

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PPG – RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

JOÃO BATISTA PEREIRA NETO

**AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICA E BENTÔNICA
DE MICROALGAS EM VIVEIROS DE CAMARÃO
(*Litopenaeus vannamei*).**

Recife,

Novembro de 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PPG – RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

JOÃO BATISTA PEREIRA NETO

**AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS E BENTÔNICAS
DE MICROALGAS EM VIVEIROS DE CAMARÃO
(*Litopenaeus vannamei*).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura (PPG-RPAq), da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez.

Recife,
Novembro de 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Avaliação das comunidades planctônicas e bentônicas de microalgas em viveiros de camarão (*Litopenaeus vannamei*).

Por: JOÃO BATISTA PEREIRA NETO

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de
Mestre em Recursos pesqueiros e Aqüicultura.

E aprovada em ____/____/____ pelo programa de pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura em sua forma final.

Prof. Dr. Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez - Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia – Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Silvio Peixoto - Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a. Dra. Alitieni Lemos Pereira - Membro externo
EMBRAPA – PI

Dra. Roberta Borda Soares – Suplente
Bolsista DCR - FACEPE

Dedico a minha mãe Fátima Miranda e minha Avó Maria José Miranda pelo exemplo e por serem grandes mulheres.

“Se fiz descobertas valiosas, foi mais por ter paciência do que qualquer outro talento”.

(Isaac Newton)

Agradecimentos

A Deus;

Ao Departamento de Pesca e Aqüicultura e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, em nome de todos os Professores e Funcionários;

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez pela confiança de sempre;

Aos membros da banca examinadora: Dr. Eudes Correia, Dra. Alitiene Pereira, Dr. Sílvio Peixoto e Dra. Roberta Borda, por aceitar o convite;

Ao Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP - LAMEPE), pelos dados de precipitação pluviométrica;

Ao proprietário, Sr. Felipe e ao técnico da fazenda Campo Novo pelo espaço, liberdade e boa convivência durante a pesquisa.

Aos meus familiares, por sempre me entenderem e me apoiarem na busca dos meus objetivos.

Ao pessoal de casa (Fernanda, Nonato, Gabriela, Daniela, Renato e Eveline) pela boa convivência e pelos momentos de descontração.

A minha namorada Deborah Estima, pelo companheirismo e otimismo;

A minha amiga Danielli Matias por sempre está ao meu lado em todos os momentos vividos dentro e fora da universidade;

Aos amigos do Departamento: João Paulo, Albino, Marina, Arthur, Francisco, Diogo, Sérgio, Aline, Ana Cecília, Reginaldo, Natália, Daniel e Hugo, pelo incentivo e momentos de descontração;

Aos meus colegas e amigos do laboratório (LPAVI & LAMARSU): Emília, Ícaro, Iru, Wanessa, Weruska, Henrique, Ricardo, André, Leônidas, Isabel, Joana, Ivan, Albérico, Felipe, Gustavo, Isabella, Mônica, Vanessa, Antony, Bruna, Ronaldo, Roberta, Alessandra, Renata e Gláucia, e por todos que por lá passaram e de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica das comunidades planctônica e bentônica de microalgas, procurando estabelecer relações com as variáveis hidrológicas, o manejo e os dados de produção dos viveiros de camarão. Acompanharam-se durante um ano (set/2005 – set/2006) três viveiros de cultivo do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) e o canal de abastecimento, nos quais se coletaram quinzenalmente amostras de fitoplâncton e fitobentos. Nos viveiros foram registradas informações sobre as variáveis hidrológicas (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade), climáticas (precipitação pluviométrica), de manejo (data de fertilização) e dados de produção dos cultivos (tempo de cultivo, peso final, ganho de peso, sobrevivência, conversão alimentar e produtividade). Utilizaram-se a densidade, a abundância e a frequência de ocorrência como parâmetros de avaliação das microalgas. As cianobactérias dominaram o plâncton em todos os ciclos, atingindo abundância relativa superiores a 80%, sendo o gênero *Pseudoanabaena* o principal responsável por essa dominância. No bentos as diatomáceas dominaram com abundância acima de 85%. O fitoplâncton obteve maiores densidades nos viveiros e o fitobentos no canal de abastecimento. Foi observada uma relação positiva das diatomáceas do bentos com o crescimento dos camarões.

Palavras-chave: fitoplâncton, fitobentos, microalgas, viveiros de camarão, ganho de peso, fertilização.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the dynamics of planktonic and benthic communities of microalgae, and establish relationships with the hydrological variables, management practices and the production data of the shrimp ponds. During one year, three *Litopenaeus vannamei* ponds and the affluent channel were analyzed by taking phytoplankton and benthos samples twice a week. In the ponds were recorded informations about the hydrological variables (temperature, pH, dissolved oxygen and salinity), climatic (precipitation), culture management (fertilization data) and the production data (culture time, final weight, weight gain, survival, feed conversion ratio and productivity). The density, abundance and occurrence frequency were used as parameters to evaluate the microalgae community. The Cyanobacteria dominated the plankton in all cycles, reaching the relative abundance of 80%, being the *Pseudoanabaena* genus the main responsible for this domination. In the benthos, the diatoms dominated with abundance over 85%. The phytoplankton reached higher densities in the ponds, whereas the phytobenthos was dominant in the affluent channel. A positive relation between the benthos diatoms and the shrimps' growth was observed.

Key-words: phytoplankton, phytobenthos, microalgae, shrimp ponds, weight gain, fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação do pH e das densidades de cianobactérias nos viveiros de cultivo.....	31
Figura 2. Variação das densidades fitoplanctônica dos grupos Cyanophyta e Bacillariophyta com indicações de fertilização em todos os ciclos estudados.....	32
Figura 3. Variação das densidades Cyanophyta no plâncton e Bacillariophyta no bentos nos viveiros e canal de abastecimento.....	33
Figura 4. Variação das densidades de Bacillariophyta no bentos e do ganho de peso dos camarões cultivados.....	34
Figura 5. Delineamento amostral das coletas de fitobentos e fitoplâncton nos viveiros e canal de abastecimento.....	45
Figura 6. Variação dos parâmetros hidrológicos (temperatura (°C), pH, salinidade e oxigênio dissolvido (mg.L-1)) e climatológico (precipitação pluviométrica (mm)) nos ciclos estudados.....	45
Figura 7. Variação das densidades fitoplanctônica nos viveiros e canal de abastecimento.....	46
Figura 8. Variação das densidades bentônica nos viveiros e canal de abastecimento.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Densidade máxima dos grupos fitoplanctônico e fitobentônico nos viveiros e canal de abastecimento.....	29
Tabela 2. Valores dos parâmetros ecológicos do fitoplâncton nos viveiros e canal de abastecimento considerando os períodos seco e chuvoso.....	47
Tabela 3. Frequência de ocorrência (em %) dos gêneros mais representativos do fitoplâncton nos dois ambientes e períodos estudados.....	48
Tabela 4. Valores dos parâmetros ecológicos do fitobentos no canal de abastecimento, considerando os períodos seco e chuvoso.....	48
Tabela 5. Frequência de ocorrência (em %) dos gêneros mais representativos do fitobentos nos dois ambientes e períodos estudados.....	49
Tabela 6. Resumo da densidade média do plâncton e bentos; e dos dados de produção dos cultivos estudados.	50

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	
LSTA DE TABELAS	
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. GERAL.....	13
2.2. ESPECIFICOS	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1. MICROALGAS, FITOPLÂNCTON E FITOBENTOS	14
3.1.1. Ecologia.....	14
3.1.2. Sistemática.....	15
3.3. MICROALGAS & CARCINICULTURA	16
3.2.1. Qualidade de água.....	16
3.2.2. Microalgas como alimento natural.....	18
4. ARTIGO A SER SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO.....	20
(Revista Acta Scientiarium)	
Resumo.....	21
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Metodologia.....	23
Resultados e discussão.....	25
Conclusão.....	35
Referências.....	36
5. REFERÊNCIAS.....	40
6. ANEXOS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A aqüicultura, definida como cultivo de organismos aquáticos, é uma importante atividade econômica nas zonas costeiras de vários países e oferece inúmeras oportunidades para contribuir com a redução dos níveis de pobreza, maior oferta de emprego, maior desenvolvimento das comunidades costeiras e redução da superexploração de recursos naturais costeiros (CORREIA, 1998; NACA et al., 2002; STREIT et al., 2002).

Atualmente, no Brasil, a carcinicultura é uma das atividades aquícolas de maior relevância para o desenvolvimento do setor. A década de 80 e início dos anos 60 caracterizaram pelo cultivo das espécies nativas *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis*, na região Nordeste, e *Farfantepenaeus paulensis*, na região Sul. A partir de 1997, os produtores, investidores e pesquisadores concentraram esforços no cultivo da espécie exótica *Litopenaeus vannamei*, apresentando, desde então, produções sempre crescentes. O sucesso e a lucratividade atraíram grande quantidade de investidores, e em 2003 a região Nordeste foi responsável por 95,2% do total nacional, correspondendo uma produção de 85.852t. Em função desses resultados o Brasil tornou-se o maior produtor de camarão das Américas e líder mundial em produtividade, com uma média de 6.084kg/ha/ano (ROCHA et al., 2004).

Até então, os produtores não tinham experimentado problemas graves com enfermidades, apenas com histórico de ocorrências com Nanismo e Taura, porém, sem relatos de reincidência ou efeitos na produção. Apesar desses dados e previsões de 150.000t para 2005, o quadro de crescimento exponencial da carcinicultura começou a mudar em 2002 com o surgimento do Vírus da Mionecrose Infecciosa. A dificuldade do diagnóstico de uma nova doença e a falta de compartilhamento de informações dentro do setor produtivo dificultaram a solução imediata do problema, registrando pela primeira vez, desde a opção pelo cultivo do *L. vannamei*, casos de mortalidades elevadas e impactos significativos na produção. Apresentado já em 2004 sinais de problemas na produção, com um total de 75.904t, 15% a menos do que a produção de 2003 (RODRIGUES, 2005).

Apesar do franco desenvolvimento da atividade, é imprescindível a adoção de medidas preventivas para reduzir o impacto sócio-ambiental que o cultivo de

camarão pode propiciar. As pressões ambientalistas em diferentes partes do planeta e a legislação ambiental brasileira contribuem ao exigir dos produtores uma prática de manejo dentro do modelo de ecodesenvolvimento (OLIVERA, 2001). Portanto, para que se tenha uma atividade sustentável é importante que se intensifiquem, cada vez mais, pesquisas em todas as áreas de conhecimento da carcinicultura.

A qualidade da água na aqüicultura é de suma importância para a produção de organismos aquáticos. A baixa qualidade do solo e da água nos viveiros pode estressar os camarões, causando perda de apetite, crescimento lento, maior susceptibilidade a doenças e parasitos e, conseqüentemente, aumentando a mortalidade (BOYD, 1997).

A administração da saúde dos camarões é função da manutenção de uma boa qualidade da água e do solo, através de boas técnicas de manejo (WILLIAM, 2002). Níveis inadequados das variáveis da qualidade de água reduzem significativamente a resistência dos camarões às enfermidades e promovem condições favoráveis para aumentar a abundância de organismos potencialmente patógenos no meio de cultivo (HERNÁNDEZ E NUNES, 2001).

É de fundamental importância observar o comportamento das principais variáveis físicas, químicas e biológicas que possam ser manipuladas, de forma a proporcionar aos animais confinados, o maior conforto possível, com reflexos diretos na melhoria da produtividade do sistema (BORBA, 2000).

Dentre os fatores biológicos se destacam as microalgas, que além de serem uma alternativa de alimento natural para os camarões, são de fundamental importância para manutenção de um equilíbrio saudável em um viveiro (KUBITZA, 2003), muito embora, nesses ambientes, a dinâmica das comunidades microalgas e suas relações com os fatores operacionais da fazenda têm sido pouco estudadas.

Portanto, a caracterização das microalgas no plâncton e no bentos pode trazer respostas para entender a ecologia dos viveiros e conseqüentemente promover um melhor manejo para fazenda e uma melhor condição para o meio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Avaliar a dinâmica das comunidades fitoplanctônica e fitobentônica, procurando estabelecer relações com as variáveis hidrológicas e o manejo dos viveiros de camarão.

2.2. ESPECÍFICOS

- a) Fazer uma avaliação qualitativa e quantitativa as comunidades fitoplanctônica nos viveiros e no canal de abastecimento;
- b) Fazer uma avaliação qualitativa e quantitativa as comunidades fitobentônica nos viveiros e no canal de abastecimento;
- c) Avaliar os parâmetros hidrológicos e climatológicos correlacionando com as comunidades de microalgas;
- d) Identificar os eventos de sucessão ecológica do fitoplâncton e fitobentos ao longo dos cultivos, enfatizando as principais divisões e os gêneros mais representativos;
- e) Relacionar os resultados de biomassa fitoplanctônica e fitobentônica com um manejo e dados de produção dos cultivos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. MICROALGAS: FITOPLÂNCTON & FITOBENTOS

3.2.1. ECOLOGIA

As algas formam um complexo grupo de organismos fotoautotróficos que desempenham importantes funções nos ecossistemas aquáticos. Segundo STEVENSON (1996) os principais fornecedores de energia desses ambientes são: fitoplâncton, algas bentônicas e perifíticas e bactérias autotróficas.

