulo de M. O. nessa densidade, podendo ter provocado a absorção do P tornando-o menos disponível. Em relação ao sedimento, embora não tenha havido diferença estatística significativa entre as densidades, foi verificada uma maior disponibilidade de P na densidade A, exatamente onde foi encontrado menor acúmulo de M.O.

Segundo Barbieri & Ostrensky (2002), os solos arenosos com predomínio da fração areia, com dimensões de 0,05-1,0 mm, garantem ao solo menor CTC e conseqüentemente, menor adsorção deste e de outros elementos. Além disso, nos estudos relatados por Silva et al., (1999), a maior disponibilidade de P para solos australianos sob floresta resultou numa elevação nas taxas de N mineralizado. Menores taxas de mineralização de N têm sido, invariavelmente, associadas à baixa atividade dos organismos mineralizadores nos solos com deficiência de P. Situação antagônica foi verificada no presente estudo, onde

ocorrendo maior deposição de N e S na densidade B e de forma mais discreta nas densidades A e C.

A análise estatística (Tukey  $p < 0,05$ ) não expressou diferenças significativas entre os teores de P presentes nas camadas investigadas das densidades A e B, embora tenha sido observado que quanto maior a profundidade menor o teor de P. O referido comportamento do P, também foi citado por Cavalcante et al., (2007), estudando a variabilidade do P e M.O. em solos manjados, verificou diminuição do nutriente com a profundidade, acompanhando o teor de matéria orgânica e comprovando a baixa mobilidade do elemento e, ou, elevada ciclagem biogeoquímica.

Os teores médios de P, considerando a profundidade total (0-20 cm), podem ser seqüenciados, de acordo com as concentrações observadas nas densidades, em:  $A > B > C$ , conforme sugere a diferença entre os tratamentos demonstrada através do teste de Tukey.

Do P total presente no solo, 7 a 83% encontram-se na forma orgânica enquanto que 5 a 86% podem estar na fração orgânica lábil, facilmente mineralizada (Rocha et al., 2005). Nesta condição o depósito de elevadas concentrações do P orgânico sobre a camada flocosa na superfície do solo dos viveiros, possivelmente contribua com o trânsito do P orgânico para a água retida nos viveiros. Embora o sedimento dos viveiros usualmente possua grande capacidade de fixar o P em ferro insolúvel, alumínio e fosfato de cálcio, eventualmente, o P pode ficar saturado no solo, causando a acumulação deste elemento na água, (Boyd, 2004a).

O incremento nos teores de P nos efluentes devem ser mantidos entre 0,3 -0,5 mg/L, conforme os padrões internacionais estabelecidos pela Global Alliance Aquaculture – GAA, para a sustentabilidade da carcinicultura (Boyd, 2003). Além disso do transporte da camada flocosa pelo fluxo da água descarregada, pode promover diversos impactos no ambiente natural circunvizinho com a exportação de nutrientes para o estuário após liberação dos efluentes durante as despescas do camarão.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FIANIS

A alteração no solo dos ecossistemas naturais ocorre na medida em que eles vão sendo submetidos às atividades voltadas para a produção de alimentos. Podendo provocar degradação, proveniente do uso e manejo inadequado dos solos.

Estas alterações agem ao longo do perfil do solo, promovendo diferenciações dos atributos físicos e químicos, como as que foram detectadas neste estudo, demonstrando que a profundidade também influencia a dinâmica dos ciclos biogeoquímicos que ocorrem no solo.

A constituição textural do solo decorre de processos de gênese, que envolvem a ação do intemperismo (Bezerra, et al., 2006). Nos viveiros de criação de camarão, a formação do sedimento e da camada superficial do solo, está associada ao transporte de partículas pela água que abastece os viveiros, aos processos de aragem que distribuem as frações de silte areia e argila nas camadas, além das interações eletroquímicas entre os minerais que promovem a movimentação destes.

As densidades de camarões estocados nos viveiros influenciam a textura do solo no que diz respeito ao aporte de matéria orgânica que agem sobre a estrutura do solo, em virtude da ação cimentante e de potencial adsorptivo da matéria orgânica.

