

**ESTUDO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES GERADOS EM DIFERENTES
FASES DO CULTIVO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA**

Macrobrachium amazonicum

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura do CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Aqüicultura

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ AUGUSTO DO AMARAL

ALUNA: MAYRA NOGUEIRA

CENTRO DE AQUICULTURA, UNESP

**Jaboticabal-SP
2008**

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

A aqüicultura tem apresentado um grande desenvolvimento mundial, procurando moldar-se ao conceito de sustentabilidade. Segundo VALENTI (2002), a aqüicultura moderna está embasada em três pilares: a produção lucrativa, o desenvolvimento social e a preservação do meio ambiente, tendo os mesmos uma relação intrínseca e interdependente para que se tenha uma atividade perene. Sendo assim, há a necessidade de se pesquisar novas tecnologias a fim de reduzir impactos como desmatamentos, desvios de cursos d' água, introdução de espécies exóticas no ambiente natural e emissão de efluente nos ecossistemas aquáticos.

A qualidade da água do efluente pode ser alterada devido a vários fatores, incluindo o clima, tipo de viveiro, manejo adotado, taxa de renovação da água, densidade de estocagem dos animais, espécies cultivadas, qualidade e quantidade de alimento fornecido (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). A ração não consumida no ambiente, em determinadas quantidades pode estar além da capacidade natural do corpo aquático absorver essa carga orgânica, provocando um impacto ambiental no corpo d' água receptor (BRAZ FILHO, 2005; ZIEMANN *et al.*, 1992). Visando a manutenção da qualidade da água, atualmente, a troca de água dos viveiros é o principal mecanismo adotado pelos produtores.

Os efluentes de viveiros aqüícolas possuem grande volume e baixas concentrações de nutrientes quando comparados com efluentes domésticos, que apresentam pouco volume e grande concentração de nitrogênio e fósforo (BOYD, 2003). Apesar de ser considerado elevado o valor de diluição dessas

descargas de efluentes oriundas da aquicultura, o seu lançamento direto nos ambientes límnicos pode resultar em uma bioacumulação crônica e eutrofização. Tal situação pode levar ao aumento excessivo do fitoplâncton, ocasionando déficit de oxigênio dissolvido à noite e possível morte de organismos locais (SIPAÚBA-TAVARES, 1995; REDING & MILDLEN, 1997; GUO & LI, 2003).

Destaca-se ainda o fato de extrema relevância de que as alterações sofridas pelos corpos d'água receptores vão além dos impactos ambientais, sendo também um problema de saúde pública. Em ambiente eutrófico, estudos revelam a predominância de cianobactérias e salientam a importância deste fato, uma vez que esses organismos produzem toxinas. A ocorrência de toxina na água de hemodiálise, de pessoas com insuficiência renal, na cidade de Caruaru/ PE, provocando diversas mortes, evidencia a importância dessas águas na veiculação das referidas toxinas (POURIA *et al.*, 1998).

O aumento dos níveis de nutrientes como nitrato e nitrito nos aquíferos, nas últimas décadas é atribuído a intervenções humanas, assim como as atividades agrícolas e processos industriais (FORMAN *et al.*, 1985). O nitrato presente nas águas pode induzir a ocorrência de metahemoglobinemia em recém-nascidos e a formação de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (FORMAN *et al.*, 1985; FERREIRA, 2001). O nitrito, uma vez presente nas águas pode desencadear a metahemoglobinemia, independente da faixa etária, pois seu efeito é mais rápido e pronunciado que o do nitrato (BATALHA & PARLATORE, 1993).

Sendo assim, com o crescimento da atividade aquícola, aumenta simultaneamente a preocupação dos órgãos ambientais e de saúde com o impacto ambiental gerado pela mesma. Considerando que o controle da poluição da água está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, o Conselho Nacional de Meio Ambiente estabeleceu que a água destinada ao uso aquícola deva pertencer a Classe II, por meio da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005).

O efluente deve obedecer aos padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor desse efluente estiver enquadrado. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos. Enquanto, não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe II, as salinas e salobras Classe I, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente (CONAMA, 2005).

Nas últimas décadas, dentro da aquíicultura, a carcinicultura apresentou um elevado crescimento. No início dos anos 80, apenas 1% dos camarões consumidos mundialmente foram oriundos do cultivo, sendo que esta proporção aumentou para 50% na década de 90 (MACGIN, 1998).

No contexto internacional, o Brasil tem um elevado potencial para tornar-se um grande produtor mundial de camarões, devido a sua grande extensão territorial, recursos hídricos abundantes, 75% de sua área encontrar-se na zona

tropical, tendo assim um clima favorável durante todo o ano, características essas importantes à prática da larvicultura e crescimento final dos animais (CASTAGNOLI, 1992; MACGIN, 1998).

Diante disso, visando mitigar a consequência negativa do cultivo de camarão sobre o ambiente aquático, um grande número de pesquisas tem sido realizado a fim de melhorar a qualidade e diminuir a quantidade do seu efluente.

SIPAÚBA-TAVARES *et al.* (1999) pesquisaram a influência do uso de aeradores na qualidade da água de viveiros aquícolas e constataram que as variáveis como temperatura, transparência, pH, oxigênio dissolvido, bicarbonato, CO₂ livre, fósforo total, ortofosfato, amônia, nitrato e nitrito diferiram significativamente ($P < 0,05$) com a agitação mecânica da água. Já a condutividade, alcalinidade, CO₂ total e clorofila a não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) com o uso do aerador.

GRÄSLUND & BENGTSSON (2001) constatou em uma revisão sobre produtos químicos e biológicos utilizados em fazendas de camarões no Sudeste Asiático, no tratamento da água, no sedimento dos tanques de engorda e na larvicultura, assim como na desinfecção de equipamentos de manejo, uma grande quantidade de tipos de antibióticos, compostos de cobre, desinfetantes e pesticidas, tendo estes um impacto negativo para a saúde do ser humano e do meio ambiente. Com este estudo também se concluiu que há necessidade de mais pesquisas sobre os tipos e quantidades desses produtos, para se obter resultados mais conclusivos com relação ao seu impacto ambiental.

PÁEZ-OSUNA (2001) em seu trabalho sobre a criação de camarão e o impacto ambiental gerado por essa atividade, relatou que o maior obstáculo para o futuro da carcinicultura são as doenças, provocadas pela elevada disseminação de protozoários, fungos, bactérias e vírus, principalmente em cultivo intensivo. Embora o uso de produtos químicos na criação de camarão seja baixo quando comparado com outras atividades, o crescente uso de antibióticos para combater doenças é preocupante, uma vez que possivelmente produz impacto no ecossistema natural adjacente.

FRAGA (2002) verificou que sistemas de cultivo semi-intensivos do camarão *Litopenaeus vannamei*, nos municípios de Barra do Sul e Laguna, no estado de Santa Catarina, incrementaram as águas e os sedimentos dos ecossistemas costeiros receptores com sólidos suspensos, clorofila a, feotina, matéria orgânica, feopigmento, fósforo disponível e nitrogênio total.

BENASSI (2003) fazendo uma análise comparativa da qualidade da água afluente e efluente de um viveiro de manutenção de estoque de reprodutores de camarões *Macrobrachium rosenbergii*, verificou porcentagens de acréscimo das concentrações de nitrogênio total (20% a 180%), fósforo total (30% a 130%), valores de turbidez (10% a 35%) e do material em suspensão acima de 50% na maioria das vezes. Tais acréscimos estavam relacionados com a ração empregada e com a excreta dos camarões, provocando redução da qualidade da água do efluente.

COSTANZO *et al.* (2004) realizaram um estudo em uma fazenda de camarão marinho no nordeste da Austrália em que verificaram a qualidade da

água de um riacho que recebia efluente do cultivo de *Penaeus merguensis*. Na coluna d'água foi encontrada elevada concentração de NH_4^+ ($18,5 \pm 8,0 \mu\text{M}$) e clorofila a ($5,5 \pm 1,9 \mu\text{g/L}$) após o povoamento dos viveiros com juvenis, em contraste quando os viveiros estavam desativados ($1,3 \pm 0,3 \mu\text{M}$ e $1,2 \pm 0,6 \mu\text{g/L}$ respectivamente). Este resultado indica que a qualidade da água deste curso d'água estava sendo diretamente influenciada pela fazenda em operação, podendo estar associado com “blooms” de algas ocorridos à jusante do ponto de lançamento do efluente.

FOLKE & KAUTSKY (1992) sugerem como tecnologia alternativa, limpa e sustentável, o policultivo. As características deste tipo de cultivo incluem o controle para manter a total utilização vertical da coluna d'água, uma proporção racional dos organismos que ocupam diferentes níveis tróficos e partes da coluna de água, a total utilização de vários tipos de alimento inclusive resíduos, a manutenção de alta produtividade e a preservação de condições apropriadas no ambiente dos viveiros.

Outra alternativa para o tratamento de efluentes de várias origens tem sido a construção de “Wetlands” (KNIGHT *et al.*, 2000; STOTTMEISTER *et al.*, 2003). Esse sistema de tratamento também foi indicado por TILLEY *et al.* (2002) para o cultivo de camarão, sendo utilizado como filtro de recirculação, reduzindo de forma eficiente os níveis de fósforo, nitrogênio, amônia, nitrato, sólidos suspensos e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

BRAZ FILHO (2005) tem estudado e defendido por considerá-los menos impactantes, os sistemas de criação em piscicultura com recirculação total da

água, metodologia já adotada em muitos países, como a Tailândia. Essa prática de recirculação de água vem de encontro aos anseios da Comunidade Européia de que seus fornecedores de produtos devem evitar o desperdício de água, melhorar a qualidade do produto e do sistema de produção. Os sistemas de recirculação geralmente estão associados a organismos vivos como algas, bactérias, animais filtradores ou plantas aquáticas, os quais são responsáveis pela remoção e/ou transformação dos dejetos, possibilitando o reuso da água para a continuidade do cultivo. A eficiência deste sistema depende da relação entre o tipo de alimento empregado, o manejo alimentar e a associação adequada das espécies que degradarão os resíduos.

A caracterização do efluente, diagnosticando o problema, assim como também solucioná-lo através da aplicação de tecnologia como o uso de aeradores, manejo alimentar adequado, policultivo, recirculação total de água e utilização de tanques de tratamento de efluente com macrófitas ou organismos filtradores são ações importantes para a mitigação do impacto ambiental gerado pela aqüicultura. No entanto, há necessidade de que mais pesquisas sejam realizadas neste sentido, sobretudo com espécie nacionais como é o caso do *Macrobrachium amazonicum*.

O cultivo de camarões de água doce, geralmente causa menor impacto ao ambiente que o do camarão marinho, o qual para a construção de seus viveiros acaba por destruir os mangues, ecossistema complexo e frágil de grande importância para a biodiversidade marinha (NEW *et al.*, 2000).

Durante as décadas de 70 e 80 ocorreu um aumento da taxa de produção do camarão marinho, 24 e 27%/ano, respectivamente. Posteriormente a taxa de produção diminuiu para 6% na década de 90 (FAO, 2004). Entretanto, ocorreu o oposto com a produção de camarão de água doce, esta cresceu 5% na década de 70, 15% na de 80 e 19% na de 90. Recentemente houve uma grande expansão desta atividade, sendo de 36% entre os anos de 1999 e 2002. Esse rápido crescimento ocorreu principalmente devido ao grande desenvolvimento na tecnologia de produção e sua sustentabilidade ambiental (VALENTI & TIDWELL, 2006).

A espécie de camarão de água doce mais utilizada em cultivos de escala comercial, em vários países tropicais e subtropicais é o *Macrobrachium rosenbergii*, proveniente da Malásia. (VALENTI *et al.*, 1998^a; NEW, 2005; VALENTI & TIDWELL, 2006). Entretanto, o problema de introdução de espécies exóticas é tão grave que foi considerada pela União para Conservação Mundial (IUCN) como a segunda maior causa da perda da biodiversidade.

As espécies exóticas disputam espaço e alimento com as espécies nativas, podendo ainda transmitir para essas parasitas, vírus, bactérias ou fungos, contra os quais não apresentam resistência imunológica (MAGALHÃES *et al.*, 2005). Além disso, as espécies exóticas quando possuem parentes próximos na biota nativa podem cruzar com indivíduos dessa, provocando a eliminação de genótipos únicos das espécies locais, e assim poderá ocorrer perda da diversidade genética, geração de híbridos e indefinição nos limites taxonômicos existentes

(MAGNUSSON *et al.*, 1998; PRIMACK & RODRIGUES, 2001; MYRICK, 2002).

Na costa Nordeste do Brasil, introduzidos a partir de criadouros despreparados para contê-los em seus limites, os camarões da Malásia e o Vanamey podem ser capturados com mais facilidade do que as espécies nacionais de camarões (DESISKY, 2004; INSTITUTO HORUS, 2004).

O camarão *M. amazonicum* foi muito consumido no Nordeste Brasileiro, o que causou o declínio de sua população no ecossistema aquático. Atualmente, o cultivo desta espécie autóctone consiste em uma alternativa que elimina os potenciais malefícios de introdução acidental de espécies exóticas e ainda promove subsídios para a reposição nos estoques naturais (REIS *et al.*, 2004). Sendo assim, buscando cada vez mais uma produção sustentável, tem aumentando a quantidade de estudos para conhecer a biologia e desenvolver a tecnologia de produção do *M. amazonicum*.

Esta pesquisa está inserida no Programa para o Desenvolvimento de Tecnologia de Cultivo de *M. amazonicum*, implantado no Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP em 1999, com a participação de dez instituições de pesquisa e universidades de várias regiões do Brasil.

Neste projeto multidisciplinar, pesquisas foram realizadas até o presente momento, com diferentes enfoques: Nutrição e produtividade das larvas (ARAÚJO, 2005; MACIEL, 2007), crescimento relativo (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2002), descrita a ocorrência de morfotipos para machos adultos da espécie (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2004^a), os

estágios de maturação dos machos (PAPA, 2003) e das fêmeas (RIBEIRO, 2003), foram testadas taxas de estocagem das larvas e a viabilidade técnica e econômica da atividade (VETORELLI, 2004), qualidade da água e efluente em viveiros de crescimento final (KEPPELER, 2005; MORAES-RIODADES *et al.*, 2006), produção em viveiros estocados com diferentes densidades (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2004^b), entre outras.

No entanto, muitos aspectos relacionados ao cultivo do *M. amazonicum*, ainda não foram estabelecidos, havendo a necessidade da realização de mais pesquisas sobre esta espécie.

Portanto, na aquicultura tem se buscados meios para a obtenção de uma produção lucrativa e sustentável que atenderão as necessidades de um meio ambiente equilibrado, assim como do mercado consumidor interno e externo cada vez mais ecologicamente consciente e exigente.