Do ponto de vista ecológico, o fitoplâncton é considerado o grupo de organismos mais importante para a produtividade dos ambientes aquáticos. É estimado que estes microrganismos sejam responsáveis por aproximadamente 95% da produção primária aquática e por considerável parcela de produção global de oxigênio, estando a sobrevivência dos organismos nos demais níveis tróficos, direta ou indiretamente ligada a eles (RAYMONT, 1963; PARSONS et al., 1984; FABREGAS & HERRERO, 1986).

As mudanças na composição e estrutura do fitoplâncton podem ocasionar profundas modificações em todos os níveis tróficos dos ecossistemas aquáticos (ROUND, 1981). As variações na diversidade e produção geralmente estão submetidas às variações ambientais como temperatura, intensidade luminosa, concentrações de nutrientes, entre outros fatores. A dinâmica destas comunidades é prontamente influenciada por condições de estresse ecológico e o conhecimento de seu funcionamento pode ser utilizado como um indicador ecológico (WEHR & SHEATH, 2003).

É difícil estabelecer uma separação das microalgas que habitam o bentos e o plâncton, pois existem muitas microalgas unicelulares que podem se desenvolver suspensas na coluna de água, mas sob certas condições ambientais, em relação às taxas de multiplicação que podem alcançar, se multiplicam mais ou são mais abundantes no substrato. Por outro lado, alguns grupos de microalgas filamentosas que são fundamentalmente bentônicas, aparecem frequentemente no plâncton (MARGALEF, 1983).

Os produtores primários que formam parte do plâncton têm sido relativamente mais estudados e são mais conhecidos que o bentos (MARGALEF, 1983). Porém, alguns autores, como MacIntyre et al. (1996), reportam a importância das microalgas bentônicas como produtores primários em estuários e outros ecossistemas rasos.

Nos estudos de fitoplâncton é bastante utilizada uma classificação que é de grande utilidade prática, baseada numa escala de tamanhos. Assim, são considerados como picoplâncton os organismos com tamanho entre 0,2 a 2,0 μm ; nanoplâncton, entre 2,0 e 20 μm e micropoplâncton, entre 20 e 200 μm (PARSONS et al., 1984). A dominância numérica do nanoplâncton é uma característica associada a áreas oligotróficas, ao passo que células maiores do micropoplâncton prevalecem em águas mais ricas em nutrientes (BRANDINI et al., 1997). Além da classificação por tamanho, separa-se de acordo com seus ciclos de vida: holoplâncton (quando passa todo seu ciclo como plâncton) e meroplâncton (quando passa parte do seu ciclo como plâncton) (DAWES, 1986).

O fitobentos tem sua distribuição controlada pela luz e participa da cadeia trófica da mesma forma que o fitoplâncton como produtor primário e está formado por espécies de microalgas, macroalgas e bactérias fotossintetizantes presentes na interface água-sedimento. Deve-se mencionar, que algumas microalgas podem formar parte do plâncton e do bentos, dependendo da fase do ciclo biológico em que se encontre. Bactérias fotossintetizantes e microalgas após a sucessão ecológica e a influência de variáveis físico-químicas poderão habitar somente no fundo do viveiro (OLIVERA, 2004).

3.1.2. SISTEMÁTICA

Os diversos sistemas de classificação mostram que o número de divisões algais varia de 4 a 13, com mais de 24 classes e aproximadamente 36.000 espécies conhecidas (FALCÃO et al., 2002). Segundo Hoek et al. (1995) estes grupos sistemáticos são encontrados nos mais diferentes ambientes aquáticos, como rios, lagoas, estuários, oceanos e mares, vivendo flutuando ao sabor das correntes (planctônicas), aderidas a diversos substratos (epífitas, epizóicas, epipélicas,

epilíticas, etc.), ou vivendo diretamente em contato com o sedimento do fundo (bentônicas)

De acordo com Hoek et al. (1995) os tipos e as combinações de pigmentos fotossintéticos presentes nas microalgas apresentam um papel importante para classificação em vários grupos. Além dos pigmentos, uma combinação de características como, natureza química dos produtos de reserva, composição e estrutura da parede celular, morfologia das organelas, presença ou ausência de flagelos e divisão celular é utilizada para inclusão em classes particulares ou divisões. Desta maneira, os principais representantes do fitoplâncton estão os organismos pertencentes às classes: Cyanophyceae (cianofíceas, cianobactérias ou "algas azuis"), Bacillariophyceae (diatomáceas), Haptophyceae (flagelados unicelulares), Dinophyceae (dinoflagelados), Euglenophyceae (euglenofíceas), Chlorophyceae (algas verdes) e Zygnematophyceae (algas conjugadas). Com exceção das cianobactérias que são organismos procariontes, o fitoplâncton é constituído por espécies eucarióticas, podendo ainda ser exclusivamente autotróficos, mixotróficos ou heterotróficos.

3.2. MICROALGAS & CARCINICULTURA

3.2.1. QUALIDADE DE ÁGUA

Nos viveiros de engorda de camarão marinho, as microalgas desempenham um papel ecológico de grande importância como produtor primário, governando os principais processos físicos e químicos deste ecossistema. Dentre os vários processos e aportes, nos quais o fitoplâncton está envolvido destacam-se: (a) a produção de oxigênio dissolvido através da reação de fotossíntese (BOYD, 1991; PIEDRAHITA, 1991); (b) a assimilação de nutrientes, incluindo a amônia e outros metabólitos tóxicos para o camarão, que são seqüestrados da água e convertidos em compostos orgânicos, melhorando os parâmetros de qualidade da água (BOYD, 1995), e; (c) o aporte de nutrientes essenciais que funcionam como fonte alimentar indireta para os camarões cultivados (STAHL, 1979; HUNTER et al., 1987; ALLAN et al., 1995).

Em viveiros de camarão, a biomassa fitoplanctônica apresenta padrões de desenvolvimento associados a fatores ambientais, operacionais e biológicos. A

utilização de fertilizantes químicos e orgânicos contendo nitrogênio, fósforo e silício são capazes de promover um incremento na comunidade fitoplanctônica (BOYD, 1973; LEE et al., 1984; SCHROEDER et al., 1990; KNUD-HANSEN & PAUTONG, 1993). A biomassa de fitoplâncton também responde aos progressivos aumentos nos aportes de ração ao longo do ciclo de cultivo (TUCKER & LLOYD, 1984). Portanto, a sucessão microalgas em viveiros pode estar associada a mudanças na intensidade luminosa, nas concentrações de amônia e nas relações entre diferentes nutrientes.

A ecologia das comunidades de fitoplâncton em viveiros de aquicultura é complexa e maioria das tentativas para manejar as comunidades de fitoplâncton tem encontrado com sucesso limitado. No entanto o papel central do fitoplâncton na dinâmica e manejo da qualidade da água deve ser um incentivo para o entendimento dos aspectos básicos da ecologia do fitoplâncton (BOYD & TUCKER, 1998).

Uma das principais considerações ambientais no cultivo de camarão é o possível impacto negativo dos efluentes de viveiros na qualidade das águas costeiras. Dependendo da concentração poluentes nesses efluentes pode ocorrer eutrofização (aumento de nutrientes), enriquecimento orgânico, sedimentação e toxicidade, resultando na degradação dos ecossistemas costeiros e perda da biodiversidade (BOYD, 2001).

Os efeitos negativos das comunidades do bentos podem promover uma produção de sulfeto de hidrogênio e amônia em níveis potencialmente estressantes e tóxicos para o camarão (ALLAN et al., 1995; CHRISTENSEN et al., 2000)

As florações de espécies fitoplanctônicas nocivas em viveiros podem desencadear efeitos prejudiciais à produção de camarão. Alonso-Rodriguez & Páez-Osuna (2003) relataram inúmeras florações de dinoflagelados e cianofíceas em viveiros de camarão levando a efeitos como mortalidade ou redução no crescimento devido a envenenamento, anoxia ou produção de muco.

Smith (1996) observou que a toxicidade de florações de cianofíceas da Ordem Oscillatoriales foi a causa primária de mortalidades do *P. monodon* em viveiros na Austrália entre 1992 e 1995. Em pós-larvas do *Litopenaeus vannamei*, Pérez-Linares et al. (2003) demonstraram que animais expostos à cianofícea *Schizothrix calcicola* exibiram danos severos no revestimento gastrointestinal e um menor crescimento quando comparado a animais não expostos. O acompanhamento

da evolução da comunidade fitoplanctônica assim como o conhecimento taxonômico e ecológico desta comunidade é uma ferramenta fundamental para a compreensão das condições ambientais e das interações tróficas que se processam no ambiente de cultivo.

3.2.2. MICROALGAS COMO ALIMENTO NATURAL

O alimento natural disponível em um viveiro de cultivo é composto pelas comunidades planctônica e bentônica. A comunidade planctônica é constituída pelo fitoplâncton, representado principalmente pelas clorofíceas, cianobactérias e diatomáceas; e pelo zooplâncton, representado pelos rotíferos, microcrustáceos (cladóceros, copépodos e ostrácodos) (KLEEREKOPER, 1990) e larvas de organismos bentônicos (crustáceos, anelídeos e moluscos) (ODUM, 1986). A comunidade bentônica é constituída de microrganismos, representados pelo fitobentos, micro-invertebrados, bactérias e fungos; e macro-invertebrados, representados principalmente pelos anelídeos (CORREIA, 1998).

O fitoplâncton, primeira forma de alimento natural, representa o elo primordial no fluxo de energia ao longo da teia alimentar, servindo diretamente como alimento para consumidores como zooplâncton, peixes e camarões (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2001; BOYD, s.d.)

Em carcinicultura, é comum a troca de água com propósito de manter uma boa oxigenação no ambiente. Porém, ao se efetuar este manejo são perdidos diariamente nutrientes básicos que favorece a população microbiana, microalgas e bactérias, e, conseqüentemente, os animais que delas dependem. O camarão é um animal que ingere grande quantidade de microrganismos e animais dos mais diversos tamanhos na sua dieta nutricional que, em conjunto, podem ser considerados o alimento natural presente nos viveiros de cultivo (MATA et al., 2001).

A intensificação dos cultivos de *Litopenaeus vannamei* requer o estabelecimento de uma comunidade microalgal bem desenvolvida, uma vez que esta é utilizada pelos camarões como complemento alimentar, fornecendo-lhes importantes compostos nutricionais, como ácidos graxos, essenciais à sobrevivência e crescimento dos camarões (MAIA et al., 2003).

As microalgas que habitam o solo (fitobentos) além de servir diretamente como alimento aos camarões, têm grande importância na fixação de carbono e nitrogênio, inibição ou estímulo de outros organismos presentes no solo, estabilização ou melhoramento das propriedades físicas do solo através da degradação de partículas e adição de matéria orgânica (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2001).

A produção e o manejo adequado do alimento natural contribuem para melhorar a viabilidade econômica do cultivo e representa grande importância nutricional para os organismos cultivados (MARTÍNEZ-CÓRDOVA et al., 1998), sendo considerado por alguns autores, a chave para o sucesso de cultivos de peixes e camarões (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2001). Segundo Nunes (2000), a contribuição do alimento natural na dieta dos camarões é bastante significativa, podendo variar de 25% a 85%, conforme o sistema de cultivo.

A principal contribuição do fitoplâncton para os estágios juvenis e adultos de camarão cultivado é através da cadeia trófica: o camarão pode se alimentar da macrofauna, assim como pequenos bivalves e gastrópodos; da meiofauna, tais como poliquetas, anfípodos e copépodos harpacticóides; e do meiobentos, tais como bactérias e detritos. O camarão também consome fitoplâncton quando este se encontra aderido ao detrito (GÓMEZ-AGUIRRE & MARTÍNEZ-CÓRDOVA, 1998).

Boyd (1990) considerou as diatomáceas como sendo o melhor alimento para o camarão que outros tipos de algas. Por outro lado, as cianobactérias são consideradas indesejáveis, compõe uma base relativamente pobre para cadeia alimentar aquática, confere um desagradável sabor na água e no pescado, e produz compostos que podem ser tóxicos aos animais aquáticos e deterioram a qualidade da água (PAERL & TUCKER, 1995).

4. ARTIGO CIENTÍFICO A SER SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO

Artigo a ser submetido para a revista Acta Scientiarum - Animal Sciences:

Avaliação das comunidades planctônica e bentônica de microalgas em viveiros de camarão (*Litopenaeus vannamei*).

João Batista Pereira Neto^{1*}, Danielli Matias de Macêdo Dantas¹, Ícaro Gomes Antonio², Albino Luciani Gonçalves Leal³, João Paulo Viana de Lima³, Alfredo Olivera Gálvez^{1,2}.

¹ Departamento de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, Laboratório de Produção de Alimento Vivo – LAPAVI;

² Departamento de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, Laboratório de Maricultura Sustentável – LAMARSU;

³ Departamento de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, Laboratório de Aqüicultura – LAPAQ;

Autor e endereço para correspondência:

João Batista Pereira Neto, Laboratório de Produção de Alimento Vivo – LAPAVI, Departamento de Aqüicultura e Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil CEP: 52171-900, Telefone: 81 33206504, e-mail: neto_pesca@hotmail.com.