Este estudo demonstrou que nas densidades A (15 camarões/m<sup>2</sup>), B (20 camarões/m<sup>2</sup>), e C(30 camarões/m<sup>2</sup>), para a maioria dos atributos químicos estudados: cátions básicos (K, Ca, Na, Al. e Mg), bem como na saturação de bases, soma de bases, CTC, pH, P, N, C, S, C:N e matéria orgânica, não houve diferenças significativas, embora estas foram verificadas entre as profundidades (1, 1-10 e 10-20 cm).

Para todos os atributos químicos e em particular para P, N, S, C, matéria orgânica e C: N, ciclos sucessivos podem promover o rápido incremento destes elementos, que ultrapassaram os limites recomendados para a manutenção da atividade em relação a sua capacidade suporte dos viveiros e sustentabilidade dos ambientes circunvizinhos.

Nos ciclos com densidades de 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup> ocorreu aporte de materiais orgânicos e partículas dissolvidas na água, acima do poder de

assimilação dos viveiros, deteriorando o solo, a água e desencadeando problemas de sobrevivência, rendimento zootécnico, e doenças nos camarões.

Portanto é indispensável à adoção de práticas que preservem a constituição do solo, evite a auto-poluição, a perda de fertilidade e de parte deste recurso por erosão. Esta condição para ser alcançada requer a implantação de hábitos sustentáveis que minimizam os impactos decorrentes das diversas atividades humanas.

## CONCLUSÕES

O estresse e vulnerabilidade provocados por alterações hidrológicas em função do aumento da densidade de estocagem e da degradação de maior volume de matéria orgânica e metabólitos proveniente do maior oferta de ração interferem no crescimento, condição fisiológica e sanidade dos camarões.

Os melhores índices de crescimento, sejam, em peso ou comprimento além da conversão alimentar são obtidos em menores densidades e confinamento dos camarões, onde também há maior aproveitamento do alimento natural presente nos viveiros e conseqüente oferta reduzida de ração e menor produção de compostos tóxicos aos peneídeos.

Ciclos sucessivos de engorda sem tratamento do solo influenciam diretamente a qualidade da água e do solo, provocando alterações ao longo do perfil do solo, gerando modificações em sua constituição textural, seus atributos físicos e químicos, decorrentes da formação de uma camada de sedimento rica em matéria orgânica e onde há o predomínio de reações anaeróbicas indesejáveis aos cultivos.

É necessário a prática de hábitos sustentáveis que permitam ao solo assimilar os resíduos, evitar sua auto-poluição e o estabelecimento de condições inóspitas na água, cujas ações promovem impactos negativos sobre a produção de camarões marinhos.

As premissas da sustentabilidade devem, portanto envolver a carcinicultura de forma a permitir o uso racional dos recursos, a produção continua de alimentos e a sobrevivência da atividade que contribui com considerável percentual na produção pesqueira do país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC. Tóxicos Metabólicos – Dicas Técnicas. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 3, nº 2, p.17-20, 2001.

ABCC. O Agronegócio do camarão marinho cultivado. Ed. AGN gráfica. Recife, p. 19-22, Julho/2002.

ABREU Jr, C. H. MURAOKA, T & LAVORANTE, A. F. acidity and chemical properties of brazilian soils relationship between acidity and chemical. *Scientia Agricola*, v.60, nº 2, p. 337-343, abr./jun. 2003.

ABREU Jr, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVIERA, F. C. Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação por bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. *Scientia Agricola*, v.58, nº 4, p. 813-824, out./dez 2001.

ANDRADE, C. A. et al. Qualidade da matéria orgânica e estoques de carbono e nitrogênio em latossolo tratado com biossólido e cultivado com eucalipto. Rev. Brasileira de Ciências do Solo. São Paulo, v. 29, p.803-816, 2005.

APOLINO, J. N. S. et al. Alterações físicas e químicas de um Argissolo amarelo sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.10, nº 1, p.76–83, 2006.

ASSIS, C. P. Carbono e nitrogênio em agregados de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.41, nº 10, p.1541-1550, out 2006.

BARBIERI, R.C.J, & OSTRENSKY, A.O.N. Camarões marinhos – engorda – Viçosa. Editora Aprenda fácil, volume II, p. 370, 2002.