Devido à relevância e atualidade do tema e também das poucas pesquisas realizadas com *Macrobrachium amazonicum*, a presente pesquisa propõe avaliar as águas dos afluentes e efluentes de todas as fases do processo de produção desta espécie. Para tanto, foram realizadas análises microbiológicas, físicas e químicas da água de entrada e saída dos tanques e viveiros de todas as fases de criação dessa espécie, para a obtenção de informações importantes que auxiliem na tomada de medidas de controle da qualidade desses efluentes, visando à conservação ambiental.

2. OBJETIVOS

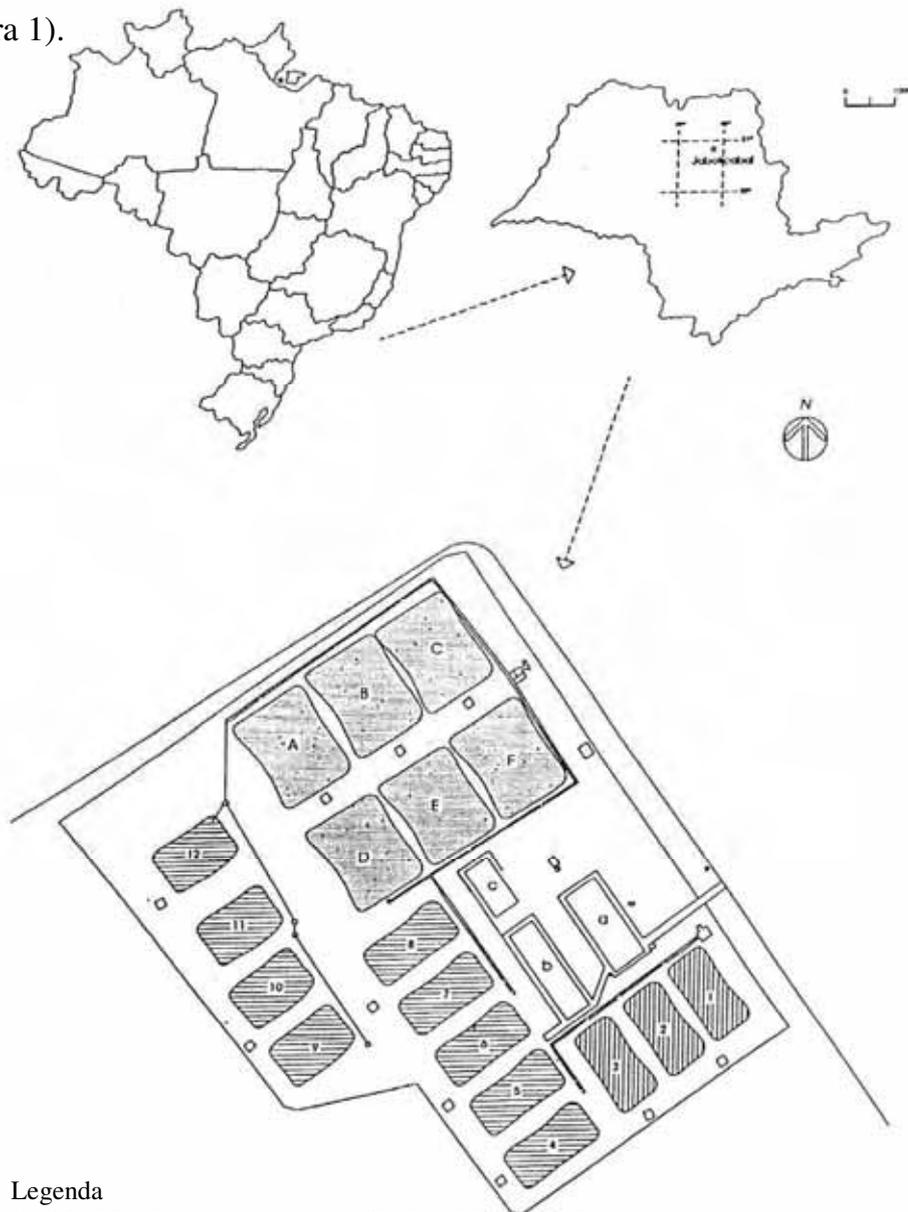
Diante do exposto anteriormente, o presente trabalho tem como objetivos:

- A) Verificar a presença de indicadores de contaminação fecal por meio das determinações do Número Mais Provável de *Escherichia coli* das águas de afluente e efluente em cada uma das fases do cultivo do *M. amazonicum*.
- B) Verificar as características físicas e químicas, por meio das determinações de pH, temperatura, sólidos em suspensão, DBO, nitrato, nitrito, nitrogênio total, das águas de afluente e efluente em cada uma das fases do cultivo do *M. amazonicum*. Ressalta-se ainda, verificar a DQO, entretanto, somente na fase de crescimento final.
- C) Comparar os efluentes de cada fase de cultivo entre si, considerando as variáveis estudadas.
- D) Calcular na fase de crescimento final, o balanço da massa de DBO, sólidos totais suspensos e nitrogênio total que entrou, que foi assimilado e que saiu do viveiro por meio do efluente, assim como calcular a quantidade dessas variáveis nos efluentes por Kg de camarão produzido nos viveiros estocados com camarões em diferentes densidades: 40, 60, 80 e 100 juvenis de *M. amazonicum* /m².
- E) Comparar as variáveis analisadas nos efluentes com os padrões estabelecidos pela legislação vigente (CONAMA, 2005), considerando como referência os valores para água doce - Classe II, já que a maioria dos corpos d'água receptores no Brasil se enquadram nesta categoria e o efluente não deverá alterá-la.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do Ciclo de Cultivo Experimental do *Macrobrachium amazonicum*

O ciclo de cultivo experimental de *M. amazonicum* foi realizado de novembro de 2005 a abril de 2006, no Departamento de Carcinicultura, localizado no Centro de Aqüicultura (CAUNESP) da UNESP-Jaboticabal/SP (Figura 1).



Legenda

- 1 a 12 - Viveiros de crescimento final de *Macrobrachium amazonicum*
- A a F - Viveiros de reprodutores de *Macrobrachium amazonicum*, *Macrobrachium rosenbergii*, e esporadicamente usados como berçários secundários
- a- Laboratórios de Larvicultura e Análises de Água
- b-Berçário
- c-Laboratório de Biometria

Figura 1: Localização da área de estudo. Fonte KEPPLER, 2005.

O referido ciclo experimental foi dividido em 3 etapas: larvicultura, berçário e crescimento final. As mesmas serão descritas a seguir:

A) Larvicultura

A larvicultura é a primeira fase do cultivo de camarões de água doce, esta teve seu início em novembro de 2005 e se estendeu por aproximadamente 18 dias de cultivo. Este processo consiste na produção de pós-larvas, ou seja, na obtenção e cultura das larvas, até completar a metamorfose. Caracteriza-se por ser um sistema intensivo.

As larvas utilizadas foram obtidas de fêmeas ovígeras dos viveiros existentes no setor de Carcinicultura do CAUNESP, sendo tais animais descendentes de reprodutores trazidos do nordeste do Pará (1° 13' 25" S, 48° 17' 25" W) em 2001.

Após sofrerem anti-sepsia em solução de formol a 25 ppm por 30 minutos, as fêmeas foram levadas para um tanque de eclosão com água salobra 5‰ e aeração constante. As larvas obtidas foram coletadas, contadas, aclimatadas e estocadas em densidade de aproximadamente 80 larvas/litro.

Foram utilizados 5 tanques de larvicultura, os quais possuíam 120 litros de capacidade, filtro mecânico e biológico e foram abastecidos com água salobra $10 \pm 5‰$ (Figura 2). A água salobra utilizada na larvicultura foi obtida da mistura de água doce e salgada e suas condições foram controladas constantemente, a fim de permitir a sobrevivência e desenvolvimento das larvas.

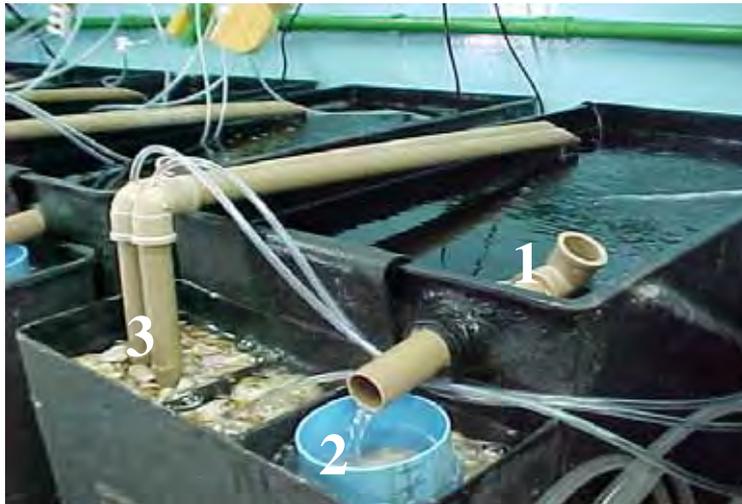


Figura 2: Tanque da larvicultura: Circuito fechado - A água do interior do tanque passa primeiro por um filtro mecânico com malha de 125 μm (1) para impedir a passagem das larvas, posteriormente à água passa por um outro filtro com 80 μm (2), o qual retira pequenas partículas e finalmente pelo filtro biológico (3), voltando para o tanque.

Dentre os vários sistemas de produção existentes, utilizou-se o Sistema Fechado Dinâmico, devido as suas inúmeras vantagens. Neste a água circula continuamente, passando por filtros mecânicos e posteriormente pelo biofiltro, o qual favorece um processo constante de nitrificação (VALENTI & DANIELS, 2000).

Ressalta-se que neste sistema é necessária a realização de reposição da água perdida por evaporação e sifonamento das impurezas para a manutenção da sua qualidade. Perde-se por evaporação diariamente, aproximadamente 2 L e sua reposição é feita apenas com água doce. No sifonamento é retirado de 4 a 5 L de água, o que corresponde a 3 a 4% do volume total do tanque, sendo parte desta água utilizada após sua passagem por uma malha de 80 μm .

No que se refere à alimentação, as larvas foram alimentadas até o 5º dia de cultivo somente com náuplios de *Artemia* e após o 6º dia, a alimentação foi complementada com dieta inerte, proposta por MALLASEN & VALENTI (1998), que apresenta aproximadamente 45% de proteína bruta, 22% de extrato etéreo, 23% de extrativo não nitrogenado, 9% de matéria mineral e 18% de matéria seca original. A energia bruta é de aproximadamente 5000 Kcal.Kg⁻¹. A quantidade de náuplios e dieta inerte fornecida diariamente estão apresentadas na Tabela 1 (MACIEL, 2007).

Os valores médios referentes à sobrevivência, produtividade e peso seco das pós-larvas, obtidos foram 95,2% ($\pm 6,6$), 75,5 PL/L ($\pm 12,8$) e 1,18 mg ($\pm 0,14$), respectivamente (MACIEL, 2007).

Tabela 1: Densidade de náuplios de *Artemia* (NA) nos tanques de cultivo após o fornecimento e quantidade de dieta inerte fornecida diariamente (MACIEL, 2007).

Dias de cultivo	Estágios dominantes	(NA/mL)	Dieta inerte (g)
2		4,0	-
3	II-III	6,0	-
4	III	6,0	-
5	IV	6,0	-
6	V	8,0	2,0
7	V-VI	10,0	2,0
8	V-VI	10,0	2,5
9-10	VI-VII	12,0	2,5
11-12	VIII	11,0	3,0
13-14	VIII	11,0	3,0
15-16	VIII-IX-PL	11,0	3,5
17-18	IX-PL	12,0	4,0

B) Berçário

O berçário é uma fase intermediária, entre a larvicultura e o viveiro de crescimento final. Consiste no estoque de pós-larvas recém metaforseadas, em altas densidades, até o estágio juvenil em que são encaminhadas para os viveiros de crescimento final.

Este sistema de pré-cultivo permite um maior controle da alimentação, das variações da qualidade da água e proteção contra predadores, visando aumentar a taxa de sobrevivência das pós-larvas. Esse cuidado se faz necessário, uma vez que as pós-larvas oriundas da larvicultura precisam adaptar-se a água doce e são mais vulneráveis.

O berçário pode ser constituído de uma única etapa ou pode ser bifásico, subdividido em berçários I e II. No presente estudo o berçário foi constituído de uma única etapa, com duração de aproximadamente 18 dias.

As pós-larvas utilizadas neste estudo foram provenientes da larvicultura descrita no item anterior. A densidade de povoamento foi de aproximadamente 7 pós-larvas/L.

Foram utilizados 5 tanques para a estocagem das pós-larvas, os quais estavam localizados em um galpão fechado, possuíam 1000 L de capacidade, filtro biológico para a manutenção dos níveis dos compostos nitrogenados e foram abastecidos com água doce (Figura 3). Assim como na larvicultura, a água do sistema circulava, após passar pelo biofiltro.



Detalhes do filtro biológico de cascalho existente no interior do tanque.



Figura 3: Tanque do berçário: Circuito fechado - A água de cultivo passa pelo filtro biológico (1), voltando para o tanque.

As pós-larvas foram alimentadas com ração comercial com 35% de proteína bruta na quantidade de 2,0 a 5,0% da biomassa do tanque por dia. Durante o manejo da criação quando a temperatura da água estava entre 22 e 24 °C a alimentação era fornecida pela metade e quando a temperatura da água estava abaixo dos 22 °C a alimentação era suspensa.

As pós-larvas permaneceram no berçário até o estágio juvenil, ou seja, ao atingirem aproximadamente de 0,02 g, sendo posteriormente, transferidas para os viveiros de crescimento final.

C) Crescimento Final

A fase de crescimento final foi realizada em sistema semi-intensivo. Esta teve início em dezembro de 2005 e se estendeu até abril de 2006, com duração de

133 dias. Os juvenis foram estocados em 12 viveiros de fundo natural, abastecidos com água doce, com aproximadamente 0,01 ha de área cada um (Figura 4). Antes do povoamento, o solo dos viveiros, foi submetido à calagem com a aplicação de 1 t/ha de cal hidratada e fertilização orgânica com adição de 3 t/ha de ração para camarão.

A água utilizada para o abastecimento dos viveiros era proveniente de uma represa situada à montante dos tanques, sendo distribuída por gravidade. Quando a quantidade de água não era suficiente, duas bombas elétricas eram acionadas, fornecendo água de duas outras represas para os tanques. A taxa de renovação da água dos viveiros era de 5-10% por dia.



Saída do efluente do viveiro

Figura 4: Viveiro de crescimento final: Circuito aberto - A água abastece o viveiro sendo posteriormente lançada para o meio ambiente.

O povoamento foi realizado em 12 de dezembro de 2005, com juvenis oriundos da fase de berçário descrito no item anterior deste trabalho. Os referidos animais possuíam peso médio de 0,02 g. A densidade de povoamento foi de 40, 60, 80 e 100 juvenis/m², conforme apresentado na Tabela 2, e cujo delineamento experimental utilizado foi blocos inteiramente casualizados com 4 tratamentos e 3 repetições.