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica das comunidades planctônica e bentônica de microalgas, procurando estabelecer relações com as variáveis hidrológicas, o manejo e os dados de produção dos viveiros de camarão. Acompanharam-se durante um ano (set/2005 – set/2006) três viveiros de cultivo do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) e o canal de abastecimento, nos quais se coletaram quinzenalmente amostras de fitoplâncton e fitobentos. Nos viveiros foram registradas informações sobre as variáveis hidrológicas (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade), climáticas (precipitação pluviométrica), de manejo (data de fertilização) e dados de produção dos cultivos (tempo de cultivo, peso final, ganho de peso, sobrevivência, conversão alimentar e produtividade). Utilizaram-se a densidade, a abundância e a frequência de ocorrência como parâmetros de avaliação das microalgas. As cianobactérias dominaram o plâncton em todos os ciclos, atingindo abundância relativa superiores a 80%, sendo o gênero *Pseudoanabaena* o principal responsável por essa dominância. No bentos as diatomáceas dominaram com abundância acima de 85%. O fitoplâncton obteve maiores densidades nos viveiros e o fitobentos no canal de abastecimento. Foi observada uma relação positiva das diatomáceas do bentos com o crescimento dos camarões.

Palavras-chave: fitoplâncton, fitobentos, microalgas, viveiros de camarão, ganho de peso, fertilização.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the dynamics of planktonic and benthic communities of microalgae, and establish relationships with the hydrological variables, management practices and the production data of the shrimp ponds. During one year, three *Litopenaeus vannamei* ponds and the affluent channel were analyzed by taking phytoplankton and benthos samples twice a week. In the ponds were recorded informations about the hydrological variables (temperature, pH, dissolved oxygen and salinity), climatic (precipitation), culture management (fertilization data) and the production data (culture time, final weight, weight gain, survival, feed conversion ratio and productivity). The density, abundance and occurrence frequency were used as parameters to evaluate the microalgae community. The Cyanobacteria dominated the plankton in all cycles, reaching the relative abundance of 80%, being the *Pseudoanabaena* genus the main responsible for this domination. In the benthos, the

diatoms dominated with abundance over 85%. The phytoplankton reached higher densities in the ponds, whereas the phytobenthos was dominant in the affluent channel. A positive relation between the benthos diatoms and the shrimps' growth was observed.

Key-words: phytoplankton, phytobenthos, microalgae, shrimp ponds, weight gain, fertilization.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água é de suma importância para a produção de organismos aquáticos. A baixa qualidade do solo e da água nos viveiros pode estressar os camarões, causando perda de apetite, crescimento lento, maior susceptibilidade a doenças e parasitos e, conseqüentemente, aumentando a mortalidade (Boyd, 1997).

Nos viveiros de engorda de camarão marinho, as microalgas desempenham um papel ecológico de grande importância como produtor primário, governando os principais processos físicos e químicos deste ecossistema. Dentre os vários processos e aportes, nos quais as microalgas estão envolvidas, destacam-se: (a) a produção de oxigênio dissolvido através da reação de fotossíntese (Boyd, 1991; Piedrahita, 1991); (b) a assimilação de nutrientes, incluindo a amônia e outros metabólitos tóxicos para o camarão, que são absorvidos da água e convertidos em compostos orgânicos, melhorando os parâmetros de qualidade da água (Boyd, 1995); e (c) o aporte de nutrientes essenciais que funcionam como fonte alimentar indireta para os camarões cultivados (Stahl, 1979; Hunter *et al.*, 1987; Allan *et al.*, 1995).

A ecologia das comunidades de microalgas em viveiros de aquicultura é complexa e maioria das tentativas para manejar as comunidades de fitoplâncton tem encontrado sucesso limitado. No entanto, o papel central desses microrganismos na dinâmica e manejo da qualidade da água deve ser um incentivo para o entendimento dos aspectos básicos da ecologia do fitoplâncton (Boyd e Tucker, 1998). Além da importância na qualidade da água, as microalgas, servem de alimento natural para os camarões cultivados. Segundo Gómez-Aguirre e Martínez-Córdova (1998), o camarão também consome as microalgas quando estas se encontram aderidas aos detritos.

A produção e o manejo adequado do alimento natural contribuem para melhorar a viabilidade econômica do cultivo e representam grande importância nutricional para os organismos cultivados (Martínez-Córdova *et al.*, 1998), sendo considerado por alguns autores, a chave para o sucesso de cultivos de peixes e camarões (Sipaúba-Tavares e Rocha, 2001).

Segundo Nunes (2000), a contribuição do alimento natural na dieta dos camarões é bastante significativa, podendo variar de 25% a 85%, conforme o sistema de cultivo.

Boyd (1990) considerou as diatomáceas como sendo o melhor alimento para o camarão quando compradas com outros tipos de algas. Por outro lado, as cianobactérias são consideradas indesejáveis, pois compõem uma base relativamente pobre para cadeia alimentar aquática, confere um desagradável sabor na água e no pescado e produz compostos, que podem ser tóxicos aos animais aquáticos, além de deteriorar a qualidade da água (Paerl e Tucker, 1995).

Dentro deste contexto é importante que estudos sobre a ecologia as microalgas sejam realizados na carcinicultura, considerando os aspectos de qualidade do ecossistema e nutricional dos camarões, pois os resultados desses trabalhos podem mostrar informações importantes que serão aplicadas para uma melhor operacionalização e monitoramento dos viveiros de cultivo. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica das comunidades planctônicas e bentônicas de microalgas, procurando estabelecer relações com as variáveis hidrológicas, o manejo e dados de produção dos viveiros de camarão.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na fazenda de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) Campo Novo Aquacultura, situada na bacia do rio Formoso, litoral sul de Pernambuco. O estuário do rio Formoso está inserido na Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, no município de Rio Formoso, localizado a cerca de 90 km da cidade do Recife. A fazenda possui seis viveiros, considerada de pequeno porte, onde o sistema de cultivo praticado é o semi-intensivo.

Os viveiros foram avaliados no período de 13 meses compreendido entre setembro de 2005 e outubro de 2006. As coletas de fitoplâncton e fitobentos foram realizadas quinzenalmente, em três viveiros (V2, V3 e V4) e no canal de abastecimento, de acordo com o cronograma de povoamento da fazenda. Dentro dos viveiros foi estabelecida uma distribuição espacial padronizada devido à instabilidade das variáveis-respostas provocada pelas áreas próximas às comportas de abastecimento e drenagem. Para demarcação dos cinco pontos foram utilizadas estacas numeradas.

Paralelamente às coletas, foram medidos às 9:00 h, alguns parâmetros hidrológicos como: temperatura, salinidade, pH, concentração de oxigênio, sendo estes medidos com um analisador multi-parâmetro (YSI Environmental, Yellow Springs, EUA) modelo 556. Além

desses parâmetros, foram acompanhados dados relacionados as precipitações pluviométricas, os quais foram adquiridos no Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE) do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP).

Para coleta do fitoplâncton foram realizadas amostragens verticais em garrafas plásticas com volume de 600mL, sendo posteriormente filtrado em rede cilíndrico-cônica (malha=15 µm) para 15 mL, proporcionando uma amostra 40 vezes mais concentrada. O fitoplâncton foi fixado com formol (4%), tamponado com bórax (1%) e armazenado em recipientes plásticos de 10 mL.

As amostras de fitobentos foram obtidas com o auxílio de um coletor de tubo PVC com diâmetro de 50 mm e graduado com marcações de 5 cm. A medição da quantidade de sedimento (98,1 cm³) foi baseada na visualização das marcações graduadas em relação a lâmina de água. O material coletado foi colocado em saco plástico e fixado com formol (6%) e tamponado com bórax (1%).

Antes de armazenar o fitobentos para análise foi necessário diluir o sedimento para possibilitar a visualização das microalgas na câmara de Sedgewick-Rafter. Antes da diluição foi realizada uma filtragem em redes de 1000 e 200 µm para a retenção de objetos maiores e diminuição do material particulado, respectivamente. O sedimento coletado foi diluído 60 vezes em água salgada, mantendo a fixação e o tamponamento inicial da amostra para armazenamento em recipientes plásticos de 10 mL.

As amostras de fitoplâncton e fitobentos foram analisadas no Laboratório de Produção de Alimento Vivo (LAPAVI) localizado do Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Para a identificação e quantificação das amostras de microalgas (plâncton e bentos) foi utilizada câmara de Sedgewick-Rafter e microscópio óptico binocular (OLYMPUS CH30) com aumento de imagem total de 800 x. As amostras dos viveiros e canal de abastecimento foram analisadas a partir de três diferentes subamostragens, sendo que para o viveiro inicialmente foram misturadas as amostras referentes aos cinco pontos. As densidades fitoplanctônica e fitobentônica foram estimadas de acordo a metodologia de preparação das amostras representadas pelas seguintes fórmulas:

$$DFP = [(nm / nq) \times 1000] / F$$

$$DFB = [(nm / nq) \times 1000] \times F$$

Em que:

DFP - Densidade fitoplanctônica;

DFB - Densidade fitobentônica;

- nm* - Número de microalgas encontradas na câmara;
nq - Número de quadrados percorridos na câmara;
F - Fator de correção de filtragem (40) e diluição (60).

Na identificação das microalgas planctônicas e bentônicas, até nível de gênero, os principais grupos taxonômicos considerados foram: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta e Pirrophyta. Estas pesquisas foram embasadas em bibliografias especializadas de Peragalo e Peragalo (1897 – 1908); Cupp (1943); Prescott (1954); Bicudo e Bicudo (1970); Needhan e Needhan (1982); Strebler e Krauter (1987); Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990).

Além dos parâmetros hidrológicos dos viveiros, foram considerados dados de produção e informações relacionados manejo durante os ciclos de cultivo estudados. Fez-se uma avaliação do crescimento do camarão, a partir de dados de ganho de peso (g) nas datas quinzenais das coletas, e foram identificadas as datas de fertilização no decorrer dos cultivos.

Como parâmetros de avaliação da composição das comunidades de microalgas foram verificados: o número de gêneros encontrados (N) a abundância absoluta (AB), abundância relativa (AR) e frequência de ocorrência (FO) dos grandes grupos e gêneros encontrados nos diferentes ambientes (viveiro e abastecimento) e períodos (seco e chuvoso).

Os dados de densidade fitoplanctônica e fitobentônica das diferentes datas foram submetidos à análise de variância ANOVA ($p \leq 0,05$) e quando houveram diferenças significativas foi realizado o teste de separação de média Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS HIDROLÓGICOS E CLIMATOLÓGICOS

O período seco do intervalo de tempo estudado foi representado entre os meses de setembro/2005 e fevereiro/2006 e o período chuvoso do mês de março a agosto/2006. A segunda quinzena de julho/2006 apresentou a maior precipitação pluviométrica (187,2 mm). A menor foi detectada na segunda quinzena de setembro/2006. Os maiores valores de precipitação pluviométrica foram observados no cultivo do viveiro 4, onde também ocorreram os menores valores de salinidade.

A variação de temperatura foi de 26,7 a 32, 1 °C em agosto/2006 e março/2006, respectivamente. A concentração de oxigênio dissolvido variou entre 2,15 e 7,99 mg.L⁻¹, sendo que as maiores foram registradas no início dos cultivos. O pH variou de 7,40 a 8,58.

COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES

Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica dos viveiros e do canal de abastecimento esteve representada por 57 e 60 gêneros, respectivamente, distribuídos entre as divisões Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta e Pirrophyta.

A divisão Bacillariophyta foi o grupo mais diversificado independente do ambiente e do período estudado. A divisão Cyanophyta foi um grupo dominante na escala temporal e espacial, com porcentagem muito acima dos outros grupos.

De acordo com alguns trabalhos desenvolvidos em fazendas de camarão reportados por Alonso-Rodríguez e Páez-Osuna (2003), revelaram que as cianobactérias (Cyanophyta) dominaram todos os cultivos seguidos pelos dinoflagelados (Pirrophyta) e diatomáceas (Bacillariophyta). Alonso-Rodríguez e Páez-Osuna (op. cit.), fazendo um levantamento do fitoplâncton em quatro fazendas de camarão no México, mostrou que as diatomáceas foi o grupo mais diversificado. As cianobactérias, neste caso também, foi o grupo mais abundante em todas as fazendas de camarão, apresentando valores de abundância relativa acima de 90%. Outros trabalhos sobre a dominância de Cyanophyta em viveiro de aquicultura concordam com o resultado do presente estudo (Sevrin, 1990; Fonseca, 2006).

Em termos de gêneros observou-se que a *Pseudoanabaena* e *Synechococcus* foram os principais integrantes responsáveis pela a dominância da divisão Cyanophyta nos dois os ambientes e períodos estudados. Embora, no canal de abastecimento, principalmente no período seco, a abundância da Cyanophyta tenha diminuído devido a uma maior abundância da Bacillariophyta, onde neste caso, o principal gênero foi *Chaetoceros*, seguido por *Navicula*, *Nitzschia* e *Synedra*. Fonseca (2006) avaliando o fitoplâncton em um ciclo de cultivo de camarão, além de apresentar resultados similares em relação ao grupo Cyanophyta, revelou em suas amostras que a espécie dominante foi do mesmo gênero do presente trabalho (*Pseudoanabaena* cf. *limnetica*).