BEZERRA, F. B. et al. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada .Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.41, nº 3, p.469-476, mar 2006.

BITAR, A. L. & BIANCHINI Jr, I. Mineralisation assays of some organica resoureces od aquatic ssitems. Brazilian Journal of Biology. São Carlos, v 62 nº 4, 2002.

BOYD, C. Manejo do solo e da água em viveiros para aquicultura, Campinas – SP. Associação Americana de Soja, p. 55, 1997.

\_\_\_\_\_. Parâmetros da qualidade da água: Sólidos suspensos totais. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 3, nº 2, p.34-35, 2001.

BOYD, C.E. Manejo da microbiologia de sedimentos. Rev. da ABCC – Associação de Criadores de Camarão Recife, ano 5, nº 2, p.77-81. 2003.

\_\_\_\_\_. Arraçoamento afeta a qualidade da água do viveiro. Rev. da ABCC Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 6 nº 3, p.50-52. 2004a.

\_\_\_\_\_. Matéria orgânica no sedimento de leitos de viveiros. Rev. da ABCC - Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 6 nº 4, p.76-78, 2004b.

BRITO, L. O; COSTA, W.M & OLIVEIRA, A. Matéria orgânica do solo em viveiros de camarão. Revista Panorama da Aqüicultura. Rio de Janeiro, v. 15, nº 91, p. 63-66, setembro/outubro, 2005.

CASSAGNE, N; et al. Forms and profile distribution of soil phosphorus in alpine Iceptisols and Spodosols (Pyrennes, France). Geoderma, Amsterdam, v.95, nº 2, p.161-172, 2000.

CAVALCANTE, E. G.S. et al. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. Ciência Rural, v.37, nº 2, p. 394-400, mar-abr, 2007.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Reatores Anaeróbios. DESA/UFMG. Belo Horizonte, cap. 02 e 03, p. 23-95, 1997.

CIOTTA, M.N.et al. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. Ciência Rural. Santa Maria, v.33, nº 6, p.1161-1164, nov-dez, 2003.

CUNHA, T. J. F. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. Ciência Rural. Santa Maria, v.1, nº 1, p.27-36, 2001.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 2ª Edição, revista e atualizada, p. 212, 1997.

FOLONI, J. S.S; ROSOLEM, C.A & GARCIA, R. A. concentração de cátions e ânions na solução do solo e absorção de nutrientes pelas plantas. Rev. Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, p. 433-442, 2006.

FONSECA, C.S. *et al*, Análise dos fatores limitantes e estratégias de manejo no cultivo do *Litopenaeus vannamei* em viveiros com solo arenosos. Anais da FENACAM. Natal, p.50, 2005.

GRAF, C & MORAIS, J. Uso de bactéria para a biorremediação da água e do solo dos viveiros na fazenda Atlantis. Anais da FENACAM. Natal, p.49, 2005.

HERNÁNDEZ, J. Z. *et al*, Biossegurança no cultivo de camarões marinhos: qualidade da água e fatores ambientais. Rev. da ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 3, nº 2, p.55-59. 2001.

JAMU, D.M & PIEDRAHITA, R. Modelo para o manejo de sedimento orgânico em viveiro de aqüicultura. The ADVOCATE, ed. fevereiro/ 2002, tradução: Rev. da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 4, nº 2, p. 38-39, 2002.

LEMOS, A.M. *et al.* Bissegurança em fazendas de camarão. Rev. da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 6, nº 1, p.55-58, 2004.

MALPARTIDA, J., *et al.* Qualidade do solo pode prevenir enfermidades. Rev. Panorama da aqüicultura. Rio de Janeiro, v.14, nº 86, p.53-56, 2004.

MELLO, G; BUENO, C.R.P. & PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial das propriedades físicas e químicas do solo em áreas intensamente cultivadas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, nº2, p.294–305, 2006.

MORE, W.R. & FRELIER, P. Doenças dos camarões: prevenção e controle. Anais do World Aquaculture. Salvador, p. 207 -219, 2003.

MUKHI, S.K, *et al.* Manejo de resíduos de uma fazenda de camarão. Rev. INFOFSH Internacional, Janeiro/fevereiro – Tradução da ABCC, ano 3, nº 2, p. 48-54. 2001.