Tabela 2: Densidades de estocagem, número de indivíduos estocados e área dos viveiros. Centro de Aquicultura da Unesp, 2005.

Viveiros	Densidades de Estocagem	Quantidade de Indivíduos estocados	Área dos Viveiros (m ²)
7	80	7120	89
8	100	8900	89
9	60	5520	92
10	40	4000	100
11	80	8080	101
12	60	6120	102
13	100	10600	106
14	40	4000	100
15	60	7440	124
16	40	4600	115
17	100	12000	120
18	80	7840	98

A alimentação dos animais foi constituída por ração peletizada com teor protéico de 35%, fornecida em duas porções diárias, às 8:00 e 17:00 horas. A taxa diária de arraçoamento de cada viveiro foi de 2,5 g/m² no primeiro mês de cultivo e do segundo ao quarto mês de cultivo, os viveiros foram arraçados a 9, 7, 5 e 3% da biomassa, sendo esta ajustada semanalmente com o acréscimo de 20%. A quantidade de ração era fornecida pela metade quando o nível de O₂ dissolvido encontrava-se entre 2,5 a 3,5 mg/L pela manhã. Quando o nível desta variável estava abaixo de 2,5 mg/L, a ração era totalmente suspensa.

3.2. Colheita das Amostras

A) Larvicultura: Para a determinação da qualidade da água da larvicultura e do poder impactante do efluente foram analisadas amostras de 5 tanques, sendo uma amostra para cada tanque. Essas foram colhidas no período da manhã. As amostras foram colhidas antes do povoamento dos tanques, representando a água de entrada e também no momento da despesca, representando o efluente, pois é nesse momento que a água é depositada no meio ambiente. As amostras da análise microbiológica foram colhidas em fracos de 250 mL de capacidade esterilizados previamente em autoclave e as amostras das análises físicas e químicas, em garrafas pet de 2 L.

B) Berçário: Na fase do berçário, assim como na larvicultura, foram analisadas amostras de 5 tanques, sendo uma amostra para cada tanque. As amostras foram colhidas no período da manhã, antes do povoamento, representando a água de entrada e no momento da despesca, representando o efluente. As amostras da análise microbiológica foram colhidas em fracos de 250 mL de capacidade esterilizados previamente em autoclave e as amostras das análises físicas e químicas, em garrafas pet de 2 L.

C) Crescimento final: Nesta fase, foram analisadas a qualidade da água e o poder impactante do efluente de viveiros com quatro densidades de camarões por viveiro: 40, 60, 80 e 100 juvenis/m². Para cada densidade foram efetuadas, 3

repetições, resultando um total de 12 viveiros. Quinzenalmente, foi colhida uma amostra da água de abastecimento e outra do efluente de cada viveiro, durante o período de cultivo e na despesca total. As amostras foram colhidas no período da manhã. As amostras para análise microbiológica foram colhidas em fracos de 250 mL de capacidade esterilizados previamente em autoclave e as amostras para análises físicas e químicas, em garrafas pet de 2 L. No momento da despesca total em que o viveiro foi esvaziado para a retirada dos camarões com a rede, foram colhidas amostras do efluente no 1/3 inicial, 1/3 médio e 1/3 final da despesca de cada viveiro (Figura 5).

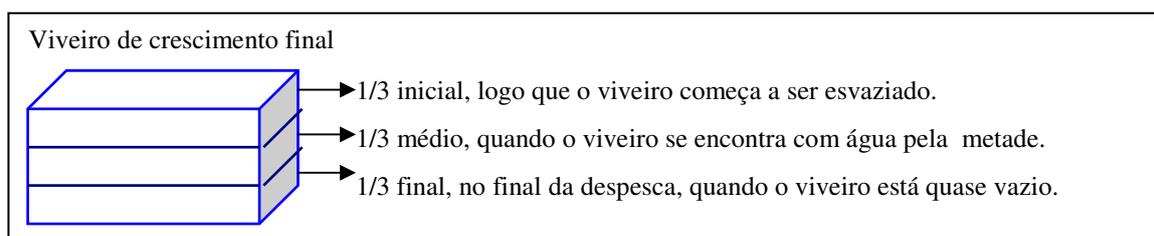


Figura 5: Esquema da colheita das amostras no momento da despesca, quando os viveiros estão sendo esvaziados para a retirada dos camarões com a rede.

3.3. Variáveis Analisadas: Análise Microbiológica, Físicas e Químicas

3.3.1. Análise microbiológica

Determinação do Número Mais Provável (NMP) de *Escherichia coli*

(APHA, 1998).

As amostras do afluente e efluente foram diluídas em água peptonada a 0,1% esterilizada, adicionando-se 10 mL da amostra em 90 mL do diluente,

obtendo-se a diluição 10^{-1} . A partir dessa primeira diluição foram obtidas as diluições decimais sucessivas.

Na amostra de água ou na sua diluição (100 mL) foi adicionado o meio de cultura (Colilert) e após homogeneização, a mistura foi transferida para a cartela Quanti-tray e esta selada em seladora específica. Em seguida, as cartelas foram incubadas a 35 °C por 24 h. Após a incubação foi realizada a determinação do número mais provável de *E. coli* pelo número de células que apresentaram fluorescência após incidirem-se raios UV sobre a cartela, utilizando-se a tabela específica se chegou ao NMP de *E. coli*/100 mL da amostra.

3.3.2. Análises físicas e químicas

Determinação do pH, Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Sólidos Totais

Para a análise dessas variáveis utilizou-se sonda multiparâmetro -W-22XD Horiba.

Determinação do Nitrogênio Total (APHA, 1998)

Os valores do nitrogênio total foram obtidos pelo método Semi-Micro Kjeldahl que tem como princípio, a transformação do nitrogênio amoniacal em amônia (NH_3), a qual é fixada pelo ácido bórico e posteriormente titulada com ácido sulfúrico (H_2SO_4) até nova formação do nitrogênio amoniacal, na presença do indicador ácido-base.

Determinação do Teor de Nitrato (APHA, 1998)

Os valores das concentrações de nitrato foram obtidos pelo método 8039 (HACH COMPANY, 1991) para água e águas residuárias, método de redução do Cádmiu, descrita no manual do espectrofotômetro modelo DR -2010 da Hach.

Determinação do Teor de Nitrito (APHA, 1998)

Os valores das concentrações de nitrito foram obtidos pelo método 8153 (HACH, 1991) para água e águas residuárias, o método do sulfato ferroso, descrita no manual do espectrofotômetro modelo DR-2000 da Hach.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (APHA, 1998)

As leituras da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram obtidas através de Aparelho AL 320 Aqualic que utiliza solução de hidróxido de potássio a 45% como reagente e sensores de pressão internos. As modificações de pressão dentro dos frascos de amostra hermeticamente fechados foram convertidas diretamente em DBO (mg.L⁻¹).

Demanda Química de Oxigênio (DQO)* (APHA, 1998)

Os valores da Demanda Química de Oxigênio (DQO) foram obtidos por método colorimétrico, empregando-se espectrofotômetro modelo DR-2000 da Hach e bloco digestor para D.Q.O. de mesma marca. A metodologia descrita nos manuais do aparelho faz uso da digestão ácida em meio com dicromato de potássio e catalizadores, utilizando-se reta padrão existente na memória do aparelho.

* Esta análise não é válida para água com elevado teor de sais, pois o excesso de cloreto interfere em seu resultado. Portanto, o referido teste não tem validade para a larvicultura, devido à utilização da água salobra. No presente estudo, a referida análise somente foi realizada na fase de crescimento final.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA (BARBIN, 2003)

Para a larvicultura e berçário, as médias dos valores foram analisadas aplicando-se:

O Teste t, para as variáveis: pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, sólidos totais, nitrato, nitrito e o Teste de Wilcoxon, para as variáveis: *E. coli*, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO).

Para o crescimento final, os valores foram analisados aplicando-se o método de análise de variância (ANOVA) para experimentos inteiramente casualizados. Realizamos uma ANOVA, para cada variável em cada data do cultivo, com o objetivo de verificar o efeito das diferentes densidades na água dos efluentes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à inexistência de dados referente à espécie em estudo, os resultados obtidos foram comparados e discutidos, quando possível, com pesquisas realizadas com a espécie *Macrobrachium rosenbergii*.

5.1. Larvicultura

A boa qualidade da água utilizada na larvicultura é de fundamental importância para a sobrevivência e desenvolvimento das larvas, as quais são bastante vulneráveis. Portanto, a qualidade da água deve ser monitorada constantemente nesta fase.

As médias dos resultados obtidos no presente estudo sobre a qualidade da água da larvicultura estão apresentadas na Tabela 3. Nesta, podemos observar que os resultados da análise microbiológica para *E. coli* da água de abastecimento e efluente foram 14,40 e 0/100 mL, respectivamente. Ou seja, ocorreu uma diminuição significativa desses microrganismos durante o cultivo das larvas.

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão dos resultados obtidos nas análises microbiológica, físicas e químicas da água de abastecimento e dos efluentes dos tanques de larvicultura. Centro de Aqüicultura da Unesp, 2005.

Variáveis Analisadas	Água de abastecimento		Efluente			CONAMA	Recomendado Camarão de água doce
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Porcentagem	2005 água doce classe II	
<i>E. coli</i> (100 mL)	14,4 ^a	±8,808	0 ^b	±0	diminuiu 100%	até 1000/mL	
pH	8,292 ^a	±0,135	7,716 ^b	±0,435	diminuiu 6,95%	5,0 a 9,0	7,5 a 8,5 (VALENTI, 1996)
Oxigênio dissolvido (mg.L-1)	11,84 ^a	±0,348	6,818 ^b	±2,672	diminuiu 42,4%	acima de 5 mg/L	acima de 2,75 mg/L MALECHA (1983)
Temperatura (°C)	29,22	±0,768	29,1	±0,297	diminuiu 0,41%	até 40 °C	28 a 31 °C (VALENTI, 1996)
Sólidos Totais (mg.L-1)	10,68	±0,753	10,38	±0,396	diminuiu 2,80%	até 500 mg/L	
Nitrato (mg.L-1)	9,24	±1,834	10,58	±4,975	aumentou 14,5%	até 10 mg/L	até 60 mg/L COHEN & RA'ANAN (1989)
Nitrito (mg.L-1)	0,01 ^b	±0,005	0,108 ^a	±0,107	aumentou 980%	até 1 mg/L	até 0,25 mg/L (VALENTI, 1998) ^b
Nitrogênio Total (mg.L-1)	0,48 ^a	±0,522	0,168 ^b	±0,034	diminuiu 65%		
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg.L-1)	6,8	±1,73	5,8	±2,95	diminuiu 14,7%	até 5 mg/L	

Legenda:



De acordo com a legislação



Em desacordo com a legislação



Não há referência



Recomendado na literatura

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ao nível de 5% de significância.

O CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005), estabelece que os coliformes termotolerantes não devem exceder 1000 por 100 mL. Sendo assim, os resultados obtidos para *E. coli* nesta pesquisa estão de acordo com a legislação vigente.

As médias de pH foram de 8,29 e 7,72 da água de abastecimento e efluente, respectivamente. Este resultado está de acordo com as recomendações feitas por VALENTI (1996), segundo o qual as larvas apresentam melhor desenvolvimento em águas neutras ou levemente alcalinas, sendo que a faixa ideal situa-se entre 7,5 a 8,5. Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, o pH deverá estar de 5 a 9. Portanto, os resultados de pH estão de acordo com a legislação vigente (CONAMA, 2005).

Os resultados obtidos da concentração de oxigênio dissolvido (OD) foram de 11,84 e 6,82 mg/L na água de abastecimento e efluente, respectivamente. Houve uma diminuição significativa do OD ao longo do cultivo das larvas. O OD na água da larvicultura deve permanecer sempre acima de 70% de saturação (VALENTI, 1996). A decomposição da matéria orgânica no fundo dos tanques leva a um consumo de OD na água. Portanto, cuidados devem ser tomados quanto à quantidade e qualidade de alimento fornecido aos camarões, evitando uma depleção do OD.

A aeração constante é imprescindível para manter os níveis de OD próximo à saturação. Segundo MALECHA (1983), as concentrações mais baixas de oxigênio que os camarões suportam, sem estresse, estão entre 2,25 a 2,75 mg/L à temperatura entre 25 a 30 °C.

A resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente determina que o OD, em qualquer amostra, não deve ser inferior a 5 mg/L, ou seja, os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com a legislação (CONAMA, 2005).

A temperatura média da água de abastecimento foi de 29,22 °C, enquanto a do efluente foi de 29,10 °C, ou seja, não houve variação significativa da temperatura ao longo do processo de larvicultura. Segundo LANDKAMER (1994), a faixa de temperatura adequada para as larvas de *M. rosenbergii* é de 26 a 30 °C, já para RODRIGUES *et al.*, (1991) e VALENTI (1996), a faixa ideal de temperatura da água é de 28 a 31 °C, sendo que o melhor desenvolvimento das larvas ocorre a 31 °C. Esses autores ainda ressaltam que em temperaturas abaixo de 28 °C, mesmo por poucos dias são suficientes para retardar o desenvolvimento das larvas e prolongar o ciclo produção.

A resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente estabelece que os efluentes somente possam ser lançados desde que possuam temperatura inferior a 40 °C. Portanto, os resultados de temperatura do efluente estão de acordo com a legislação vigente (CONAMA, 2005).

Os sólidos totais suspensos refletem os materiais dispersos ou dissolvidos na coluna d'água, sejam vivos ou não. Neste trabalho, essa variável teve uma média de 10,68 e 10,38 mg/L na água de abastecimento e efluente, respectivamente. A diferença foi não significativa, indicando que os processos biológicos tiveram pouca ação na qualidade da água ou ocorreram processos antagônicos compensatórios. Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente o valor máximo para essa variável é de 500 mg/L (CONAMA,

2005). Portanto, os resultados de sólidos totais suspensos estão de acordo com a legislação vigente.

Em relação aos compostos nitrogenados, as concentrações médias de nitrogênio total foram de 0,48 e 0,17 mg/L nas águas de abastecimento e efluente, respectivamente, ocorrendo diminuição significativa ao longo do cultivo. Vários pesquisadores (JOHNS, 1995; FRANSEN *et al.*, 1998; RAJESHWARI *et al.*, 2000; SALMIEN *et al.*, 2001; SALMIEN & RINTALA, 2002; MANIOS *et al.*, 2003) são unânimes em afirmar que aproximadamente 90% do nitrogênio total, presentes nas águas estão na forma de nitrogênio amoniacal. Sendo assim, a partir dos resultados obtidos para nitrogênio total realizou-se uma estimativa da concentração de amônia. Os valores médios estimados foram de aproximadamente 0,44 mg/L na água de abastecimento e 0,15 mg/L no efluente. Entretanto, as concentrações médias de nitrito e nitrato aumentaram. Sendo que o aumento das médias de nitrito, de 0,01 na água de abastecimento e 0,108 mg/L no efluente, mostrou-se significativo e o aumento das médias de nitrato, de 9,24 e 10,58 mg/L nas águas de entrada e saída respectivamente, mostrou-se não significativo.