Dentro da divisão Chlorophyta, os gêneros *Chlorella* e *Tetraselmis* obtiveram maiores valores de abundância, principalmente no período chuvoso. Naturalmente em Chlorophyta, algumas classes referentes à composição do fitoplâncton são restritas a ambientes

dulciaquícolas (Hoek *et al.*, 1995), no entanto, a freqüente entrada de água doce nos viveiros pode aumentar a abundância e ocorrência de alguns gêneros dulciaquícolos que toleram uma certa salinidade (Gómez-Aguirre e Martínez-Córdova, 1998)

No grupo dos dinoflagelados (Pirrophyta), o gênero *Peridinium* foi o mais abundante, seguido de *Gymnodinium* e *Proto-peridinium*. Esta divisão tem uma grande representatividade em ambientes marinhos e constituem, depois das diatomáceas, o segundo mais importante produtor primário em águas costeiras (Reviere, 2006). Por outro lado, em carcinicultura os dinoflagelados são muitas vezes prejudiciais aos camarões cultivados, assim é o caso das “marés vermelhas” de algumas espécies de *Peridinium*, o qual pode resultar na perda da produção (Delgado *et al.*, 1996). Na China, por exemplo, a presença de espécies potencialmente tóxicas do gênero *Gymnodinium* já provocou a perda de US\$ 40 milhões em carcinicultura (Alonso-Rodríguez e Páez-Osuna, 2003).

Os gêneros mais freqüentes incluindo os diferentes ambientes e períodos foram *Cymbella*, *Navicula*, e *Pseudoanabaena*. Ressaltando a *Navicula* como o único que apareceu em 100% das amostras coletadas. Os gêneros *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Synechococcus*, *Gymnodinium* ocorreram com mais freqüência nos viveiros e *Chaetoceros* e *Nitzschia* no canal de abastecimento.

Fitobentos

A comunidade fitobentônica dos viveiros e do canal de abastecimento esteve representada por 36 e 35 gêneros, respectivamente, distribuídos entre as divisões Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta e Pirrophyta. Assim como no fitoplâncton, a divisão Bacillariophyta apresentou o maior número de gêneros independente do ambiente e do período estudado. A divisão que teve uma maior representatividade também foi a Bacillariophyta sendo classificada como dominante e muito freqüente em todo o período estudado. Os demais grupos obtiveram valores de abundância relativa menores que 10%. Apesar de o grupo Cyanophyta apresentar uma baixa abundância, ocorreu na maioria das amostras, principalmente no período chuvoso.

A divisão Bacillariophyta foi composta por 31 gêneros, sendo 90% foram da ordem Pennales e 10% da ordem Centrales. Os gêneros *Navicula* e *Cymbella* (ordem Pennales) foram os mais abundantes e os únicos aparecerem em todas as amostras. Esta grande representatividade das Bacillariophyta no sedimento corresponde um processo natural de adaptação do fitoplâncton, pois segundo Hoek *et al.* (1995) as diatomáceas planctônicas são naturalmente mais densas por causa da sua parede silicosa havendo, portanto, uma tendência

que grande parte da população esteja sobre o substrato, porém alguns trabalhos reportam que as diatomáceas podem realizar migrações verticais a partir de mecanismos de exclusão de íons pesados, onde nestes se destacam as Pennales. Por outro lado, as Centrales naturalmente possuem ornamentações que aumenta a área de superfície e facilita a flutuabilidade. Portanto, estas adaptações podem explicar a alta representatividade das ordens Pennales no substrato e Centrales na coluna de água.

Nos viveiros aconteceu um comportamento não esperado, pois o período chuvoso não diminuiu o desenvolvimento e abundância das Bacillariophyta, podendo ser considerado que a baixa incidência solar e a alta precipitação pluviométrica nesse período não foram suficientes para interferir na ecologia da comunidade. Embora, deve-se considerar que muitas diatomáceas que vivem no substrato possam ser heterotróficas facultativas e utilizar vários compostos orgânicos para o crescimento em baixa intensidade de luz, quando, por exemplo, são enterradas pelo sedimento. Muitas espécies do gênero *Nitzschia* são capazes de realizar esta assimilação (Admiraal, 1980).

Dentro de Cyanophyta, os gêneros mais representativos foram *Oscillatoria* e *Phormidium*, que apresentaram maiores valores de frequência de ocorrência no período chuvoso. Isto pode ter ocorrido por que alguns gêneros da ordem Oscillatoriales possuem uma ampla tolerância a baixas salinidades e conseguem utilizar com eficiência baixas intensidades de luz (Hoek *et al.*, 1995). Desta forma, a condição de chuva associada à turbidez diminui a penetração de luz na coluna de água e no sedimento, que além da diminuição da salinidade, torna-se um fator limitante para outros grupos fitobentônicos.

Os gêneros das divisões Euglenophyta (*Euglena* e *Phacus*) e Pirrophyta (*Peridinium*, *Protoperidinium* e *Sphaerodinium*) ocorreram em poucas amostras, porém observou-se uma abundância significativa de *Peridinium* em algumas datas do período seco, quando coletado nos viveiros. No canal de abastecimento, *Peridinium* ocorreu somente em uma data (15/10/2005) e nenhum gênero de Euglenophyta foi detectado. A presença desses grupos de microalgas não é comum no sedimento, muito embora, certos gêneros tenham a capacidade de migrar verticalmente podendo estar em diferentes camadas da coluna de água ou até mesmo no sedimento (Reviere, 2006). No caso das espécies de Euglenophyta, as migrações rítmicas diárias estão sob o controle de um “relógio biológico”, fazendo com que elas sejam utilizadas no estudo dos ritmos circadianos (Reviere, *op cit.*). Já algumas espécies dos gêneros *Peridinium*, *Ceratium* e *Prorocentrum* realizam estas migrações através da alternância de geotaxia positiva e negativa (Hoek *et al.*, 1995).

DENSIDADE FITOPLANCTÔNICA E FITOBENTÔNICA - RELAÇÕES

As densidades fitoplanctônica e fitobentônica não apresentaram uma tendência uniforme de aumento ou decréscimo nos seus valores ao longo dos ciclos investigados. A maior densidade fitoplanctônica registrada nos viveiros foi 3.939,6 unidades/mL e no abastecimento foi 2.460,8 unidades/mL, sendo significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Já as menores densidades nos viveiros foram registradas nas primeiras quinzenas dos cultivos. As cianobactérias planctônicas nos viveiros obtiveram as maiores densidades durante todo período estudado. De uma forma geral, a biomassa fitoplanctônica foi maior nos viveiros do que no canal de abastecimento. As divisões Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta e Pirrophyta atingiram maiores densidades fitoplanctônica nos viveiros e Bacillariophyta no abastecimento (Tabela 1).

Diferentemente do fitoplâncton, a densidade fitobentônica máxima alcançada foi maior ($p < 0,05$) no canal de abastecimento (551.000 unid./mL) do que a nos viveiros (262.000 unid./mL). A baixa densidade de fitobentos nos viveiros em relação ao canal de abastecimento pode estar relacionada com três diferentes pontos: a) com as práticas de correção de pH que é normalmente realizado nos solos dos viveiros, como por exemplo, o uso de hidróxido de cálcio empregado no processo de esterilização (Fonseca, 2006); b) com a predação dos camarões sobre a comunidade bentônica podendo, desta forma, diminuir consideravelmente as microalgas no sedimento; c) e com o tempo de período seco que os viveiros passam entre os ciclos de cultivo.

Tabela 1. Densidade máxima dos grupos fitoplanctônico e fitobentônico nos viveiros e canal de abastecimento.

Table 1. Maximum density of the phytoplankton e phyto benthos groups in ponds and water supplying.

DIVISÃO <i>Division</i>	FITOPLÂNCTON <i>Phytoplankton</i>		FITOBENTOS <i>Phyto benthos</i>	
	Viveiro <i>Pond</i>	Abastecimento <i>Water Supplying</i>	Viveiro <i>Pond</i>	Abastecimento <i>Water Supplying</i>
Bacillariophyta	60,42 ^a	638,33 ^c	235.000^c	532.000^d
Chlorophyta	345,42 ^{bc}	65,00 ^a	-	-
Cyanophyta	3.887,50 ^f	2.360,42^d	54.000 ^b	17.000 ^b
Euglenophyta	95,83 ^a	19,58 ^a	12.000 ^{ab}	-
Pirrophyta	527,08 ^c	123,13 ^{ab}	53.000 ^b	2.000 ^a

* Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

* Means followed by different letter, different letters, differ by Tukey test ($p < 0,05$).

No canal de abastecimento, o maior pico de crescimento de cianobactérias foi observado na quinzena de maior precipitação pluviométrica, que conseqüentemente no

mesmo período, apresentou um dos menores valores de salinidade (17,2). Cortés-Altamariano *et al.* (1994) fez um levantamento do fitoplâncton em fazendas de camarão de cultivo semi-intensivo no México e descobriu que salinidade de 16 a 20 promove um crescimento substancial de espécies dominantes de cianobactérias e dinoflagelados.

No caso dos dinoflagelados do plâncton analisados nos viveiros, o maior pico de crescimento (527,08 unidades/mL) aconteceu na data que apresentou a menor concentração de oxigênio dissolvido (2,15 mg/L). Contudo, o aumento da biomassa pode causar a queda nas concentrações de oxigênio em horários críticos (Martinez-Córdova, 1998).

A sucessão de espécies em ambientes aquáticos tem início com pequenos flagelados e diatomáceas seguidos por dinoflagelados. Em lagoas costeiras, há um passo final onde estão incluídas as cianobactérias, grupo oportunista que cresce em condições ambientais extremas (Alonso-Rodriguez e Páez-Osuna, 2003). Portanto, a dinâmica do fitoplâncton observada nos viveiros apesar de ser um ambiente artificialmente manipulado parece seguir o mesmo padrão.

Os valores de pH apresentaram relação inversa às densidades fitoplanctônica do grupo Cyanophyta em todos os ciclos estudados, ou seja, quanto maior foi a densidade das cianobactérias menor foi o valor de pH (Figura 1). Quando se tem uma biomassa elevada de cianobactérias há uma maior disponibilidade de amônia no meio, promovendo assim, um incremento da população de bactérias heterotróficas responsáveis pela diminuição do pH.

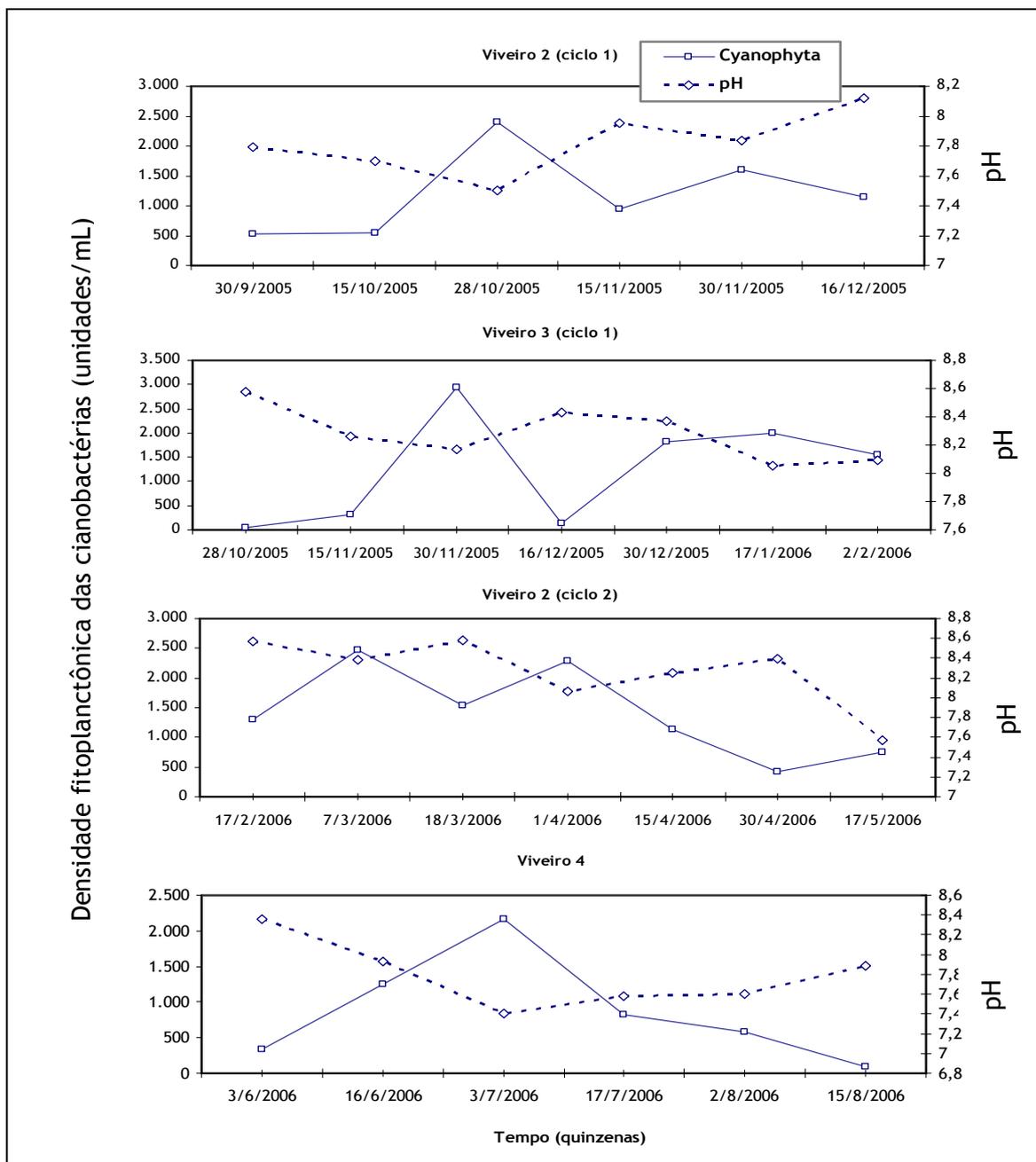


Figura 1. Variação do pH e das densidades de cianobactérias nos viveiros de cultivo.