MONTOYA, R. & VELASCO, M. O papel das bactérias nas estratégias de alimentação e manejo em sistema de aqüicultura. Rev. da ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Recife, ano 2, nº 2, p. 22-24, 2000.

NUNES, A.J.P, Panorama do cultivo de camarões marinhos no Brasil. Revista Brasileira de Agropecuária, ano I, nº 12, p.40- 41. 2000.

OLIVEIRA, F. C. *et al.* Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. Pesq. Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, nº 4, p.529-538 , abr. 2002.

ONO, E. A & KUBTIZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes, Rev. Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, v.13, nº 75, p. 17-27, 2003.

PÁDUA, H. B. O solo na aqüicultura. Composição e gradiente das partículas, métodos práticos de identificação, 8p. junho, 2003. Caderno de Doutrina Ambiental – 23º Procuradoria de Justiça Criminal de Goiás. [http:// www.serrano.neves.com.br](http://www.serrano.neves.com.br). Acessado em : 23/12/2006

PADUA, T. R.P, *et al.* Calagem em latossolo sob influência de coberturas vegetais: neutralização da acidez Rev. Brasileira de Ciência do Solo. São Paulo, v 30, p. 869-878, 2006.

PONTES L. A; ARRUDA F.J. Panorama da carcinicultura no Brasil, Rev. Panorama da Aqüicultura. Rio de Janeiro, v.14, nº 70, p. 27-33, 2005.

PRADO, E.M. & CENTURION, J.F. Alterações na cor e no grau de floculação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. Pesq. Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, nº 1, p.197-203, jan. 2001.

PURVES, W. K. et al. Vida a ciência da biologia. Ed. Artemed. Porto Alegre, 6ª ed., p.1126, 2002.

REIS JR, R. A. Probabilidade de resposta da cana-de-açúcar à adubação potássica em razão da relação  $K^+ (Ca^{2+} Mg^{2+})^{-0,5}$  do solo. Pesquisa agropecuária Brasileira. Brasília, v. 36, nº 9, p. 1175-1183, set. 2001.

REZENDE, J. O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Série Estudos Agrícolas, 1. SEAGRI-SPA, Salvador, p. 117, 2000.

ROCHA, A. T. et al . Fracionamento do fósforo e avaliação de extratores do P-disponível em solos da Ilha de Fernando de Noronha. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.9, nº 2, p. 178-184, 2005.

SEIFFERT, W. & BELTRAME, E. A capacidade de carga e a carcinicultura marinha. Revista da ABCC – Associação de Criadores de Camarão. Recife, ano 6, nº 1, p.63-67, 2004.

SILVA, C. A. et al. Mineralização de nitrogênio e enxofre em solos brasileiros sob influência da calagem e fósforo. Pesq. Agropecuária Brasileira. Brasília, v.34, nº 9, p.1679-1689, set. 1999.

SILVA, M. A. G, et al. Características químicas de um latossolo adubado com uréia e cloreto de potássio em ambiente protegido. *Scientia Agrícola*, v.58, nº 3, p. 561-566, jul./set. 2001

SOUZA, E.J.O & MELLO, W.J. Matéria orgânica em um latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. Ver. Brasileira de Ciências do Solo. São Paulo, v .27, p. 1113-1122, 2003.

VIEIRA, M.I Camarão gigante da Malásia – Um bom negócio. Ed. Livraria Nobel S.A. São Paulo, p.119, 1985

VILLA, M.R.; FERNANDES, L. A. & FAQUIN, V. Formas de potássio em solos de várzea e sua disponibilidade para o feijoeiro. Rev. Brasileira de Ciência do Solo. São Paulo, v.28, p.649-658, 2004.

VINATEA, L. A. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura. Santa Catarina. Editora da UFSC, p. 166, 1997.

VITORINO, A. C.T, et al. Mineralogia, química e estabilidade de agregados do tamanho de silte de solos da região Sudeste do Brasil. Pesq. Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, nº 1, p. 133-141, janeiro, 2003.

TEIXEIRA, L. A. J. et al. Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. Rev.Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 23, nº 3, p. 684-689, dezembro 2001.