O filtro biológico, presente nos tanques de larvicultura contém microrganismos nitrificantes, os quais convertem amônia em nitrito, e este numa forma menos tóxica que é o nitrato (VALENTI, 1998). O nitrato acumula-se progressivamente no Sistema Fechado Dinâmico ao longo do período de reutilização da água. O que explica os resultados obtidos na presente pesquisa para os compostos nitrogenados.

De acordo com VALENTI (1998)^b, os níveis de amônia e nitrito não devem ultrapassar 0,5 mg/L e 0,25 mg/L, respectivamente, para não prejudicar o desenvolvimento larval. COHEN & RA'ANAN (1989) afirmam que valores de até 60 mg/L para nitrato são tolerados pelas larvas.

Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, para a classe 2, o valor limite de nitrogênio amoniacal total varia de 0,5 a 3,7 mg/L (CONAMA, 2005), considerando que o pH obtido foi de 5 a 9. Os valores limite para o nitrito e nitrato são 1,0 mg/L, 10,0 mg/L, respectivamente. Sendo assim, os valores encontrados para as concentrações estimadas de nitrogênio amoniacal estão de acordo com a resolução, enquanto as concentrações de nitrito e nitrato do efluente se encontram ligeiramente acima do permitido pela legislação.

As médias da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) foram de 6,8 e 5,8 mg/L para as águas de abastecimento e efluente, respectivamente. Observa-se que houve uma diminuição não significativa da DBO₅ ao compararmos as águas de abastecimento e efluente. Estes resultados indicam que não está havendo eliminação significativa da matéria orgânica para o meio ambiente, esta provavelmente está sendo acumulada no interior dos tanques, na biomassa das larvas ou retida pelos filtros. Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, para águas classificadas em classe 2, o valor máximo de DBO₅ deve ser de até 5 mg/L. Os valores referentes a DBO₅, estão em desacordo com a legislação vigente (CONAMA, 2005). Entretanto, a resolução permite exceder o valor da DBO 5 mg/L, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo

receptor demonstre que as concentrações mínimas de OD previstas não serão desobedecidas.

5.2. Berçário

A criação de larvas de camarões de água doce é mais difícil do que as pós-larvas. Sendo assim, mais atenção tem sido dada para a qualidade da água utilizada na larvicultura.

Entretanto, as pós-larvas também requerem água de boa qualidade. Geralmente a mortalidade em berçário é resultante de baixa concentração de O₂ dissolvido ou altas concentrações de compostos nitrogenados (ZIMMERMANN & SAMPAIO, 1998).

As médias dos resultados obtidos na presente pesquisa estão apresentadas a seguir na Tabela 4.

Os resultados da análise microbiológica de *E. coli* da água de abastecimento e efluente apresentaram ausência desses indicadores. Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente as águas doces utilizadas na atividade aquícola devem ser classificadas como classe 2. De acordo com este padrão, os coliformes termotolerantes não devem exceder 1000 por 100 mL. Sendo assim, os resultados obtidos para *E. coli* nesta pesquisa estão de acordo com a legislação vigente (CONAMA, 2005).

Tabela 4: Valores médios e desvio padrão dos resultados obtidos nas análises microbiológica, físicas e químicas da água de abastecimento e dos efluentes dos tanques de berçário. Centro de Aqüicultura da Unesp, 2005.

Variáveis Analisadas	Água de abastecimento		Efluente			CONAMA	Recomendado Camarão de água doce
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Porcentagem	2005 água doce classe II	
<i>E. coli</i> (100 mL)	0	±0	0	±0		até 1000/mL	
pH	8,544 ^a	±0,102	8,318 ^b	±0,115	diminuiu 2,6%	5,0 a 9,0	8,5 a 9 Straus et al (1991)
Oxigênio dissolvido (mg.L-1)	8,29 ^b	±0,35	11,46 ^a	±0,478	aumentou 38,2%	acima de 5 mg/L	acima de 5 mg/L Sandifer et al (1983)
Temperatura (°C)	27,1	±1,298	27,87	±0,506	aumentou 2,8%	até 40 °C	27 a 31 °C Sandifer et al (1983)
Sólidos Totais (mg.L-1)	0,15 ^b	±0,013	0,40 ^a	±0,099	aumentou 166,6%	até 500 mg/L	
Nitrato (mg.L-1)	0,94 ^b	±0,378	5,2 ^a	±0,552	aumentou 453%	até 10 mg/L	
Nitrito (mg.L-1)	0,008	±0,001	0,014	±0,006	aumentou 75%	até 1 mg/L	
Nitrogênio Total (mg.L-1)	0,18	±0,11	0,42	±0,13	aumentou 133%		
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg.L-1)	abaixo da detecção	±0	3,4	±0,89	aumentou 34%	até 5 mg/L	

Legenda:



De acordo com a legislação



Em desacordo com a legislação



Não há referência



Recomendado na literatura

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ao nível de 5% de significância.

As médias de pH foram de 8,54 e 8,32 da água de abastecimento e efluente, respectivamente. Podemos verificar ainda que a diferença de pH entre a água de entrada e efluente foi significativa estatisticamente. Altos níveis de pH podem favorecer o “bloom” de algas e ainda estar associado com o aumento da mortalidade das pós-larvas. Essas não devem ser expostas a pH maiores que 9 nas primeiras semanas (STRAUS *et al.* 1991; DÍAZ-BARBOSA, 1995) e

concentrações de amônia maiores que 1mg/L, quando o pH varia de 8,5 a 9 (STRAUS *et al.* 1991), sendo que a toxicidade da amônia aumenta com o pH. De acordo com STRAUS *et al.* (1991), juvenis não devem ser expostos a uma concentração de amônia maior que 1 mg/L ou 2 mg/L em pH no valor de 9 e 8,5, respectivamente.

Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente estabelece que o pH dos efluentes deverá estar entre 6,0 a 9,0. Sendo assim, essa variável está de acordo com os valores recomendados (CONAMA, 2005).

A temperatura média da água de abastecimento foi de 27,10 °C, enquanto a de saída foi de 27,87 °C, ou seja, não houve variação significativa da temperatura ao longo do processo de cultivo.

Os trabalhos realizados sobre a temperatura ideal no cultivo de camarões em berçário são de grande importância, pois essa é um dos principais fatores que interfere em seu desenvolvimento. Ressalta-se que ótimas temperaturas para camarões estão na faixa de 27 a 31 °C (SMITH & SANDIFER, 1979; SANDIFER *et al.* 1983). Confirmam tais resultados, os estudos realizados por KENEALE & WANG (1979) onde relataram que a melhor taxa de crescimento ocorre a 28 °C. Entretanto, pesquisas realizadas por SANDIFER *et al.* (1986) concluíram que em temperaturas de 20 a 27 °C diminui a variação do tamanho das pós-larvas e aumenta a sua taxa de sobrevivência.

Outros estudos mostram também que temperaturas baixas ou muito elevadas retardam a taxa de crescimento e provavelmente causam mortalidade (COELHO *et al.*, 1982; VALENTI, 1985). Segundo SANDIFER & SMITH

(1985) as taxas de crescimento e sobrevivência diminuem quando as temperaturas são menores do que 22 °C e estão acima de 32 °C e MALECHA (1983) relatou que as pós-larvas não devem ser estocadas em água com temperatura abaixo de 20 °C. RA'ANAN & COHEN, (1982) confirmam tal afirmação, pois mostraram que o crescimento cessa abaixo de 19 °C e a mortalidade inicia a 16 °C.

A resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente estabelece que os efluentes somente possam ser lançados se possuírem temperatura inferior a 40 °C (CONAMA, 2005). Portanto, os resultados de temperatura estão de acordo com a legislação vigente e com as recomendações dos valores ideais para essa fase.

Os resultados obtidos da concentração de oxigênio dissolvido (OD) foram de 8,29 e 11,46 mg/L na água de abastecimento e efluente, respectivamente. Houve um aumento significativo do OD ao longo do cultivo das pós-larvas.

A demanda de O₂ pelo camarão varia em função da temperatura e seu tamanho (MALECHA, 1983). Estudos mostram que os níveis de O₂ dissolvido devem ser mantidos em no mínimo aproximadamente 5 mg/L em cultivo intensivo (SANDIFER *et al.*, 1983).

A resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente determina que o OD, em qualquer amostra, não deve ser inferior a 5 mg/L, ou seja, os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com a resolução (CONAMA, 2005).

Os sólidos totais suspensos refletem os materiais dispersos ou dissolvidos na coluna d'água, sejam vivos ou não. Neste trabalho, essa variável teve uma

média de 0,15 e 0,40 mg/L na água de abastecimento e efluente, respectivamente, aumentando significativamente. Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente o valor máximo para essa variável é de 500 mg/L (CONAMA, 2005). Portanto, os resultados de sólidos totais suspensos estão de acordo com a legislação vigente.

As concentrações médias de nitrogênio total foram de 0,18 e 0,42 mg/L nas águas de abastecimento e efluente, respectivamente. Considerando que vários pesquisadores (JOHNS, 1995; FRANSEN *et al.*, 1998; RAJESHWARI *et al.*, 2000; SALMIEN *et al.*, 2001; SALMIEN & RINTALA, 2002; MANIOS *et al.*, 2003) são unânimes em afirmar que aproximadamente 90% do nitrogênio total, presentes nas águas estão na forma de nitrogênio amoniacal. Sendo assim, com base nos resultados obtidos para nitrogênio total, estimou-se o nitrogênio amoniacal. Este corresponde a 0,16 mg/L na água de abastecimento e 0,38 mg/L no efluente.

As médias de nitrito foram de 0,008 na água de abastecimento e 0,014 mg/L no efluente, sendo o aumento não significativo. Entretanto, as médias de nitrato foram de 0,94 e 5,20 mg/L nas águas de abastecimento e efluente, respectivamente, apresentando um aumento significativo.

Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, para a classe 2, o valor limite de nitrogênio amoniacal total varia de 0,5 a 3,7 mg/L dependendo do valor do pH (CONAMA, 2005). Considerando que o pH obtido foi de 8,5 e 8,3, o valor limite para a nitrogênio amoniacal é de 1,0 mg/L. Os valores limite para o nitrito e nitrato são 1,0 mg/L, 10,0 mg/L, respectivamente.

Sendo assim, os valores encontrados para os compostos nitrogenados estão de acordo com a resolução.

As médias da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) foram de abaixo do limite de detecção a 3,4 mg/L para as águas de abastecimento e efluente, respectivamente. Verificou-se ainda que o referido aumento não foi significativo estatisticamente. Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, para águas classificadas em classe 2, o valor máximo de DBO₅ deve ser de até 5 mg/L. Portanto, os valores referentes a DBO₅, estão de acordo com a legislação vigente (CONAMA, 2005).

5.3. Crescimento final

Esta fase potencialmente é a mais impactante do ciclo todo, pois seu período de realização é maior do que a larvicultura e o berçário, além do que foi utilizado neste ciclo de produção o fluxo contínuo de água. O fluxo contínuo possui o benefício de manter a qualidade da água dos viveiros, entretanto, elimina grande quantidade de efluente para o meio ambiente.

Os resultados obtidos na presente pesquisa estão representados na Tabela 5.

Tabela 5: Valores médios, desvios-padrão e estatística do teste F dos resultados obtidos na análise microbiológica de: coliformes fecais (NMP/100 mL de *E. coli*), pH, oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), sólidos totais suspensos (mg/L), nitrogênio total (mg/L), nitrito (mg/L), nitrato (mg/L), demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) e demanda química de oxigênio (mg/L) da água de abastecimento e dos efluentes dos viveiros de crescimento final estocados nas densidades 40, 60, 80 e 100 pós-larvas de *M. amazonicum*/m². Centro de Aquicultura da Unesp, 2006.

		Variáveis analisadas									
		Sólidos					Demanda				
Água analisada	<i>E. coli</i>	pH	Oxigênio Dissolvido	Temperatura	Suspensos	Totais	Nitrogênio Total	Nitrito	Nitrato	Bioquímica de Oxigênio	Química de Oxigênio
Abastecimento	84,27(86,90)	7,71(0,27)	8,60(2,95)	27,13(1,35)	0,06(0,01)	0,44(0,31)	0,01(0,006)	0,92(0,4)	8,44(2,77)	27,06(34)	
Efluente-D40	47,27(130,06)	7,59(0,5)	8,27(2,76)	27,63(1,63)	0,07(0,02)	0,45(0,23)	0,01(0,01)	0,74(0,61)	11,75(9,32)	35,48(48,07)	
Efluente-D60	30,16(54,09)	7,59(0,43)	8,43(2,91)	27,41(1,39)	0,06(0,01)	0,48(0,3)	0,01(0,007)	0,46(0,45)	12(7,03)	35,13(57,67)	
Efluente-D80	77,14(253,20)	7,52(0,36)	8,43(2,9)	27,47(1,44)	0,06(0,01)	0,48(0,26)	0,01(0,01)	0,59(0,42)	11,33(6,64)	28,77(22,73)	
Efluente-D100	53,16(144,24)	7,61(0,49)	8,38(2,87)	27,52(1,31)	0,06(0,02)	0,46(0,2)	0,01(0,006)	0,68(0,49)	12,21(6,06)	37,56(32,98)	
F_ tratamento	1,03NS	0,36NS	0,02NS	0,2NS	0,05NS	0,12NS	0,29NS	1,46NS	0,4NS	0,35NS	
CONAMA, 2005											
Água doce – classe II	1000NMP /100 mL	5,0 a 9,0	Acima de 5 mg/L	Até 40 °C	Até 500 mg/L	Até 1 mg/L	Até 10 mg/L	Até 5 mg/L	Até 10 mg/L	Até 5 mg/L	
Recomendado na literatura	7 a 9 (VALENTI, 1996)	3 a 7mg/L (ZIMMERMANN, 1996)	25 a 32°C (BOYD & ZIMMERMANN, 2000)								

Legenda:



De acordo com a legislação



Em desacordo com a legislação



Não há referência



Recomendado na literatura

NS – não significativo pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Os resultados da análise microbiológica para *E. coli* (NMP/100 mL) foram 84,27 (abastecimento), 47,27 (D40), 30,16 (D60), 77,14 (D80) e 53,16 (D100). Tais resultados não apresentaram diferença significativa entre a água de abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e entre estes quando comparados entre si. A resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelece que as águas doces utilizadas na atividade aquícola são classificadas como classe 2. Segundo este padrão, os coliformes termotolerantes não devem exceder 1000 NMP por 100 mL (CONAMA, 2005). Sendo assim, os resultados obtidos para *E. coli* nesta pesquisa estão de acordo com a legislação vigente.