Figure 1. pH and cyanobacteria densities variation in culture ponds.

Fertilização x Fitoplâncton

Uma maior diversidade de gêneros apresentado no canal de abastecimento pode estar relacionado à fertilização que é realizada nos viveiros, pois quando se promove, em curto prazo, uma condição diferente do ambiente natural, acontece a sucessão ecológica de algumas espécies, que dominam o viveiro diminuindo o crescimento dos grupos de microalgas no meio.

Levando em consideração que as densidades de diatomáceas no canal de abastecimento foram maiores do que a dos viveiros supõe-se que a o programa de fertilização da fazenda não consegue manter uma proporção significativa de diatomáceas em relação outros grupos de microalgas planctônicas, como é o caso das cianobactérias. Podendo também, a aplicação de nutrientes não ter uma interação positiva com as variáveis particulares do viveiro, como por exemplo, o aporte de nutrientes proveniente da ração. Pois, segundo Páez-Osuna *et al.* (1997), em sistemas semi-intensivos de cultivo de camarão, 76% do nitrogênio e 83,4% do fósforo são oriundos da ração.

Com base nas indicações das datas de fertilização observou-se que nos períodos onde se teve uma maior frequência de aplicação apresentaram menores densidades de Cyanophyta e maiores de Bacillariophyta (Figura 2). Este comportamento de alternância de biomassa entre as cianobactérias e as diatomáceas é explicado pela competição natural das comunidades por espaço e nutrientes.

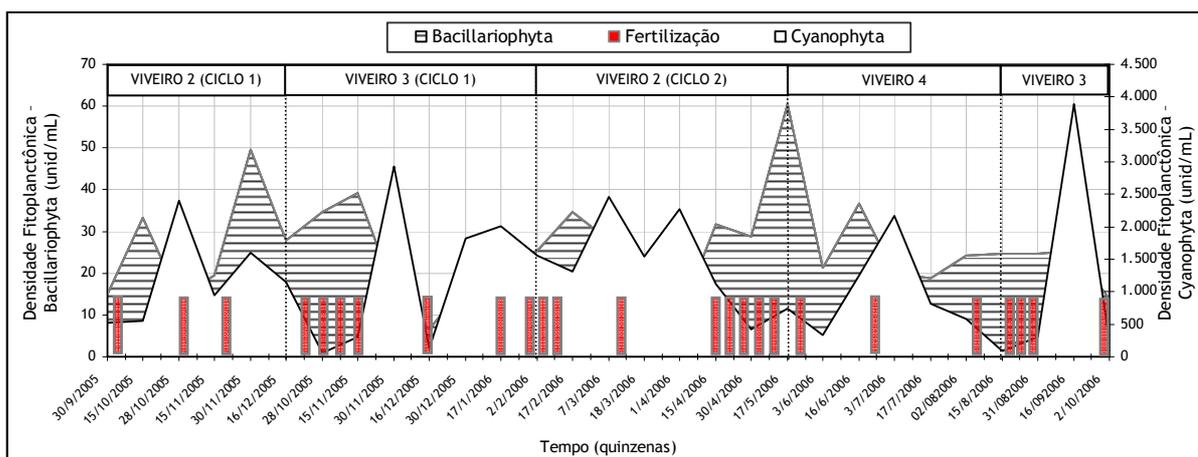


Figura 2. Variação das densidades fitoplanctônica dos grupos Cyanophyta e Bacillariophyta com indicações de fertilização em todos os ciclos estudados.

Figure 2. Phytoplankton densities variation of the Cyanophyta and Bacillariophyta groups with fertilization indication in all cultures studied.

O desenvolvimento das cianobactérias do plâncton e das diatomáceas do bentos no abastecimento revelou certa similaridade com o ciclo do viveiro 4, onde as densidades do abastecimento apresentaram a mesma tendência de crescimento do viveiro (Figura 3). Muito provavelmente ocorreu devido a uma menor frequência de fertilização durante cultivo permitindo, portanto, uma condição parecida com o canal de abastecimento.

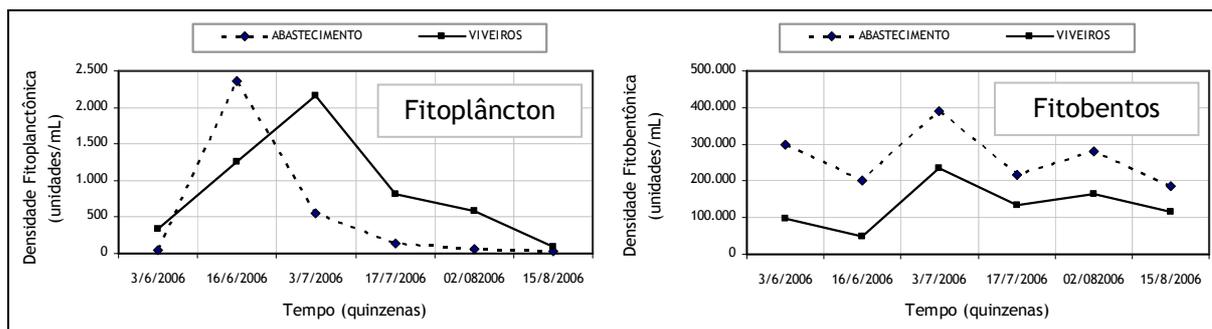


Figura 3. Variação das densidades de Cyanophyta no plâncton e Bacillariophyta no bentos nos viveiros e canal de abastecimento.

Figure 3. Densities variation of planktonic Cyanophyta e benthonic Bacillariophyta in the ponds e water supplying.

Não foi visualizada outra tendência dos demais grupos entre viveiro e abastecimento, pois a maioria das microalgas dos corpos de água que abastece os viveiros tem normalmente uma boa representatividade apenas nos primeiros dias de cultivo, modificando rapidamente a composição e abundância do fitoplâncton nos viveiros de camarão (Alonso-Rodríguez e Páez-Osuna *et al.*, 2003).

No caso do fitobentos, uma maior frequência de fertilização não proporcionou nenhuma relação com as densidades, pois segundo Irigoein (1997), as concentrações de nutrientes não necessariamente controla a produtividade primária nem tão pouco a composição dos grupos de microalgas no bentos porque outros parâmetros ambientais (luz, sedimentação, disponibilidade de espaço) são fatores muitos mais limitantes.

Crescimento do Camarão x Fitobentos

De acordo com Boyd (1989), as diatomáceas promovem um melhor crescimento do camarão que as cianobactérias. Por isso muitas fazendas preferem uma proporção alta de diatomáceas na comunidade fitoplanctônica.

Quando se fez uma comparação da biomassa das diatomáceas do bentos com o ganho de peso do camarão observou-se, no viveiro 3 (1º ciclo), uma relação positiva entre as duas variáveis, onde o aumento das densidades fitobentônica refletiu em um aumento de crescimento do camarão (figura 4).

Esta relação pode está associada a dois aspectos importantes: a qualidade do solo e a nutrição dos camarões. Portanto, quando se tem uma comunidade fitobentônica bem desenvolvida, a qualidade do meio é melhorada a partir da assimilação de nutrientes, incluindo a amônia e outros metabólitos tóxicos (Avault, 2003), do controle populacional de microrganismos patogênicos e da alimentação sobre diatomáceas que se encontram aderidas aos detritos (Moriarty, 1977).

Allan *et al.* (1995) conseguiram melhores valores de ganho de peso, biomassa e conversão alimentar de *Penaeus monodon* em tanques sem cianobactérias, desta forma a abundância de algas filamentosas correlacionou negativamente com o crescimento do camarão.

Nutricionalmente, as microalgas são fontes de proteínas, lipídios, carboidratos e vitaminas, apresentando também elementos traços que são importantes para o aproveitamento nutricional por parte do zooplâncton e camarões (Barbieri e Ostrensky, 2002). Nos viveiros onde a concentração de diatomáceas é maior favorece o crescimento mais rápido dos camarões, redução da oferta de ração, conseqüentemente diminuindo a probabilidade do manejo inadequado das rações, que leva a perdas econômicas e acarreta problemas nos níveis de qualidade da água e do solo dos viveiros de produção (Nunes, 2000).

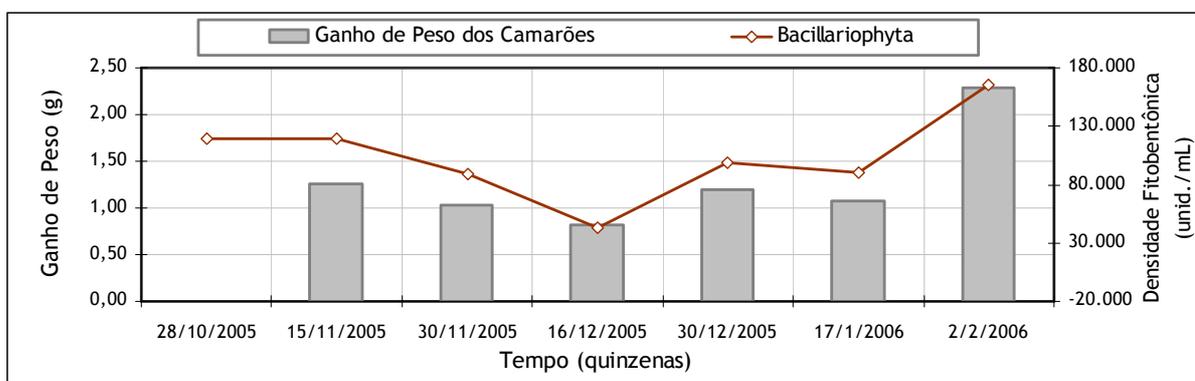


Figura 4. Variação das densidades de Bacillariophyta no bentos e do ganho de peso dos camarões cultivados.

Figure 4. Densities variation of benthonic Bacillariophyta and weight gain of cultured shrimps.

Dados de Produção

Com base no fitoplâncton observou-se que o no 2º ciclo do viveiro 2 foi registrado as maior média de densidade fitoplanctônica incluindo todos os grupos de microalgas; e no mesmo viveiro foram registrados os menores valores de sobrevivência (54%) e produtividade (1.321,9 Kg/ha/ciclo), por outro lado os camarões cultivados neste viveiro apresentaram a melhor conversão alimentar (1,41). Diante deste fato, vale ressaltar que neste ciclo houve um bloom de dinoflagelados na 5º quinzena, que pode ter sido a razão da diminuição da concentração de oxigênio dissolvido (2,15 mg/L, às 9:30h), acarretando talvez uma mortalidade em massa nos horários críticos de oferta de oxigênio. Esta hipótese se consolida mais quando se considera os bons resultados de conversão alimentar e do peso médio final no tempo de 105 dias cultivo, aumentando assim, as possibilidades de que a mortalidade tenha ocorrido em um certo momento do cultivo e não por variáveis que influencia no

desenvolvimento do animal ao longo do tempo, como por exemplo: doenças, alimentação, permanência de alguma condição de má qualidade da água, etc. Além disso, é importante destacar que o gênero mais representativo responsável por essa biomassa elevada de dinoflagelados foi *Peridinium*, que é composto de algumas espécies que podem liberar toxinas no meio e causar mortalidade dos animais cultivados (Delgado *et al.*, 1996).

O ciclo do viveiro 3 apresentou uma maior sobrevivência (86%) e maior peso final (12,7 g) em 119 dias, porém obteve a menor conversão alimentar (1,51). De uma forma geral, as densidades médias de fitoplâncton e fitobentos se encontraram em quantidades intermediárias, muito embora, as diatomáceas tenham atingido a menor quantidade entre os grupos de microalgas e os diferentes ciclos. Desta forma, um menor valor de conversão alimentar pode estar associado a uma menor biomassa de Bacillariophyta durante o cultivo, pois já se sabe que camarão adulto pode se alimentar de microalgas quando aderidas no substrato (Moriarty, 1977).

CONCLUSÕES

Nos viveiros da fazenda Campo Novo as comunidades fitoplanctônica foram dominada pelas cianobactérias e a fitobentônica pelas diatomáceas Pennales, independente do local (viveiro e canal de abastecimento) e do período (seco e chuvoso) estudado. Os principais gêneros responsáveis pela dominância das cianobactérias no plâncton foram *Pseudoanabaena* e *Synechococcus*, e das diatomáceas no bentos foram *Navicula* e *Cymbella*. Bacillariophyta foi o grupo mais diversificado.