Os resultados obtidos para o pH foram 7,71 (abastecimento), 7,59 (D40), 7,59 (D60), 7,52 (D80) e 7,61 (D100). O pH também não apresentou diferença significativa ao compararmos a água de abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e estes entre si.

KIMPARA (2004) estudou a qualidade da água de abastecimento e efluentes provenientes do cultivo de *M. amazonicum* estocados nas densidades 10, 20, 40 e 80. Nesta pesquisa verificou que o pH da água de abastecimento foi significativamente superior (pH 7,2) ao valor obtido nos efluentes em todos os tratamentos (pH 6,7). Entretanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos. A autora atribui este fato ao processo de respiração dos organismos presentes no viveiro no período da noite, uma vez que este parâmetro foi determinado pela manhã, entre 6h30 e 7h30.

De acordo com VALENTI (1996), a água para criação de camarões deve ser ligeiramente alcalina, com pH variando entre 7,0 e 9,0. Valores de pH entre 7,0

e 8,5 são considerados ideais ao cultivo de *M. rosenbergii* (BOYD & ZIMMERMAN, 2000). Não há informações sobre a faixa adequada para *M. amazonicum*.

Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente que o pH deva estar entre 6,0 a 9,0. Portanto, essa variável está de acordo com os valores recomendados pela legislação (CONAMA, 2005).

As concentrações de oxigênio dissolvido (mg/L) foram 8,60 (abastecimento), 8,27 (D40), 8,43 (D60), 8,43 (D80) e 8,38 (D100). Ao compararmos a água de abastecimento com os tratamentos e estes entre si, concluímos que os resultados não apresentaram diferença significativa.

KIMPARA (2004) verificou em seu estudo que o OD da água de abastecimento foi significativamente superior ao observado nos efluentes dos viveiros ao longo do cultivo. A pesquisadora atribui este resultado ao processo de respiração realizado a noite pelos organismos existentes no viveiro, pois a coleta ocorreu entre 6h30 e 7h30.

Além da respiração, a decomposição da matéria orgânica no fundo dos viveiros leva a um consumo do oxigênio presente na água. Sendo assim, é muito importante considerar a quantidade e qualidade do alimento fornecido aos camarões. ZIMMERMANN (1998) recomenda para o cultivo de *M. rosenbergii*, oxigênio dissolvido variando entre 3 a 7 mg/L.

A resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, determina que o OD, em qualquer amostra, não deve ser inferior a 5 mg/L, ou seja, os resultados

obtidos para a água de abastecimento e efluentes no final do cultivo não estão de acordo com a resolução (CONAMA, 2005).

Os valores médios da temperatura (°C) foram 27,13 (abastecimento), 27,63 (D40), 27,41 (D60), 27,47 (D80) e 27,52 (D100). A temperatura da água não apresentou diferença significativa ao compararmos a água de abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e estes entre si. Os resultados obtidos neste estudo, para essa variável, são considerados adequados ao cultivo de camarões de água doce, uma vez que segundo BOYD & ZIMMERMANN (2000), indicam valores entre 25 a 32 °C, e se encontram de acordo com a legislação. Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente os efluentes somente poderão ser lançados se possuírem temperatura inferior a 40 °C (CONAMA, 2005).

Os resultados obtidos nas análises para sólidos totais suspensos foram 0,006 (abastecimento), 0,07 (D40), 0,06 (D60), 0,06 (D80) e 0,06 (D100). Tais resultados não apresentaram diferença significativa ao compararmos a água de abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e esses entre si. KIMPARA (2004) constatou em sua pesquisa que além da água de abastecimento, o teor de sólidos no efluente é influenciado pelo manejo alimentar. Esse deve ser definido de modo a reduzir a quantidade de partículas no efluente. De acordo com a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, o valor máximo para essa variável é de 500 mg/L (CONAMA, 2005).

O aumento da concentração dos compostos nitrogenados está relacionado com a adição de alimento nos viveiros. Amônia, nitrito e nitrato são formados a

partir da degradação de resíduos orgânicos (alimento não consumido, fezes, etc.) acumulados no sedimento. Tais nutrientes favorecem a produção primária, ocorrendo o crescimento do fitoplâncton e acréscimo de compostos orgânicos nos sólidos em suspensão (MARTIN *et al.*, 1998 apud KIMPARA, 2004)

As concentrações médias obtidas para nitrogênio total foram 0,44 (abastecimento), 0,45 (D40), 0,48 (D60), 0,48 (D80) e 0,46 (D100). Segundo os resultados obtidos não houve diferença significativa ao compararmos a água de abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e esses entre si. Neste estudo não houve elevação da concentração desta variável com o aumento da quantidade de ração fornecida, provavelmente porque o nitrogênio foi incorporado ao plâncton, a biomassa dos camarões ou ainda tenha ficado retido no sedimento.

Considerando que vários pesquisadores (JOHNS, 1995; FRANSEN *et al.*, 1998; RAJESHWARI *et al.*, 2000; SALMIEN *et al.*, 2001; SALMIEN & RINTALA, 2002; MANIOS *et al.*, 2003) são unânimes em afirmar que aproximadamente 90% do nitrogênio total, presentes nas águas estão na forma de nitrogênio amoniacal. Sendo assim, realizou-se uma estimativa da concentração de nitrogênio amoniacal. Esta variável, assim como o nitrogênio total não apresentou diferença significativa ao compararmos a água de abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e esses entre si.

Os resultados obtidos para nitrito foram 0,01 (abastecimento), 0,01 (D40), 0,01 (D60), 0,01 (D80) e 0,01 (D100), enquanto para nitrato foram 0,92 (abastecimento), 0,74 (D40), 0,46 (D60), 0,59 (D80) e 0,68 (D100). O nitrito e o nitrato não apresentaram diferença significativa ao compararmos a água de

abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e esses entre si. Resultados semelhantes foram obtidos por KIMPARA (2004), tendo constatado em seu estudo, que não houve diferença significativa entre os teores de nitrogênio total, amônia, nitrito e nitrato entre os tratamentos e entre estes e a água de abastecimento. Entretanto, ZIEMANN *et.al.* (1992) ao analisar a qualidade da água afluyente e efluente de viveiros de peixes e camarões de água doce e peixes e camarões marinhos, constatou que o efluente apresentou qualidade inferior ao afluyente na maioria dos parâmetros analisados, tendo os peixes e os camarões de água doce as concentrações mais elevadas de materiais suspensos e pigmentos em seus efluentes. Em contraste, as concentrações de nitrato e nitrito foram menores nos efluentes do que nos afluentes. Segundo o autor, este resultado evidencia que em alguns casos os viveiros aquícolas funcionam como sistemas de tratamento absorvendo esses nutrientes. Provavelmente a diminuição do nitrato e nitrito está relacionada com o aumento de algas e essas por sua vez estão associadas ao aumento das concentrações de pigmento e turbidez da água.

Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, para a classe 2, o valor limite de nitrogênio amoniacal total varia de 0,5 a 3,7 mg/L dependendo do valor do pH. Considerando que o pH obtido variou de 7,52 a 7,71, o valor limite para o nitrogênio amoniacal é de 1,0 a 2,0 mg/L. Os valores limite para o nitrito e nitrato são 1,0 mg/L, 10,0 mg/L, respectivamente. Sendo assim, os valores encontrados para os compostos nitrogenados estão de acordo a resolução (CONAMA, 2005).

Os valores médios em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) (mg/L) foram 8,44 (abastecimento), 11,75 (D40), 12,00 (D60), 11,33 (D80) e 12,21 (D100). Esses resultados não apresentaram diferença significativa ao compararmos a água de abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e esses entre si. Este resultado indica que não está havendo eliminação significativa da matéria orgânica para o meio ambiente, a mesma está provavelmente, sendo acumulada no interior dos viveiros, na biomassa dos camarões e outros organismos ou no sedimento. KIMPARA (2004) obteve resultados semelhantes para a DBO_5 .

A resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente estabelece para águas classificadas em classe 2, o valor máximo de DBO_5 até 5 mg/L, podendo exceder este valor caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas (CONAMA, 2005). Entretanto, como os resultados obtidos foram superiores a 5 mg/L, não se pode obter conclusões em relação à legislação, pois dependerá das características do corpo receptor.

Os valores médios referente à Demanda Química de Oxigênio (DQO) foram 27,06 (abastecimento), 35,48 (D40), 35,13 (D60), 28,77 (D80) e 35,56 (D100). Esses resultados não apresentaram diferença significativa ao compararmos a água de abastecimento e os efluentes dos diferentes tratamentos e esses entre si. KIMPARA (2004) obteve resultados semelhantes, verificou em seu estudo que não houve diferença significativa entre a água de abastecimento e os tratamentos

para esta variável. A pesquisadora atribui esse fato provavelmente devido à grande variabilidade de seus resultados.

5.4. Comparação entre os Efluentes das Fases do Cultivo de *M. amazonicum*

Os efluentes de todas as fases do cultivo do camarão *M. amazonicum*, larvicultura, berçário e crescimento final foram comparados entre si. Os valores médios encontrados para efeito de comparação estão representados a seguir, nas Figuras 6 a 14.

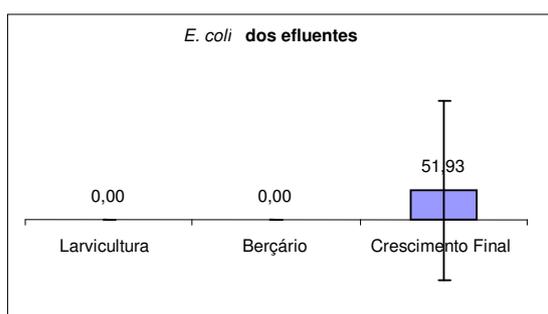


Figura 6: Valores médios da concentração de *E. coli* (NMP/100mL) dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

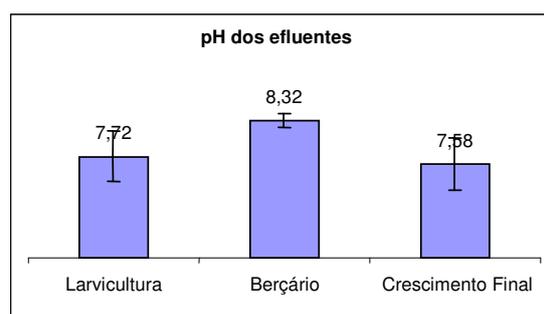


Figura 7: Valores médios do pH dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

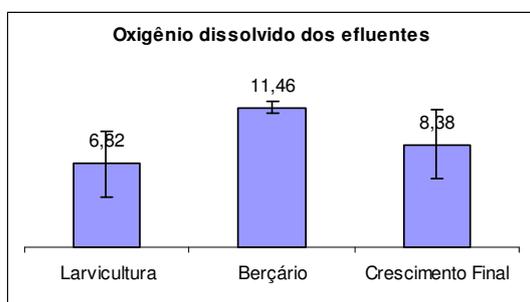


Figura 8: Valores médios do Oxigênio Dissolvido (mg/L) dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

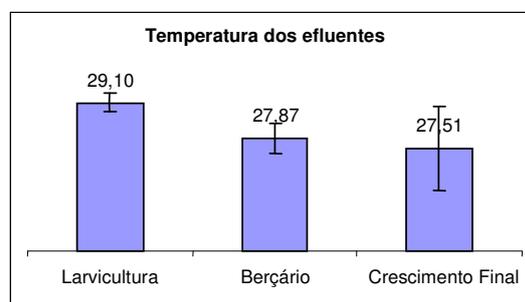


Figura 9: Valores médios da Temperatura (°C) dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

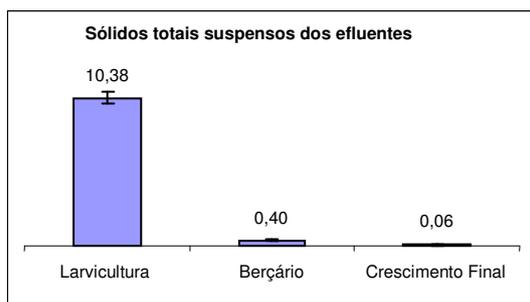


Figura 10: Valores médios dos Sólidos Totais Suspensos (mg/L) dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

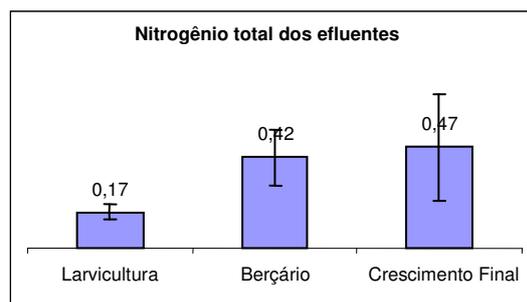


Figura 11: Valores médios do Nitrogênio Total (mg/L) dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

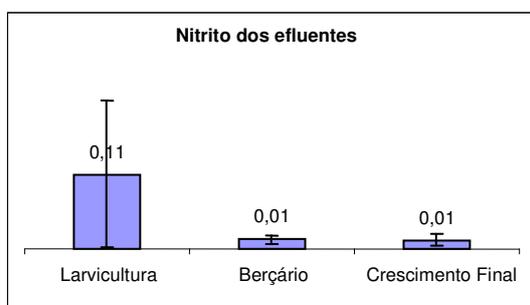


Figura 12: Valores médios de Nitrito (mg/L) dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

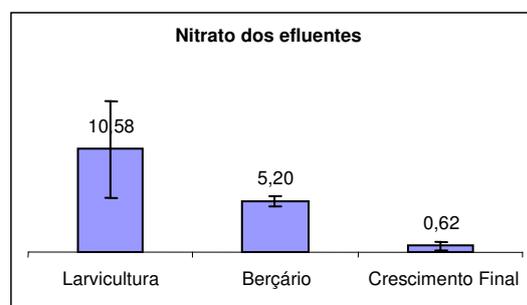


Figura 13: Valores médios do Nitrato (mg/L) dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

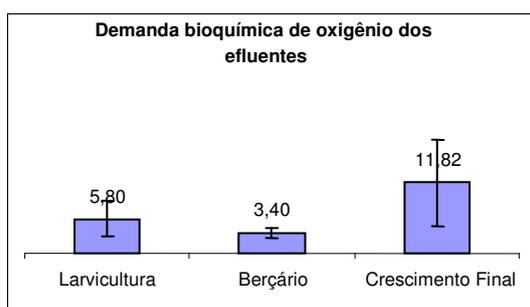


Figura 14: Valores médios da Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) dos efluentes das diferentes fases de cultivo do *M. amazonicum*.

Os efluentes da larvicultura e berçário apresentaram ausência de *E. coli*. Entretanto, os efluentes dos viveiros de crescimento final apresentaram uma concentração média de *E. coli* de 51,93 NMP/100 mL (Figura 6), provavelmente devido ao fato dos viveiros serem mais vulneráveis a contaminação fecal de animais homeotermos, pela sua localização em áreas abertas, qualidade da água de abastecimento e arraste da água da chuva.

O efluente do berçário apresentou a maior média de pH, assim como a maior concentração média de oxigênio dissolvido. Os valores médios de pH foram 7,72, 8,32 e 7,58 nos efluentes da larvicultura, berçário e crescimento final, respectivamente (Figura 7). Enquanto os valores médios de OD foram 6,82, 11,46 e 8,38 mg/L nos efluentes da larvicultura, berçário e crescimento final, respectivamente (Figura 8).

A maior média da temperatura da água ocorreu na fase de larvicultura, 29,10 °C (Figura 9). Esta fase requer controle rigoroso da temperatura, que deve ser mantida entre 28 e 31 °C. Segundo RODRIGUES *et al.*, (1991) e VALENTI (1996) temperaturas abaixo de 28 °C, mesmo por poucos dias, podem retardar o desenvolvimento larval e prolongar o ciclo de produção.

A maior média para a concentração de sólidos totais ocorreu no efluente da larvicultura, sendo 10,38 mg/L (Figura 10). Este resultado se deve a água salobra utilizada nesta fase do cultivo. A elevada concentração de sais aumenta os sólidos totais presentes na água. Ao compararmos as concentrações de compostos nitrogenados presente nos efluentes, verificamos para o nitrogênio total os valores médios de 0,17, 0,42 e 0,47 para os efluentes da larvicultura, berçário e

crescimento final, respectivamente (Figura 11). Os seja, os efluentes dos viveiros de crescimento final apresentaram maiores concentrações, enquanto os efluentes da larvicultura apresentaram menores concentrações para esta variável.

O inverso ocorreu com as concentrações de nitrito e nitrato, sendo elas maiores no efluente da larvicultura e tendo valores menores no berçário e menores ainda na fase de crescimento final (Figura 12 e Figura 13).

Tais resultados são explicados provavelmente devido à ação dos biofiltros presentes nos tanques de larvicultura e berçário. Esses filtros biológicos por onde a água circula, contém microrganismos nitrificantes, os quais convertem o nitrogênio total em nitrito, e este numa forma menos tóxica que é o nitrato.

A maior média de DBO foi obtida no efluente da fase de crescimento final, sendo sua concentração 11,82 mg/L. A larvicultura e berçário apresentaram em seus efluentes DBO de 5,80 e 3,40 mg/L, respectivamente (Figura 14). Provavelmente a maior concentração desta variável nos viveiros de crescimento final se deve a qualidade da água de abastecimento, assim como a quantidade e qualidade da ração fornecida aos camarões.

5.5. Qualidade da Água do Efluente dos Viveiros de Crescimento Final

Durante a Despesca Total dos Camarões

No momento da despesca total em que o viveiro foi esvaziado para a retirada dos camarões com a rede, foram colhidas amostras do efluente dos

viveiros no 1/3 inicial, 1/3 médio e 1/3 final da despesca de cada viveiro (Figura 5).

Os valores médios obtidos no momento da despesca final e seu desvio padrão estão apresenta na Tabela 6.

Para a realização da ANOVA aplicou-se a transformação de Box-Cox para verificar qual variável necessitava de transformação e identificar tal transformação. Verificamos que somente as variáveis *E. coli* (EC), sólidos totais suspensos (STS), nitrato (NTRA), nitrogênio total (NT) e demanda química de oxigênio (DQO) necessitavam de transformação e as transformações foram, respectivamente: $\sqrt{EC + 0,01}$, $(STS)^8$, $\log(NTRA + 0,01)$, $1/(NT)^2$ e \sqrt{DQO} .

Os resíduos de todas as variáveis, após as devidas transformações, atenderam às suposições de normalidade e homoscedasticidade.

Tabela 6: Valores médios e seus respectivos desvios padrão das variáveis analisadas dos efluentes dos viveiros de crescimento final durante a despesca total: 1/3 inicial, 1/3 médio e 1/3 final da despesca de cada viveiro. Centro de Aquicultura da Unesp, 2006.

Variáveis Analisadas	1/3 inicial	1/3 médio	1/3 final	F_despesca
<i>E. coli</i>	17,26(±13,56)AB	15,38(±9,5)B	34,10(±20,43)A	3,76**
pH	7,20(±0,56)	7,22(±0,51)	7,22(±0,5)	0,004NS
Oxigênio dissolvido	4,81(±0,37)	4,67(±0,39)	4,39(±0,36)	2,97NS
Temperatura	20,82(±1,94)B	22,18(±2,31)AB	23,74(±2,64)A	3,57**
Sólidos totais	0,052(±0,001)A	0,050(±0,002)B	0,047(±0,003)C	15,52**
Nitrato	1,00(±0,74)	0,72(±0,61)	0,33(±0,51)	3,17NS
Nitrito	0,01(±0,006)	0,01(±0,007)	0,01(±0,012)	0,07NS
Nitrogênio total	0,27(±0,04)B	0,30(±0,05)AB	0,39(±0,17)A	4,62**
Demanda química de oxigênio	43,00(±54,63)	53,56(±42,73)	82,67(±90,93)	0,81NS
Demanda bioquímica de oxigênio	11,89(±4,04)	13,33(±6,58)	16,67(±6,2)	1,65NS

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** - significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade;

NS - não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade;

A maior concentração de *E. coli* ocorreu no final da despesca e essa foi significativamente maior, em relação ao 1/3 médio, provavelmente devido à suspensão do sedimento e microrganismos que se encontravam no fundo do viveiro (Tabela 6).

O pH, assim como o oxigênio dissolvido não apresentou diferença significativa em nenhum momento da despesca.

A temperatura da água aumentou significativamente durante a despesca. KIMPARA (2004) verificou em sua pesquisa que a temperatura da água na superfície sempre foi superior à do fundo do viveiro. Sendo assim, quando se inicia o processo de esvaziamento do viveiro pela tubulação de drenagem localizada no fundo, a água é drenada de baixo para cima, eliminando primeiramente a água que está no fundo e possui, portanto, temperatura mais baixa do que a da superfície.

As concentrações de sólidos totais foram diminuindo significativamente durante a despesca. Este fato se deve provavelmente porque no início desta, há um maior acúmulo de lama nas imediações da tubulação de drenagem, conseqüentemente lançando no meio ambiente uma maior quantidade de sólidos totais, logo quando começa o escoamento de água do viveiro.

As concentrações de nitrogênio total foram aumentando significativamente durante a despesca, enquanto as concentrações de nitrito e nitrato não apresentaram diferença significativa em nenhum momento desta.

Os valores médios de DBO e DQO durante a despesca, não apresentaram diferença significativa.

As variáveis OD e DBO₅ na despesca total apresentaram resultados em desacordo com a legislação (CONAMA, 2005). Entretanto, a resolução permite exceder o valor da DBO 5 mg/L, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de OD previstas não serão desobedecidas.

A concentração de oxigênio varia ao longo do dia, sendo menor pela manhã devido ao processo de respiração realizada pelos animais do viveiro durante a noite e maior no final da tarde devido ao processo de fotossíntese realizada pelo fitoplâncton. Sendo assim, a renovação da água, assim como as despescas deverão ser realizadas no final da tarde e/ou deverá ser implantado o uso de aeradores, afim de que sejam atendidas as exigências da resolução.

As demais variáveis apresentaram resultados de acordo com a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005).

5.6. Produtividade e Balanço das Quantidades de Nitrogênio Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Sólidos Totais Suspensos (STS)

A produtividade de camarões foi calculada (MORAES-VALENTI, em fase de redação) e relacionada como o balanço das quantidades de nitrogênio total, DBO e STS, visando avaliar se houve diferença entre as densidades estudadas. Essas informações são de extrema importância para o sucesso do cultivo, pois é necessário que haja uma produção lucrativa, sem que ocorram danos ao meio

ambiente. Ou seja, a aqüicultura moderna busca atingir o equilíbrio entre essas variáveis e assim a sustentabilidade do sistema.

5.6.1 Produtividade

A intensificação desses sistemas de cultivo tem sido alvo de estudos, já que em altas densidades a água é utilizada de forma otimizada, reduzindo o volume gasto por unidade de biomassa produzida. Em estudo realizado anteriormente, MORAES-RIODADES *et al.* (2006), avaliou o efeito da intensificação do cultivo de *M. amazonicum* nas características da água dos viveiros, os quais foram estocados nas densidades 10, 20, 40 e 80 juvenis/m². Esse sistema de produção apresentou alta capacidade de assimilação do material alóctone (ração, fertilizante). Portanto, MORAES-RIODADES *et al.* (2006), concluíram que esta espécie pode ser cultivada em altas densidades de estocagem (até 80 juvenis/m²) com alta produtividade e sem mudanças significativas na qualidade da água.

Resultados semelhantes referente à produtividade foram encontrados no ciclo de produção da presente pesquisa. Comparou-se o peso médio dos camarões, a produtividade e a sobrevivência nas densidades de estocagens 40, 60, 80 e 100 pós-larvas de *M. amazonicum* /m² (MORAES-VALENTI, em fase de redação) (Tabela 7).

Tabela 7: Valores médios do peso (g), da produtividade (kg/ha) e sobrevivência (%) dos camarões cultivados em diferentes densidades de estocagem, 40, 60, 80 e 100 pós-larvas de *M. amazonicum* /m². Centro de Aqüicultura da Unesp, 2006. (MORAES-VALENTI, em fase de redação)

Densidade de estocagem	Peso (g)	Produtividade (Kg/ha)	Sobrevivência (%)
D40	4,02 ^a	1174 ^b	76,67
D60	3,82 ^b	1312 ^b	59,33
D80	3,59 ^b	1543 ^{ab}	56,00
D100	3,36 ^b	2039 ^a	61,67

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, o peso médio dos camarões foi significativamente maior estatisticamente na densidade 40 ao compará-la com a densidade 100. Entretanto, não houve diferença significativa para essa variável entre as densidades 60, 80 e 100. Os resultados de sobrevivência não apresentaram diferença entre as densidades. A produtividade entre as densidades 40, 60 e 80 não apresentou diferença significativa. No entanto, a produtividade na densidade 100 foi significativamente superior ao compará-la com as demais densidades. Ou seja, a intensificação do cultivo até a densidade 100 juvenis/m² não provocou queda na produtividade.

5.6.2. Balanço das Quantidades de Nitrogênio Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Sólidos Totais Suspensos (STS)

O Balanço das quantidades de nitrogênio total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos totais suspensos (STS) foram calculados e relacionados com a produtividade, visando obter mais informações do comportamento dessas variáveis na dinâmica desse sistema de cultivo.

A) Balanço de Nitrogênio Total:

A partir dos resultados obtidos foi realizado o cálculo do balanço de Nitrogênio Total na fase de crescimento final, considerando as diferentes densidades de estocagem: 40, 60, 80 e 100 juvenis de *M. amazonicum*/m². Calculou-se a quantidade de Nitrogênio Total (Kg)/ hectare/dia presente na água de abastecimento e efluente dos viveiros, a diferença entre a água do efluente e de abastecimento diário, ou seja, a quantidade que foi assimilada pelo viveiro diariamente, a quantidade de Nitrogênio Total que entrou no viveiro pela água, ração e fertilizante durante os 133 dias de cultivo e quantidade de Nitrogênio total (Kg) presente no efluente por Kg de camarão produzido durante todo o período de cultivo. Os resultados obtidos estão apresentados a seguir na Tabela 8.

Tabela 8: Valores médios e desvio padrão do cálculo da quantidade de Nitrogênio Total (Kg)/ hectare/dia da água de abastecimento e efluente, diferença entre a água que do efluente e de abastecimento diário, quantidade de Nitrogênio Total que entrou no viveiro (água/ ração /fertilizante) durante os 133 dias de cultivo e quantidade de Nitrogênio total (Kg) presente no efluente por Kg de camarão produzido durante os 133 dias.

	Densidades de Estocagem							
	D40		D60		D80		D100	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
KG N/HA/DIA (abastecimento)	2,99	0,64	2,19	0,23	1,79	0,32	2,41	1,12
KG N/HA/DIA (efluente)	1,23	1,11	0,73	0,58	0,95	0,74	0,93	0,92
Saída - Entrada (Dia)	-1,77	0,71	-1,46	0,62	-0,84	0,68	-1,48	0,45
Kg N/HA (cultivo 133 dias)	-234,89	94,30	-193,79	82,55	-111,51	89,96	-196,26	63,71
Kg N/Kg Camarão (cultivo 133 dias)	0,147	0,139	0,080	0,069	0,087	0,076	0,070	0,078

Verificou-se que as médias das quantidades de Nitrogênio Total (Kg)/ha/dia da água de abastecimento é sempre maior que a encontrada na água do efluente, em todas as densidades analisadas. Este resultado se deve à assimilação de parte do Nitrogênio pelo próprio viveiro.

Considerou-se que a quantidade de Nitrogênio Total que entrou no viveiro durante os 133 dias de cultivo foi oriunda da água de entrada, da ração e do fertilizante. As percentagens das médias do Nitrogênio Total proveniente da água de abastecimento foram: 52,47% (D40), 45,20% (D60), 40,54% (D80) e 46,27% (D100); da ração: 38,26% (D40), 43,28% (D60), 47,59% (D80) e 41,83% (D100) e do fertilizante: 9,26% (D40), 11,52% (D60), 11,87% (D80) e 11,89% (D100). Esses resultados e seu desvio padrão estão apresentados na Figura 15.

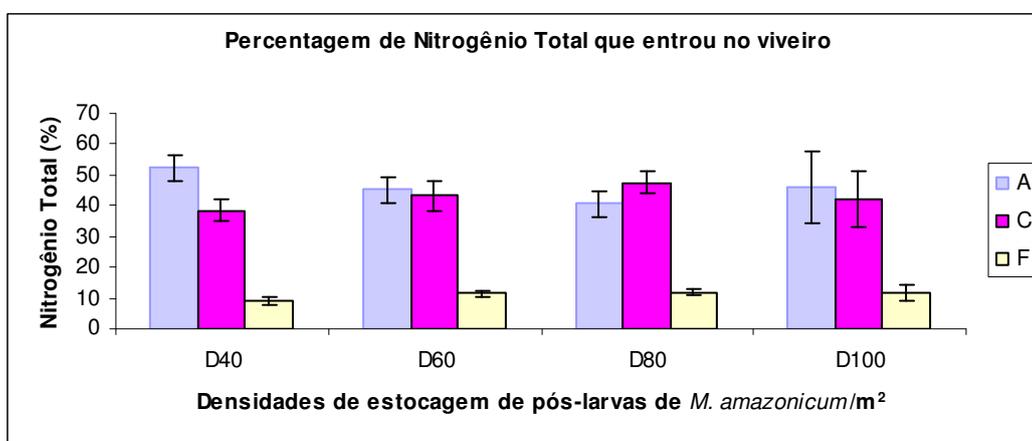


Figura 15: Percentagem de Nitrogênio Total presente na água de entrada (A), na ração (C) e fertilizante (F) na fase de crescimento final, em diferentes densidades de estocagem: 40, 60, 80 e 100 juvenis de *M. amazonicum*/m².