A baixa salinidade e o aumento da precipitação pluviométrica favoreceram o crescimento de grupos e gêneros específicos como é o caso do aumento da abundância das cianobactérias e algumas clorofíceas (*Chlorella* e *Tetraselmis*). O bloom de dinoflagelados baixou as concentrações de oxigênio dissolvido no viveiro.

Nos dois ambientes estudados foram identificados dois tipos de sucessão ecológica: uma permanente, que foi representada pela permanência de grandes densidades de *Pseudoanabaena* e outra pontual, na qual houve a participação dos gêneros *Peridinium* e *Synechococcus*.

Existiu uma relação positiva do fitobentos com o ganho de peso do camarão em um dos cultivos. A frequência de fertilização influenciou a proporção de diatomáceas e cianobactérias durante os cultivos. O bloom de dinoflagelados possivelmente diminuiu a sobrevivência e conseqüentemente a produtividade de um viveiro.

REFERÊNCIAS

ADMIRAAL, W. Experiments on the ecology of bentic diatoms in the Eems-Dollard Estuarium. Publicates in Vreslagen no. 3. Thesis, University Groningem, Netherlands: 1-125. 1980.

ALLAN, G. L. *et al.* Effects of pond preparation and feeding rate on production of *Peanaeus monodon* Fabricius, water quality, bacteria and benthos in model farming. *Aquaculture*. v. 130, n.4, p. 329-349. 1995.

ALLAN, G.L. e MAGUIRE, G.B., 1995. Effect of sediment on growth and acute ammonia toxicity for the school prawn, *Metapenaeus macleayi* (Haswell). *Aquaculture*. 131, 59–71.

ALONSO-RODRIGUEZ, R.; PÁEZ-OSUNA, F. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*. v. 219, p. 317-336. 2003.

AVAVULT, J. W. A. Fertilization: Is there a role for it aquaculture. *Aquaculture Magazine*, Ashville, v. 29, n. 2, p. 47-52, 2003.

BARBIERI, R. C. J.; OSTRENSKY, A. N. 2002. *Camarões marinhos– reprodução, maturação e larvicultura*. Viçosa: Ed Aprenda Fácil, 255p.

BICUDO, C. E. M. e BICUDO, R. T. M. *Algas de águas continentais brasileiras*. FUNBEC, II ed., EGRT. São Paulo. 1970. 228p.

BOYD C. E. (1990) *Water Quality or Pond Aquaculture*. Auburn University, Auburn AL, USA.

BOYD, C. E. Empirical modeling of phytoplankton growth and oxygen production in aquaculture ponds. p. 363-395. In: Brine, D. E. & Tommasso, J. R. (Eds). *Advances in World Aquaculture*, World Aquaculture Society. 606 p. 1991.

BOYD, C. E. Potential of sodium nitrate to improve environmental conditions in aquaculture ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*. v.26, p. 38-40. 1995.

BOYD, C. E. *Pond bottom soil and water quality management for pond aquaculture*. ASA. 55p. 1997.

BOYD, C. E. e TUCKER, C. S. Ecology of Aquaculture Ponds. In: *Pond Aquaculture Water Quality Management* Copyright. Kluwer Academic Publishers. 1998.

CORTÉS-ALTAMIRANO, R. Microalgas dañinas en estanques de cultivo de camarón. In: Paéz-Osuna, F., *et al.* (Eds.), Efecto de la calidad del agua y composición biológica sobre la producción en granjas camaronícolas. Informe final Proyecto. Tech. Report, CONACYT 0625- N9110, Mazatlán, pp. 219–230). 1994.

CUPP, E. E. Marine plankton diatoms of the West Coast of North América. *Bulletin of the Scripps Institution Oceanography of the University of California*. La Jolla. 5:1. 237p. 1943.

DELGADO, G. *et al.* Red tide in shrimp culture ponds in Cuba. *Rev. Cuba. Investig. Pesq.* 20 (1), 23-24. 1996.

FONSECA, R. S. *Dinâmica da comunidade fitoplanctônica em um viveiro de engorda de camarão marinho (Litopenaeus vannamei) no estado do Ceará*. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2006.

GÓMEZ-AGUIRRE, S. e MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L.R. El Fitoplancton. In: Martínez-Córdova, L.R. (Ed.). *Ecología de los sistemas acuícolas*. AGT Editor, México, D.F., pp. 77–94. 1998.

HOEK, C. *et al.* *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 1995.

HUNTER, B.; PRUDER, G.; WYBAN, J. Biochemical Composition of Pond Biota, Shrimp Ingesta, and Relative Growth of *Penaeus vannamei* in Earthen Ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*. v.18, p. 162-174. 1987.

HOEK, C. *et al.* *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 1995.

IRIGOIEN, X. e CASTEL, J. Light limitation and distribution of chlorophyll pigments in a highly turbid estuary: The Gironde (SW France). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44, 507-517. 1997.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R. Ecología de los sistemas acuícolas: bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura. AGT Editor, S.A. México. 1998.

MORIARTY, D.J.W. Qualification of carbon, nitrogen and bacterial blooms biomasa in the food of penaeid prawns. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 28: 113- 118. 1998.

NEEDHAN, J. G. e NEEDHAN, P. R. *Guia para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Ed. Reveré S. A. Espanha. 131p. 1982.

NUNES, A. J. P. Manual Purina de alimentação para camarões marinhos. São Paulo: Paulínea. 40 p. 2000.

PAERL, H. W. e TURKEY, C. S. Ecology of blue-green algae in aquaculture ponds. *Journal of the World Aquaculture Society.* 26:109-131. 1995.

PÁEZ-OSUNA, F. *et al.* Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in northwestern México. *Mar. Pollut. Bull.* v. 34, p. 290-297. 1997.

PERAGALLO, H. & PERAGALLO M. *Diatommés marines de France et districts maritimes*. Vceisins. Paris, J. Tempere. 491p. 1897-1908

PIEDRAHITA, R. H. Simulation of Short-Term Management Actions to Prevent Oxygen Depletion in Ponds. *Journal World Aquaculture Society.* v. 22, p. 157-166. 1991.

PRESCOTT, G. W. *How to know the freshwater algae*. Iowa, W. M. C. Brown Company Puvlishers. 348p. 1954.

REVIERS, B. *Biologia e filogenia das algas*. Tradução: Iara Maria Franceschini. Porto Alegre: Artmed. 2006.

SILVA-CUNHA, M. G. G. e ESKINAZI-LEÇA, E. *Catálogo das diatomáceas (Baccilariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco*. Recife. SUDENE. 367p. 1990.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. e ROCHA, O. *Produção de plâncton (zooplâncton e fitoplâncton) para alimentação de organismos aquáticos*. São Carlos: RIMA. 2001. 106p.

STAHL, M. S. The role of natural productivity and applied feeds in the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. Proceedings World Mariculture Society v. 10, p. 92- 109. 1979.

STREBLER, H. e KRAUTER, D. *Atlas de los microorganismos de agua dulce*. Trad. de Margarida Costa. Ed. Omega S. A. Barcelona. 391p. 1987.

SEVRIN, R. J. e PLETIKOSIC, M. Cyanobacteria in fish ponds. *Aquaculture*. 88, 1-20. 1990.

5. REFERÊNCIAS

BORBA, A. G. Estudo preliminar do ciclo nictimeral de parâmetros físico- químicos da água nos viveiros de camarões. **Revista da ABCC**, ano 2, nº 1, p. 43, abril/2000.

BOYD, C. E. Manejo da qualidade de água na aquicultura e no cultivo de camarão marinho. Tradução Josemar Rodrigues. Recife. **Revista da ABCC**, s.d. 157 p. (S/Ano).

BOYD, C. E. Summer Algal Communities and Primary Productivity in Fish Ponds. **Hydrobiologia**. v. 41, p. 357-390. 1973.

BOYD, C. E. Formulando normas para o manejo de efluentes. **Revista da ABCC**, ano 3, nº 1, p 59, abril/2001.

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEITT, K. S.; SPACH, H. L. & SASSI, R. Planctologia na plataforma continental do Brasil: diagnose e revisão bibliográfica. MMA. CIR. FEMAR. 196p. 1997.

CHRISTENSEN, P.B., RYSGAARD, S., SLOTH, N.P., DALSGAARD, T., SCHWÆRTER, S. Sediment mineralization, nutrient fluxes, denitrification and dissimilatory nitrate reduction to ammonium in an estuarine fjord with sea cage trout farms. **Aquat. Microbiol. Ecol.** 21, 73–84. 2000.

CORREIA, E. S. **Influência da alimentação natural no cultivo semi-intensivo do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)**. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1998.

DAWES, C. J. Comunidades de fitoplancton. In: **Botânica marina**. 20. ed. México: Limusa S.A. p. 579. 1986.

FABREGAS, J. HERRERO, C. Marine microalgae as a potential source of mineral in fish diets. **Aquaculture Netherlands**, v. 51, n 4/5, p. 237 – 243. 1986.

FALCÃO, D.; MOURA, A. N. PIRES; A. H. B.; BOUVY; M. MARINHO; FERRAZ, A. C. N. & SILVA, A. M. Diversidade de Microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas da Mata, Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. Vol. 1. Cap.III. p.63-77. **Em Diagnóstico da Biodiversidade em Pernambuco**. 2002.

HERNÁNDEZ, J. Z.; NUNES, A J. P. Biossegurança no cultivo de camarão marinho: qualidade da água e fatores ambientais. **Revista da ABCC**, Recife, v. 3, n. 2, p. 55-59, 2001.

KLEEREKOPER, H. Introdução ao estudo da limnologia. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Da UFRGS. 329 p. 1990.

KUBITZA, F. **Qualidade de água no cultivo de peixes e camarões**. 1º edição. Jundáí, SP-Brasil. 229p. 2003.

KNUD-HANSEN, C. F. & PAUTONG, A. K. On the role of urea in pond fertilization. **Aquaculture**. v. 114, p. 273-283. 1993.

LEE, R. E. *Phycology*. Cambridge University Press, 614p. 1942.

LEE, CHEN-SHENG; SHLESER, R. A. Production of *Penaeus vannamei* in cattle manureenriched ecoystems in Hawaii. **Journal World Mariculture Society**. v. 15, p. 52-60. 1984.

MACINTYRE, H.L., GEIDER, R.J., MILLER, D.C., Microphytobenthos: the ecological role of the “secret garden” of nvegetated, shallow-water marine habitats. I. Distribution, abundance and primary production. **Estuaries** 19, 186–201. 1996.

MARGALEF, R. Algas do Bentos e Macrófitos. In: **Limnología**. 10. ed. Barcelona: Omega S.A. p. 405-412. 1983.

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

MAIA, E. P.; LEAL, A.; CORREIA, E. S.; PEREIRA, A. L.; OLIVERA, A. Caracterização planctônica de cultivo super-intensivo de *Litopenaeus vannamei*. **Revista da ABCC**, Recife, v. 5, n. 2, p. 60-62. 2003.

MATA, M. R. Avaliação da utilização de substrato artificiais, para o aumento da disponibilidade do alimento natural e sua relação com o desenvolvimento do *Litopenaeus vannamei*, em cultivos semi-intensivo. **Revista da ABCC**, ano 3, nº 2, p 64-70. agosto/2001.

NACA, WWF, FAO. Programa de consórcio entre o Banco Mundial e NACA, WWF, FAO. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 2, p. 23-27, 2002.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara. 434 p. 1986.

OLIVERA, A. Os moluscos bivalves e a biorremediação dos impactos da carcinicultura. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 65, p. 37-39. 2001.

OLIVERA, A. Alimentação y manejo de estanques de camarones marinos. In: **Curso Internacional – CYTED**. 1. Isla Margarita. p. 1-26. 2004.

PARSONS, T. R.; TAKAHASHI, M. & HARGRAVE, B. **Biological Oceanography Processes**. 3a. Ed. Pergamon Press. Oxford. 332p. 1984.

PÉREZ-LINARES, J; CADENA, M.; RANGEL C.; UNZUETA-BUSTAMANTE, M.; OCHOA, J. Effect of *Schizothrix calcicola* on white shrimp *Litopenaeus vannamei* (*Penaeus vannamei*) postlarvae. **Aquaculture**. v. 218, p. 55–65. 2003.

RAYMONT, J. E. G. **Plankton and productivity in the oceans**. Oxford: Pergamon. 660p. 1963.

ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J.; AMORIM, L. A Carcinicultura Brasileira em 2003. **Revista da ABCC**, Recife, v. 6, n. 1, p. 30-36. 2004.

RODRIGUES, J. Carcinicultura marinha – Desempenho 2004, **Revista ABCC**, 7: p. 38 - 44. 2005.

ROUND, F. E. **The Ecology of Algae**. Cambridge University Press. 1981.

SCHROEDER, G. L.; WOHLFARTH, A. A.; HAVELY, A.; KRUEGER, H. The Dominance of Algal-Based Food Webs in Fish Ponds Receiving Chemical Fertilizers plus Organic Manures. **Aquaculture**. v. 86, p. 219-229. 1990.