Com base na quantidade de Nitrogênio Total que entrou no viveiro calcularam-se a percentagem das médias da quantidade dessa variável que foi assimilada pelo viveiro e liberada no efluente durante os 133 dias de cultivo. Os

resultados de assimilação pelo viveiro foram: 82,01% (D40), 87,23% (D60), 81,70% (D80) e 85,03% (D100) e desta variável liberada pelo efluente, 17,99% (D40), 12,77% (D60), 18,30% (D80) e 21,62% (D100). Esses resultados e seu desvio padrão estão apresentados na Figura 16.

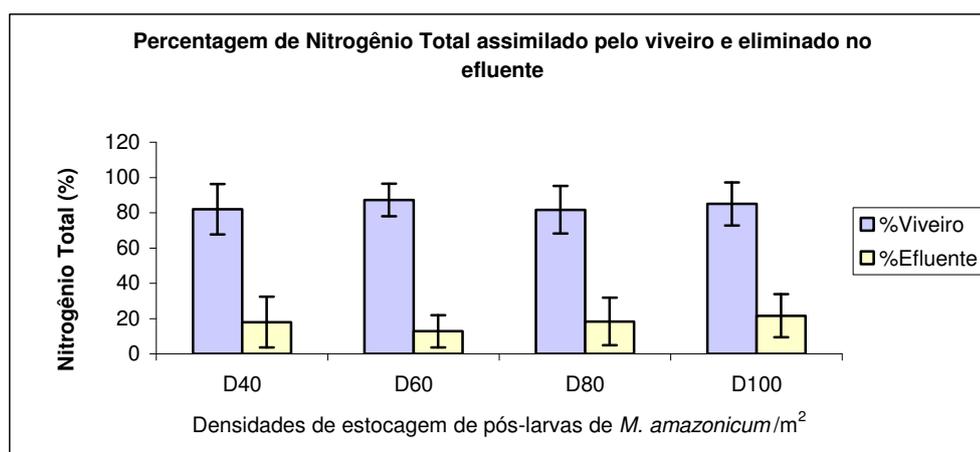


Figura 16: Percentagem de Nitrogênio Total assimilado pelo viveiro e presente no efluente na fase de crescimento final, em diferentes densidades de estocagem: 40, 60, 80 e 100 juvenis de *M. amazonicum*/ m².

Nota-se que grande parte do Nitrogênio Total é assimilado pelo viveiro, sendo apenas uma pequena percentagem eliminada no efluente.

Quantidade de Nitrogênio total (Kg) presente no efluente por Kg de camarão produzido apresentados pela Tabela 8, foram 0,147 (D40), 0,080 (D60), 0,087 (D80) e 0,070 (D100). Tais resultados são de grande importância, pois nos revelam que com a intensificação do cultivo até a densidade de 100 juvenis/m², não reflete em um acréscimo na quantidade de Nitrogênio total (Kg) presente no efluente / hectare/ Kg de biomassa de camarão produzido. Esses dados corroboram a sustentabilidade do sistema para a variável analisada.

B) Balanço da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):

A partir dos resultados obtidos foi realizado o cálculo do balanço de DBO na fase de crescimento final, considerando as diferentes densidades de estocagem: 40, 60, 80 e 100 juvenis de *M. amazonicum*/m².

Os resultados obtidos estão apresentados a seguir na Tabela 9.

Tabela 9: Valores médios e desvio padrão do cálculo da quantidade de DBO (Kg)/ha/dia da água de abastecimento e do efluente, diferença entre a água de abastecimento e efluente diário, quantidade de DBO que foi assimilada pelo viveiro durante os 133 dias de cultivo e quantidade de DBO (Kg) presente no efluente por Kg de camarão produzido durante os 133 dias.

	Densidades de Estocagem							
	D40		D60		D80		D100	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
KG DBO/ha/DIA (abastecimento)	57,85	12,34	42,29	4,38	34,51	6,15	46,54	21,56
KG DBO/ha/DIA (efluente)	33,09	33,64	19,27	14,43	24,14	21,51	23,41	21,27
Saída - Entrada (Dia)	-24,76	23,58	-23,02	14,87	-10,36	19,32	-23,13	8,13
Kg DBO/ha (cultivo 133 dias)	-3293,08	3135,76	-3062,16	1978,17	-1378,4	2569,75	-3076,4	1080,82
Kg DBO/Kg Camarão (cultivo 133 dias)	3,90	4,17	2,09	1,83	2,22	2,14	1,69	1,76

Verificou-se que as médias das quantidades de DBO (Kg)/ha/dia da água de entrada é sempre maior que a encontrada na água do efluente, em todas as densidades analisadas. Os resultados obtidos devem-se à assimilação da DBO pelo próprio viveiro.

Quantidade de DBO (Kg) presente no efluente/ hectare/ Kg de biomassa de camarão produzido apresentada pela Tabela 9 nos permite concluir que a

intensificação do cultivo até a densidade de 100 juvenis/m², não corresponde a um acréscimo na quantidade dessa variável. Esses dados corroboram a sustentabilidade do sistema para a variável analisada.

C) Balanço de Sólidos Totais Suspensos (STS):

A partir dos resultados obtidos foi realizado o cálculo do balanço de STS na fase de crescimento final, considerando as diferentes densidades de estocagem: 40, 60, 80 e 100 juvenis de *M. amazonicum*/m².

Os resultados obtidos estão apresentados a seguir na Tabela 10.

Tabela 10: Valores médios e desvio padrão do cálculo da quantidade de STS (Kg)/ ha/dia da água de abastecimento e do efluente, diferença entre a água de abastecimento e efluente diário, quantidade de STS que foi assimilada pelo viveiro durante os 133 dias de cultivo e quantidade de STS (Kg) presente no efluente por Kg de camarão produzido durante os 133 dias.

	Densidades de Estocagem							
	D40		D60		D80		D100	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
KG STS/HA/DIA (abastecimento)	0,44	0,09	0,32	0,03	0,26	0,05	0,35	0,16
KG STS/HA/DIA (efluente)	0,17	0,15	0,28	0,28	0,13	0,1	0,19	0,23
Saída - Entrada (Dia)	-0,26	0,1	-0,04	0,25	-0,13	0,09	-0,16	0,1
Kg STS/HA (cultivo-133 dias)	-35,17	12,81	-5,28	32,62	-17,83	12,26	-21,5	12,97
Kg STS/Kg Camarão (cultivo 133 dias)	0,020	0,019	0,011	0,010	0,012	0,010	0,004	0,001

Verificou-se que as médias das quantidades de STS (Kg)/ha/dia da água de entrada é sempre maior que a encontrada na água do efluente, em todas as densidades analisadas. Os resultados obtidos devem-se à assimilação de STS pelo próprio viveiro.

Quantidade de STS (Kg) presente no efluente/ ha/ Kg de biomassa de camarão produzido apresentada pela Tabela 10 nos revelam que a intensificação do cultivo até a densidade de 100 juvenis/m², não reflete um acréscimo na quantidade dessa variável. Esses dados corroboram a sustentabilidade do sistema para a variável analisada.

Alguns estudos têm sido realizados no sul da Tailândia referentes à intensificação da produção e ao balanço de nutrientes. Tais estudos revelam que a intensificação da produção e a elevada concentração de animais, assim como o aumento do material orgânico oferece condições ideais para o aparecimento de novas doenças, especialmente as doenças virais. A quantidade real de nutrientes assimilados na biomassa do camarão é uma fração pequena, sendo a maior parte incorporada na biomassa do plâncton, volatilizados ou aprisionados no sedimento. O material orgânico excessivo acumulado no sedimento pode provocar a liberação de compostos tóxicos como a amônia, além do déficit de oxigênio presente na água. Sendo assim, se faz necessário conhecer a capacidade de suporte do sistema como um todo, pois os sistemas intensivos utilizando altas taxas de alimentação, desperdício de nutrientes e doenças pode causar um colapso na produção e nos ecossistemas costeiros (FUNGE-SMITH & BRIGGS, 1998).

A biogeoquímica do nitrogênio é dominada por transformações biológicas e a aplicação em excesso de ração e fertilizantes, além da capacidade do sistema assimilar pode levar à deterioração da qualidade da água causando sérios prejuízos na produtividade e ao meio ambiente (HARGREAVES, 1998).

Em Bangladesh, estudo realizado em fazendas de produção de camarões, *P. monodon*, verificou em relação ao nitrogênio que a água de abastecimento contribui com 55% e o fertilizante 29% do que entra no sistema, no efluente são eliminados 78% e o camarão assimila 12%. Contatou-se ainda que 78 g de nitrogênio foi eliminado para cada kg de camarão produzido (ISLAM *et al.*, 2004).

Na Austrália, em fazendas onde também se produzia a espécie *P. monodon*, Verificou que a maior parte do nitrogênio, 90% foi proveniente da ração utilizada e a água de abastecimento contribuiu com 5%, sendo 22% assimilado e incorporado na biomassa dos camarões, 14% retido no sedimento e 61% eliminado pelo efluente. Somente 3% do nitrogênio não foram contabilizados, assumindo que esta fração foi perdida para atmosfera por desnitrificação ou volatilização da amônia (JACKSON *et al.*, 2003).

No Japão, realizou-se uma pesquisa com o cultivo de *P. monodon* em tanques de concreto, em sistema fechado, sem troca de água por um período de 90 dias para determinar o efeito das densidades 25 e 50 juvenis/m². A sobrevivência não foi significativamente diferente e a produção foi maior no tratamento com maior densidade. O balanço de nutrientes que o camarão assimilou foi de 23 a 31% de nitrogênio e 10 a 13 % do fósforo que entraram no sistema. A alimentação foi a principal fonte desses nutrientes, contribuindo a ração com 76 a 92% do

nitrogênio e 70 a 91% do fósforo. O efluente final da despesca apresentou de 14 a 28% de nitrogênio e 12 a 29% de fósforo. Esse estudo demonstrou a viabilidade do sistema fechado para manter a qualidade da água aceitável para o desenvolvimento dos camarões e reduzir a perda de nutrientes no efluente (THAKUR & LIN, 2002).

6. CONCLUSÕES

- Verificou-se durante a fase de larvicultura que as concentrações médias referente às variáveis: *E. coli*, pH, oxigênio dissolvido e nitrogênio total, diminuíram; nitrito, aumentou e temperatura, sólidos totais, nitrato e demanda bioquímica de oxigênio não tiveram alterações significativas.
- Na fase de larvicultura os resultados obtidos para o efluente referente às variáveis: *E. coli*, pH, oxigênio dissolvido, temperatura e sólidos totais estavam de acordo com a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005). Entretanto, nitrito, nitrato e demanda bioquímica de oxigênio estavam ligeiramente acima do padrão estabelecido pela legislação.
- Verificou-se durante a fase de berçário que as concentrações médias referente às variáveis: pH, diminuíram; oxigênio dissolvido, sólidos totais suspensos e nitrato, aumentaram e *E. coli*, temperatura, nitrito, nitrogênio total e demanda bioquímica de oxigênio não tiveram alterações significativas.

- Na fase de berçário os resultados obtidos para o efluente referente a todas variáveis analisadas estavam de acordo com a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), com exceção do nitrogênio total, para qual não há legislação.
- Na fase de crescimento final, para as variáveis analisadas, não houve diferença significativa entre a água de abastecimento e os efluentes, indicando que a matéria orgânica adicionada por meio da ração e fertilizante, ficaram retidos no interior dos viveiros, podendo estar na coluna d'água, na biomassa dos camarões ou retido no sedimento.
- Não houve diferença significativa para as variáveis analisadas, entre as diferentes densidades de estocagem 40, 60, 80 e 100. Sendo assim, a intensificação do cultivo não provoca alteração da água até a densidade de 100 juvenis de *M. amazonicum*/m².
- Todas as variáveis estão de acordo com a legislação vigente (CONAMA, 2005), com exceção da demanda bioquímica de oxigênio. Entretanto, para essa variável devemos considerar ainda as características do corpo receptor.
- Constatou-se ao se compararem os efluentes da larvicultura, berçário e engorda que as variáveis: temperatura, sólidos totais suspensos, nitrito e nitrato, apresentaram maiores concentrações na fase de larvicultura; pH e

oxigênio dissolvido apresentaram maiores concentrações na fase de berçário e *E. coli*, nitrogênio total e demanda bioquímica de oxigênio, apresentaram maiores concentrações na fase de crescimento final.

- Durante a despesca total, ao compararmos 1/3 inicial, 1/3 médio e 1/3 final constatou-se que as concentrações médias de *E. coli* diminuíram e voltou a aumentar no final, a temperatura e nitrogênio total aumentaram e os sólidos totais suspensos diminuíram ao longo da despesca.
- Constatou-se na fase de crescimento final, por meio do cálculo do balanço de nitrogênio total, demanda bioquímica de oxigênio e sólidos totais, que a maior parte desses ficaram retidos no interior dos viveiros, podendo estar na coluna d'água, na biomassa dos camarões ou retido no sedimento.
- Constatou-se na fase de crescimento final, por meio do cálculo do balanço de nitrogênio total, demanda bioquímica de oxigênio e sólidos totais, que não houve diferença significativa para tais variáveis, entre as diferentes densidades de estocagem 40, 60, 80 e 100. Portanto, a intensificação do cultivo até a densidade de 100 juvenis de *M. amazonicum*/m² não provocou alteração da água.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de *M. amazonicum*, referente à qualidade do efluente, apresentou baixo potencial de impacto ambiental. Sendo assim, pesquisas deverão ser realizadas com densidades mais elevadas, visando conhecer a capacidade de suporte do sistema, já que a intensificação do cultivo é positiva, desde que não comprometa a produtividade e a qualidade do ambiente, pois promove a otimização do uso da água. Deverão ser realizados estudos de balanço de nutrientes que verifiquem também as características do sedimento, já que foi verificada a possibilidade dos nutrientes estarem sendo retidos pelo mesmo. Ressalta-se ainda, tendo em vista a sustentabilidade desse sistema de produção, a importância de serem realizadas pesquisas na fase de crescimento final com recirculação total de água, o que minimizaria o impacto ambiental provocado pela quantidade de água utilizada por Kg de biomassa de camarão produzido.

8. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. C. **Efeito da salinidade, luminosidade e alimentação na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum***. 87 f. Tese (Doutorado em Aqüicultura). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2005.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 20th ed. 1998. 1220 p.

BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agronômicos**. Arapongas: Midas, 2003. p. 13-45.

BATALHA, B. H. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo: CETESB, 1993. p. i (Série Manuais/ Secretaria do Meio Ambiente).

BENASSI, R. F. **Capacidade de tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes, *Pistia stratiotes* L. e *Salvinia molesta* D. S. MITCHELL**. 4 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BOYD, C. E.; ZIMMERMANN, S. Grow-out systems: water quality and soil management. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C. **Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Oxford: Blackwell Science, 2000. p. 221-434.

BOYD, C. E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, 226, 1-4, p. 101-102, 2003.

BRAZ FILHO, M. S. P. **Sistemas de recirculação de água para a aqüicultura**. São Paulo: ABRACOA, apostila, 2005. São Paulo, p. 1-13.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p.

COELHO, P. A.; RAMOS, M. R.; SOARES, C. M. A. **Biologia e cultivo de camarões de água doce**. Recife: Centro de Tecnologia, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 1982. (Série Aquaculture 1).

COHEN, D.; RA'ANAN, Z. Intensive closed-cycle, *Macrobrachium rosenbergii*: biofiltration and production strategy. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE O CULTIVO DE CAMARÃO, 3, 1989, João Pessoa. **Anais...**p. 49-69.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente.

COSTANZO, S. D.; O'DONOHUE, M. J.; DENNISON, W. C., 2004, Assessing the influence and distribution of shrimp pond effluent in a tidal mangrove creek in north-east Australia, **Marine Pollution Bulletin**, n. 48, p. 514-525.

DESISKY, J. Isso é uma invasão! **Revista Terra da Gente**, n. 7, p.68-75, 2004.

DÍAZ-BARBOSA, M., **Supervivencia y aclimatación de postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1979) a valores altos de pH ajustado con borato-HCl**. MS Thesis, University of Puerto Rico, Puerto Rico, 1995.

FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations. **Yearbook of fishery statistics: summary tables**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em 24 de nov. 2004.

FERREIRA, F. L. **Eficiência de um sistema integrado de biodigestão na redução da carga poluidora de águas residuárias de suinocultura**. 2001. 69 f. Dissertação (Mestrado em de Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

FOLKE, C.; KAUTSKY, N. Aquaculture with its environment: prospects for sustainability. **Ocean & Coastal Management**, n.17, p. 5-24, 1992.

FORMAN, D.; AL-DABBAGH, S.; DOLL, R.. Nitrates, nitrites and gastric cancer in Great Britain. **Nature**, v. 313, n. 10, p. 620-625, 1985.

FRAGA, A. P. C. **Caracterização da qualidade da água, dos sedimentos e dos efluentes gerados pela atividade de carcinicultura marinha, em duas fazendas no Estado de Santa Catarina - Brasil**. f. 35 Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) Florianópolis, Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FRANSEN, N. G.; URLINGS, H. A. P.; BIJKER, P. G. H.; VAN LOGTESTIJN, J. G. Fermentation of aerobically activated pig slaughterhouse sludge for animal feed purpose. **Bioresource Technology**, v. 65, n.1-2, p.145-150, 1998.

FUNGE-SMITH, S. J. & BRIGGS, M. R. P., 1998, **Aquaculture**, nº 164, p. 117-133.

GRÄSLUND, S.; BENGTSSON, B. Chemical and biological products used in south-east Asian shrimp farming, and their potential impact on the environment – a review. **The Science of the Total Environment**. n. 280, p. 93-131, 2001.

GUO, L.; LI, Z. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of shallow lake in middle Yangtze River basin of China. **Aquaculture**. n. 226, p. 201-212, 2003.

HACH COMPANY. DR/ 2010. Spectrophotometer Handbook, Loveland, Co, 1991, 561 p.

HARGREAVES, J. A., 1998, Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds, **Aquaculture**, n° 166, p. 181- 212.

INSTITUTO HORUS. Disponível: [http://: www.institutohorus.org.br](http://www.institutohorus.org.br). Acesso em 28 de nov. 2004.

ISLAM, S.; SARKER, J.; YAMAMOTO, T.; WAHAB, A.; TANAKA, M., 2004, Water and sediment quality, partial mass budget and effluent N loading in coastal brackishwater shrimp farms in Bangladesh, **Marine Pollution Bulletin**, n° 48, p. 471- 485.

JACKSON, C.; PRESTON, N.; THOMPSON, M. B., 2003, Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm, **Aquaculture**, n° 218, p. 397- 411.

JOHNS, M. R. Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review. **Bioresourse Technology**, v. 54, n.3, p. 203-216, 1995.

KEPPELER, E. C. **Características limnológicas da água, sedimento e efluentes em viveiros de crescimento final do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, submetidos a diferentes níveis de arraçoamento e tipos de despescas.** 95 f. Tese (Doutorado em Aqüicultura), Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

KIMPARA, J. M. **Qualidade da água dos efluentes de viveiros de engorda de *Macrobrachium amazonicum* estocados em diferentes densidades.** 57 p. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 2004.

KNEALE, D. C.; WANG, J. W., A laboratory investigation of *Macrobrachium rosenbergii* nursery production. **Proceedings of the World Mariculture Society** , n°10, p.359-68, 1979.

KNIGHT, R. L.; PAYNE Jr., V.W.E.; BORER, R.E.; CLARKE Jr., R. A.; PRIES, J. H. Constructed wetlands for livestock wastewater management, **Ecological Engineering**, n.15, p.41-55, 2000.

LANDKAMER, D. Aquaculture on Guam: The Potential for Freswater Prawn Production. **Aquaculture Magazine**, p.69-73, 1994 .

MACGIN, A. P. 1998. Rocking the boat: conserving fisheries and protecting jobs. Washington: (**Word Watch Paper**, 142). World Watch Institute, 1998. 92 p.

MACIEL, C. R. 2007. **Alimentação do Camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval**, f. 122. Tese (Doutorado em Aqüicultura), Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

MAGALHÃES, C.; BUENO, S. L. S.; BOND-BUCKUP, G.; VALENTI, W. C.; SILVA, H. L. M.; KIYOHARA, F.; MOSSOLIN, E. C.; ROCHA, S.S. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction, **Biodiversity and Conservation**, v.14, p. 1929-1945, 2005.

MAGNUSSON, W. E.; VALENTI, W. C.; MOURÃO, G. M. Introdução de espécies: uma das maiores ameaças à biodiversidade mundial. **Ciência Hoje**, v. 24, n. 139, p. 54-56, 1998.

MALECHA, S. R. Commercial pond production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In: McVEY, J. P., MOORE J. R., **CRC Handbook of Mariculture**, VI Crustacean Aquaculture. CRC Press, Florida . 442p.

MALLASEN, M.; VALENTI, W. Comparacion of artificial and natural new and reused, brachish water for the larviculture of freshwater praw *Macrobrachium rosenbergii* in a recirculating system, **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 29, n. 3, p. 345-350, 1998.

MANIOS, T.; GAKI, E.; BANOU, S.; KLIMATHIANOU, A.; ABRAMAKIS, N.; SAKKAS, N. Closed wastewater cyclein a meat producing and processing industry, **Resources, Conservation and Recycling**, v. 38, n. 4, p. 335-345, 2003.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidade) em viveiros, **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1169-1176, 2002.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. Morphotypes in male Amazon River Praws, *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture**. v. 236, p. 297-307, 2004a.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. Production of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* in ponds stocked at different densities. In: **Aquaculture 2004** - “Aquaculture- An Ecologically Sustainable and Profitable Venture”, Anais, p. 410-410, 2004b.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; KIMPARA, J. M. & VALENTI, W. C. Effect of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* culture intensification on ponds hydrobiology. **Acta Limnol. Bras.**, v. 18, n. 3, p. 311-319, 2006.

MYRICK, C. A. Ecological impact of escaped organisms. In: **Tomaso, J. R. (Ed) Aquaculture and the environment in the United States**. Baton Rouge: World Aquaculture Society, p. 225-246, 2002.

NEW, M. B. Freshwater prawn farming: global status recent research and glance at the future. **Aquaculture Research**. v. 36, p. 210-230, 2005.

NEW, M. B.; D'ABRAMO, L.R.; VALENTI, W. C.; SINGHOLKA, S. Sustainability of freshwater prawn culture. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C. (Ed.) **Freshwater prawn farming: the farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Londres: Blackwells. p. 429-443, 2000.

PAPA, L. P. 2003. **Aspectos estruturais dos testículos dos diferentes morfotipos de *Macrobrachium amazonicum* arraçoados com dietas contendo diferentes níveis de colesterol**. 89 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura), Faculdade de Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2003.

PÁEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective. **Environmental Pollution**, n. 112, p. 229-231, 2001.

POURIA, S.; de ANDRADE, A.; BARBOSA, J.; CAVALCANTI, R. L.; BARRETO, V. T. S.; WARD, C. J.; PREISER, W. ; POON, G. K.; NEILD, G.H.; CODD, G. A. Fatal microcystin intoxication in hemodialysis unit in Caruaru, Brazil. **Lancet**, V. 352, n. 9121, p. 21-26, 1998.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**, Londrina-PR. 328f. 2001.

RA'ANAN, Z.; COHEN, D. Production of the fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Israel. Winter activities 1980/81, **Bamidgeh**, n. 34, p. 47-58, 1982.

RAJESHWARI, K. V.; BALAKRISHNAN, M.; KANSAL, A.; LATA, K.; KISHORE, V. V. N. State-of-the-art of anaerobic digestion technology for industrial wastewater treatment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.4, n. 2, p. 135-156, 2000.

REDDLING, T.; Midlen, A. The treatment of aquaculture wastewater – A Botanical. **Journal of Environmental Management**, v. 50, p. 283 – 299, 1997.

REIS, J. A.; HOFFMANN, P.; MARCOS, L. M.; TADDEI, F. G.; GONÇALVES, T. M. V.; HOFFMANN, F. L. Estudo higiênico-sanitário dos camarões dulcícolas *Macrobrachium amazonicum* e *M. jelskii*. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 116/117, p. 58-67, 2004.

RIBEIRO, K. **Efeito dos ácidos graxos poli-saturados sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

RODRIGUES, J. B. R.; RODRIGUES, C. C. B.; MACCHIAVELLO, J. G.; GOMES, S. Z.; BEIRÃO, L. H. **Manual de cultivo do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* na região Sul do Brasil**. Florianópolis, UFSC. 76 p. 1991.

SALMIEN, E. A. & RITALA, J.; A. Semi-continuous anaerobic digestion of solid poultry slaughterhouse waste: effect of hydraulic retention time and loading. **Water Research**, v. 36, n. 13, p. 3175-3182, 2002.

SALMIEN, E. A.; RITALA, J.; A.; HÄRKÖNEN, J.; KUITUNEN, M.; HÖGMANDER, H.; OIKARI, A. Anaerobically digested poultry slaughterhouse wastes as fertiliser in agriculture. **Bioresource Technology**, v. 78, n. 1, p. 81-88, 2001.

SANDIFER, P. A., SMITH, T. I. J., JENKINS, W. W.; STOKES, A. D. Seasonal culture of freshwater prawns in South Carolina. In **CRC Handbook of mariculture, Vol. 1: Crustacean Aquaculture**, Boca Raton, 1983, p. 189-204

SANDIFER, P. A.; SMITH, T. I. J. Freshwater prawns. **In Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States**, (Ed. by J.V. Huner & E.E. Brown), AVI Publishing, West, CT. 1985. p.63-125.

SMITH, T. I. J.; SANDIFER, P. A. Development and potential of nursery systems in the farming of Malaysian prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **Proceedings of the World Mariculture Society**, n. 10, p.368-84, 1979.

STOTTMEISTER, U.; WIEBNER, A.; KUSCHK, P.; KAPPELMEYER, U.; KÄSTNER, M.; BEDERSKI, O.; MÜLLER R. A.; MOORMANN, H. Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment, **Biotechnology Advances**, n. 22, p. 93-117, 2003.

STRAUS, D. L., ROBINETTE, H. R.; HEINEN, J. M. Toxicity of un-ionized ammonia and high pH to postlarval and juvenile freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. **Journal of the World Aquaculture Society** n. 22, p. 128-33, 1991.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à piscicultura**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1995. 70 p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; FREITAS, A. M.; BRAGA, F. M. S. **The use of mechanical aeration and its effects on water mass**, Rev. Bras. Biol. v.59, n.1, São Carlos Feb., 1999.

THAKUR, D. P.; LIN C. K. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems, **Aquacultural Engineering**, n. 27, p. 159-176, 2002.

TILLEY, D. R.; BADRINARAYANAN, H.; ROSATI, R.; SON, J. Constructed wetlands as recirculation filters in large- scale shrimp aquaculture, **Aquacultural Engineering**, n. 26, p. 81-109, 2002.

VALENTI, W. C., **Cultivo de camarões de água doce**. Nobel, São Paulo, 1985.

VALENTI, W. C. **Criação de camarões em água interiores**. Jaboticabal, Funep. 81p. (Boletim Técnico do CAUNESP n. 2), 1996.

VALENTI, W. C. **Carcinicultura de água doce. Tecnologia para a produção de camarões**. IBAMA. 383 f., 1998a.

VALENTI, W. C. Carcinicultura de água doce no Brasil: mitos, realidade e perspectivas. In: Congresso Sul-Americano de Aqüicultura, 1º Simpósio brasileiro

de Aqüicultura, sobre Cultivo de Camarão, 5, **Anais**. Recife, ABRAQ, p. 199-206 1998b.

VALENTI, W. C. Aquaculture for sustainable development. In: VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A.; BORGUETTI, J.R., Ed. **Aqüicultura no Brasil**. bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq, p. 17-24, 2000.

VALENTI, W.C. Aqüicultura Sustentável. In: **Congresso de Zootecnia**, 12., Vila Real, Portugal, Anais... Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. p. 111-118, 2002.

VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H. Economics and management of freshwater prawn culture in Western Hemisphere. In: LEUNG, P. S.; ENGLE, C. (Ed) **Shrimp culture: economics, market and trade**. Oxford, Blackwell Science. p. 263-278, 2006.

VETORELLI, M. P. **Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, em diferentes densidades de estocagem**. 98 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ZIEMANN, D. A.; WALSH, W. A.; SAPHORE, E. G.; FULTON-BENNETT, K. A. survey of water quality characteristics of effluent from Hawaiian aquaculture facilities. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 23, n. 3, p. 180-191, 1992.

ZIMMERMANN, S., Manejo da fase de crescimento final. In: **Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões**, (Ed. by W.C. Valenti), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo and Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília, p. 191-215, 1998.

ZIMMERMANN, S.; SAMPAIO, C. M. S. Sistemas de berçário: caracterização e manejo. In **Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões**, (Ed. by W.C. Valenti), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo and Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília, p. 145-163, 1998.