SMITH, P. T. Toxic effects of blooms of marine species of Oscillatoriales on farmed prawns (*Penaeus Monodon*, *Penaeus japonicus*) and brine shrimp (*Artemia salina*). **Toxicon**. v. 34, n. 8, p. 857-865. 1996.

STEVESON, J. R. N. A introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In: Jan Stevenson, R. Bothwell, M. L.; Lowe, r. L. (eds) **Algal ecology freshwater benthic ecosystems**. Academic Press, California, p.3-30. 1996.

STREIT, D. P.; LUPCHINSKI, E.; MOREIRA, HL. M. et al. Perspectivas atuais da aqüicultura marinha no Brasil. **Revista Acadêmica Multidisciplinar Urutágua**. Maringá, ano 1, n. 4. maio 2002. Disponível em: <www.uem.br/~urutagua/>. Acesso em 16 novembro. 2006.

TUCKER, C. S.; LLOYD, S. W. 1984. Phytoplankton communities in channel catfish ponds. **Hydrobiologia**, v.112, p.137-141. 1984.

WHER, J. D. & SHEATH, R. G. **Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification**. Academic Press, New York. 918 p. 2003.

WILLIAM, R. M. Administração da saúde dos camarões. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 3, p. 26-31. 2002.

6. ANEXOS

6.1. FIGURAS PERTINENTES AO ARTIGO

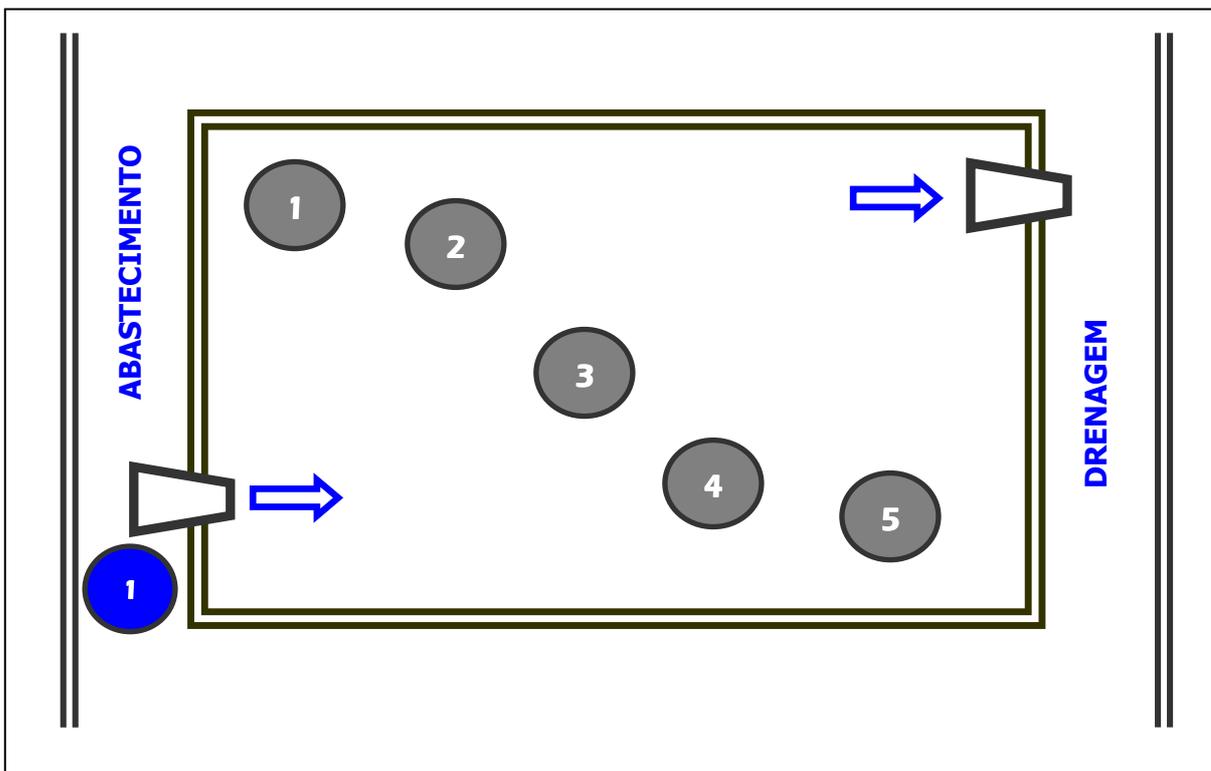


Figura 5. Delineamento amostral das coletas de fitobentos e fitoplâncton nos viveiros e canal de abastecimento.

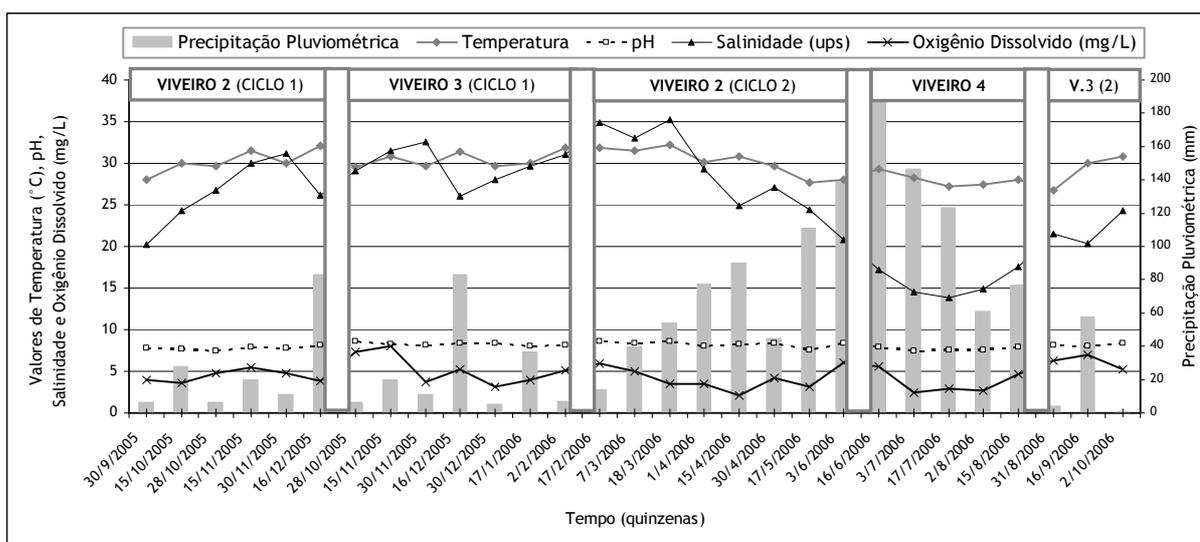


Figura 6. Variação dos parâmetros hidrológicos (temperatura (°C), pH, salinidade e oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹)) e climatológico (precipitação pluviométrica (mm)) nos ciclos estudados.

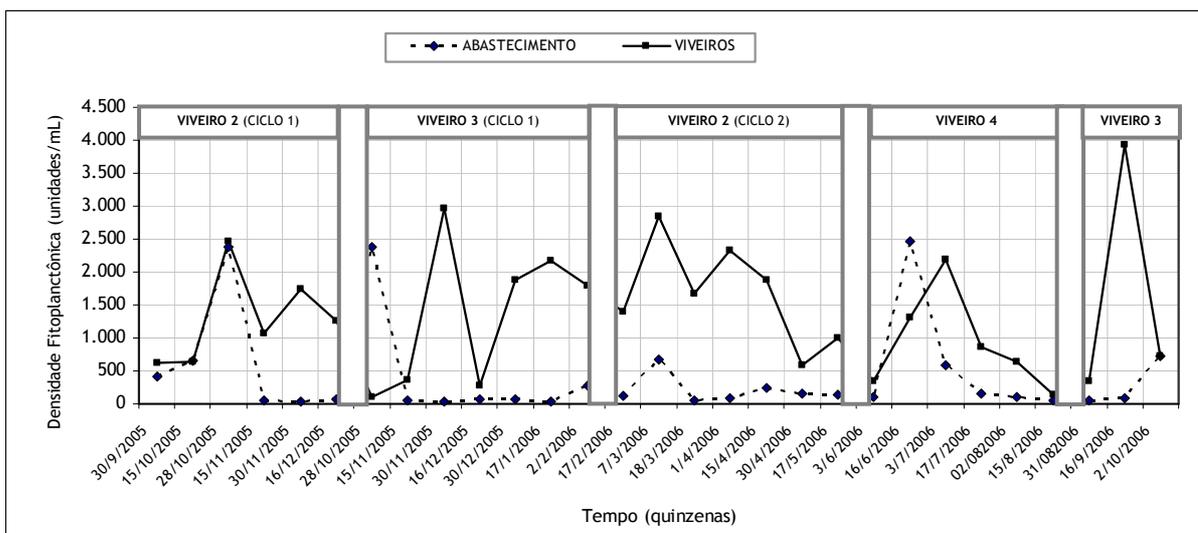


Figura 7. Variação das densidades fitoplantônica nos viveiros e canal de abastecimento.

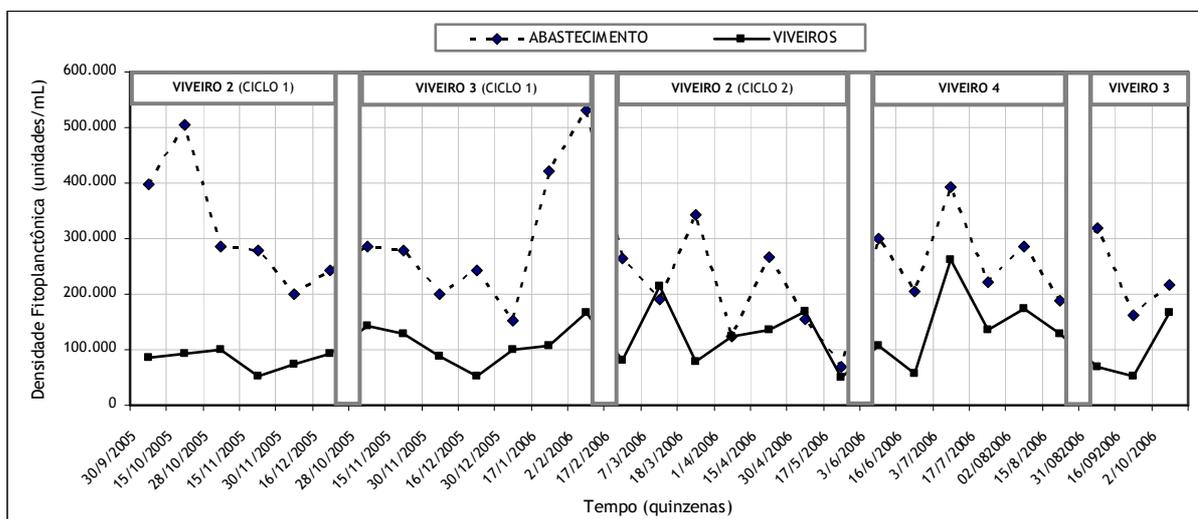


Figura 8. Variação das densidades bentônica nos viveiros e canal de abastecimento.

6.1. TABELAS PERTINENTES AO ARTIGO

Tabela 2. Valores dos parâmetros ecológicos do fitoplâncton nos viveiros e canal de abastecimento considerando os períodos seco e chuvoso.

VIVEIROS								
DIVISÃO <i>Division</i>	PERÍODO SECO <i>Dry Periods</i>				PERÍODO CHUVOSO <i>Rainy Periods</i>			
	N (gêneros)	A.B. (unid./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)	N (gêneros)	A.B. (unid./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)
Bacillariophyta	21	283	1,7 ^R	100 ^{MF}	21	347	2,1 ^R	100 ^{MF}
Chlorophyta	8	282	1,7 ^R	81 ^{MF}	9	598	3,7 ^R	84 ^{MF}
Cyanophyta	10	15.335	91,0 ^A	100 ^{MF}	8	14.120	87,3 ^A	100 ^{MF}
Euglenophyta	3	24	1,4 ^R	87 ^{MF}	2	217	1,3 ^R	53 ^F
Pirrophyta	5	708	4,2 ^R	100 ^{MF}	4	889	5,4 ^R	100 ^{MF}
TOTAL	47	16.850	100		44	16.174	100	

ABASTECIMENTO								
DIVISÃO	PERÍODO SECO				PERÍODO CHUVOSO			
	N (gêneros)	A.B. (unid./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)	N (gêneros)	A.B. (unid./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)
Bacillariophyta	25	1.041	21,4 ^{PA}	100 ^{MF}	28	450	9,50 ^R	100 ^{MF}
Chlorophyta	8	48	1,0 ^R	93 ^{MF}	5	99	2,09 ^R	54 ^F
Cyanophyta	8	3.470	71,2 ^D	100 ^{MF}	7	4.078	86,20 ^D	100 ^{MF}
Euglenophyta	2	25	0,5 ^R	43 ^F	1	0,83	0,02 ^R	7 ^E
Pirrophyta	4	290	5,9 ^R	93 ^{MF}	5	103	2,19 ^R	77 ^{MF}
TOTAL	47	4.873	100		46	4.730	100	

N (gêneros)= número de gêneros encontrados; A.B.= abundância absoluta, A.R.= abundância relativa; F.R.= frequência relativa. (^D= dominante; ^A= abundante; ^{PA}= pouco abundante; ^R= raro)

Tabela 3. Frequência de ocorrência (em %) dos gêneros mais representativos do fitoplâncton nos dois ambientes e períodos estudados.

DIVISÃO	GÊNEROS	VIVEIRO				ABASTECIMENTO			
		PERÍODO SECO <i>Dry Period</i>		PERÍODO CHUVOSO <i>Rainy Period</i>		PERÍODO SECO <i>Dry Period</i>		PERÍODO CHUVOSO <i>Rainy Period</i>	
Bacillariophyta	<i>Amphiprora</i>	37,5	PF	46,2	F	31,3	PF	30,8	PF
	<i>Amphora</i>	56,3	F	23,1	E	56,3	F	53,8	F
	<i>Chaetoceros</i>	12,5	PF	0,0	–	87,5	MF	38,5	PF
	<i>Cyclotella</i>	62,5	F	53,8	F	56,3	F	69,2	F
	<i>Cymbella</i>	100,0	MF	92,3	MF	87,5	MF	76,9	MF
	<i>Diatomella</i>	50,0	F	61,5	F	25,0	PF	84,6	MF
	<i>Navicula</i>	100,0	MF	100,0	MF	100,0	MF	100,0	MF
	<i>Nitzschia</i>	56,3	F	23,1	PF	87,5	MF	100,0	MF
	<i>Pinnularia</i>	100,0	MF	46,2	F	75,0	MF	38,5	PF
	<i>Pleurosigma</i>	75,0	MF	84,6	MF	56,3	F	61,5	F
	<i>Synedra</i>	56,3	F	69,2	F	75,0	MF	84,6	MF
	<i>Thalassiosira</i>	56,3	F	15,4	PF	62,5	F	7,7	E
Chlorophyta	<i>Chlorella</i>	56,3	F	61,5	F	62,5	F	38,5	PF
	<i>Tetraselmis</i>	25,0	PF	46,2	F	12,5	PF	15,4	PF
Cyanophyta	<i>Oscillatoria</i>	68,8	F	92,3	MF	56,3	F	53,8	F
	<i>Phormidium</i>	50,0	F	76,9	MF	43,8	F	38,5	PF
	<i>Pseudoanabaena</i>	100,0	MF	100,0	MF	93,8	MF	92,3	MF
	<i>Synechococcus</i>	100,0	MF	100,0	MF	68,8	F	69,2	F
Euglenophyta	<i>Euglena</i>	68,8	F	38,5	PF	25,0	PF	7,7	E
	<i>Phacus</i>	68,8	F	46,2	F	31,3	PF	0,0	–
Pirrophyta	<i>Gymnodinium</i>	75,0	MF	76,9	MF	50,0	F	46,2	F
	<i>Peridinium</i>	87,5	MF	92,3	MF	93,8	MF	53,8	F
	<i>Protoperidinium</i>	50,0	F	38,5	PF	25,0	PF	7,7	E
	<i>Sphaerodinium</i>	43,8	F	15,4	PF	18,8	PF	30,8	PF

MF= muito freqüente; F= freqüente; PF= pouco freqüente e E= esporádico

Tabela 4. Valores dos parâmetros ecológicos do fitobentos no canal de abastecimento, considerando os períodos seco e chuvoso.

DIVISÃO <i>Division</i>	VIVEIROS							
	PERÍODO SECO				PERÍODO CHUVOSO			
	N (gêneros) <i>(genus)</i>	A.B. (unid./mL) <i>(unit./mL)</i>	A.R. (%)	F. O. (%)	N (gêneros) <i>(genus)</i>	A.B. (unid./mL) <i>(unit./mL)</i>	A.R. (%)	F. O. (%)
Bacillariophyta	23	1.070.000	85,5 ^D	100 ^{MF}	26	1.535.000	89,3 ^D	100 ^{MF}
Cyanophyta	4	85.000	6,9 ^R	75 ^{MF}	3	157.000	9,9 ^{PA}	100 ^{MF}
Euglenophyta	2	30.000	2,4 ^R	43 ^F	1	8.000	0,5 ^R	15 ^{PF}
Pirrophyta	3	64.000	5,2 ^R	37 ^{PF}	1	3.000	0,2 ^R	15 ^{PF}
TOTAL	32	1.249.000	100		31	1.703.000	100	

ABASTECIMENTO								
DIVISÃO	PERÍODO SECO				PERÍODO CHUVOSO			
	N (gêneros)	A.B. (unid./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)	N (gêneros)	A.B. (unid./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)
Bacillariophyta	29	3.614.500	98,8 ^D	100	27	3.006.000	98,3 ^D	100
Cyanophyta	5	42.000	1,1 ^R	56	2	54.000	1,7 ^R	76
Pirrophyta	1	2.000	0,1 ^R	6	0	0	0,0 ^R	0
TOTAL	35	3.658.500	100		29	3.060.000	100	

Nº (gêneros)= número de gêneros encontrados; A.B.= abundância absoluta, A.R.= abundância relativa; F.R.= frequência relativa.

Tabela 5. Frequência de ocorrência (em %) dos gêneros mais representativos do fitobentos nos dois ambientes e períodos estudados.

DIVISÃO <i>Division</i>	GÊNEROS <i>Genus</i>	VIVEIRO <i>Pond</i>				ABASTECIMENTO <i>Water Supplying</i>			
		PERÍODO SECO <i>Dry Period</i>		PERÍODO CHUVOSO <i>Rainy Period</i>		PERÍODO SECO <i>Dry Period</i>		PERÍODO CHUVOSO <i>Rainy Period</i>	
Bacillariophyta	<i>Amphineura</i>	68,7	F	100,0	MF	50,0	F	84,6	MF
	<i>Amphora</i>	100,0	MF	84,6	MF	87,5	MF	69,2	MF
	<i>Cyclotella</i>	100,0	MF	100,0	MF	68,8	F	84,6	MF
	<i>Cymbella</i>	100,0	MF	100,0	MF	100,0	MF	100,0	MF
	<i>Diatomella</i>	87,5	MF	100,0	MF	56,3	F	92,3	MF
	<i>Diploneis</i>	62,5	F	69,2	F	0,0	E	38,5	PF
	<i>Gomphonema</i>	68,7	F	53,8	F	12,5	PF	23,1	PF
	<i>Melosira</i>	37,5	PF	46,1	F	18,8	PF	23,1	PF
	<i>Navicula</i>	100,0	MF	100,0	MF	100,0	MF	100,0	MF
	<i>Nitzschia</i>	93,7	MF	69,2	F	50,0	F	61,5	F
	<i>Pinnularia</i>	93,7	MF	76,9	MF	81,3	MF	76,9	MF
	<i>Pleurosigma</i>	100,0	MF	84,6	MF	81,3	MF	53,8	F
	<i>Surirella</i>	68,7	F	7,7	E	37,5	PF	15,4	PF
	<i>Synedra</i>	100,0	MF	100,0	MF	93,8	MF	100,0	MF
<i>Thalassiosira</i>	43,7	F	30,7	PF	62,5	F	7,7	E	
Cyanophyta	<i>Oscillatoria</i>	37,5	PF	61,5	F	75,0	MF	100,0	MF
	<i>Phormidium</i>	12,5	PF	23,1	PF	12,5	PF	46,1	F

MF= muito frequente; F= frequente; PF= pouco frequente e E= esporádico

Tabela 6. Resumo da densidade média do plâncton e bentos; e dos dados de produção dos cultivos estudados.

VIVEIROS (CICLO)	→	V2 (1°)	V3	V2 (2°)	V4
FITOPLÂNCTON	Bacillariophyta (unid.mL ⁻¹)	26,60	23,04	30,36	24,24
	Chlorophyta (unid.mL ⁻¹)	6,25	37,26	84,46	3,13
	Cyanophyta (unid.mL ⁻¹)	1.193,05	1.259,52	1.410,77	873,96
	Euglenophyta (unid.mL ⁻¹)	18,47	17,32	29,70	1,67
	Pirrophyta (unid.mL ⁻¹)	54,80	25,59	117,67	14,52
	TOTAL (unid.mL ⁻¹)	1.299,18	1.362,74	1.672,97	917,50
FITOBENTOS	Bacillariophyta (unid.mL ⁻¹)	76.000	103.729	106.143	121.333
	Cyanophyta (unid.mL ⁻¹)	3.000	5.000	14.000	11.000
	Euglenophyta (unid.mL ⁻¹)	3.000	2.714	1.143	-
	Pirrophyta (unid.mL ⁻¹)	1.333	714	429	-
	TOTAL (unid.mL ⁻¹)	83.333	112.157	121.714	132.333
DADOS DE PRODUÇÃO	Área do viveiro (ha)	3,41	1,89	3,41	2,09
	Duração de Cultivo (dias)	127	119	105	127
	Densidade Inicial (cam./m ²)	31,4	19,8	24,3	23,9
	Peso Médio Final (g)	9,5	12,7	11,0	11,4
	Sobrevivência (%)	76,6	86,4	54,3	69,5
	Conversão Alimentar	1,41	1,51	1,41	1,45
	Produtividade (Kg/ha/ciclo)	2.282,7	2.069,8	1.321,9	1.648,3

Acta Scientiarum. Biological Sciences
INSTRUÇÕES PARA AUTORES

1. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* ISSN 1679-9283, é publicada trimestralmente pela Universidade Estadual de Maringá.
2. A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes de Ciências Biológicas, incluindo anatomia, bacteriologia, biologia e fisiologia dos microorganismos, biologia geral, biologia molecular, bioquímica, botânica, citologia e biologia celular, comportamento animal, ecologia, embriologia, fisiologia, genética, histologia, microbiologia, morfologia, parasitologia e zoologia.
3. Os autores se obrigam a declarar que seu manuscrito, relatando um trabalho original, não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outra revista.
4. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.
5. Os artigos são publicados em português ou inglês. Devem ser concisos e consistentes no estilo. As idéias e os conceitos emitidos representam unicamente as opiniões do(s) autor(es).
6. Os artigos serão avaliados por dois consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e será rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis. No caso de um parecer favorável e um desfavorável, a decisão sobre a publicação ou não do artigo será do Conselho Editorial.
7. Estão listados abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:
 - a) Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo, Palavras-chaves, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusão, Agradecimentos (Opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.
 - b) O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras.
 - c) Deverão ser indicados os nomes completos dos autores (sugere-se no máximo seis autores), seus endereços e o autor para correspondência (incluindo o e-mail deste).
 - d) O resumo (bem como o abstract), não excedendo 200 palavras, deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais experimentais, os métodos empregados, os resultados e a conclusão, não devendo ser carregados com números. Até seis palavras-chave deverão ser acrescentadas no final, tanto do resumo como do abstract.
 - e) Os artigos não deverão exceder 15 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no MS-Word, ou compatível, utilizando Times New Roman fonte 12.
 - f) O trabalho deverá ser impresso em A4 e a margens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.
 - g) Para serem submetidos aos consultores, os artigos deverão ser enviados em três cópias impressas, duas delas, sem a identificação de autoria, acompanhados de disquete (3^{1/2} polegadas).
 - h) Tabelas, Figuras e Gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois de citados. Deverão ser bilíngües (português e inglês), sendo a parte em inglês digitada em itálico e em tamanho menor (TNR 10-11).
 - i) As Figuras e as Tabelas deverão ter preferencialmente 7,65 cm de largura, e não deverão ultrapassar 16 cm.
 - j) As Figuras digitalizadas deverão ter 300 dpi de resolução. Ilustrações em cores não serão aceitas para publicação.
 - k) Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.

l) As equações deverão ser editadas utilizando software compatível com o editor de texto.

m) As variáveis deverão ser identificadas após a equação.

n) As referências bibliográficas deverão ser organizadas em ordem alfabética, conforme os exemplos seguintes (ABNT). Citação no texto, usar o sobrenome e ano: Lopes (1980) ou (Lopes, 1980). Para dois autores, utilizar e (Lopes e Silva, 1990); para mais de dois autores, utilizar *et al.*

1.1.1.1 Livro

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. Edinburgh: Addison Wesley Longman, 1996. 464p.

GALLO, D. *et al. Manual de entomologia agrícola*. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1988.

1.1.1.1.1 Capítulo de Livros

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A.R.P. (Ed.). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole, 1991. cap. 3, p. 9-65.

1.1.1.1.2 *Monografia, Dissertação e Tese*
ASSIS, M.A. *Digestibilidade in vitro, degradabilidade in situ e composição química de gramíneas do gênero Cynodon submetidas ou não a adubação nitrogenada*. 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)– Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.

COSTA, A.R.G. *Parâmetros bioquímicos do zooplâncton no reservatório da Pampulha: comparação de métodos de determinação protética*. 1994. Monografia (Especialização em Ciências Biológicas)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

1.1.1.1.3 Artigos

Os artigos indexados devem ser abreviados de acordo com a “*World List of Scientific Periodicals*”.

RHOADES, M.M.; DEMPSEY, E. On the mechanism of chromatin loss induced by B chromosome. *Genetic*, Bethesda, v. 71, n. 1, p. 73-96, 1970.

FIALHO, E.T. *et al.* Determinação dos valores de composição química e de digestibilidade de alguns ingredientes nacionais para suínos. *Rev.*

Soc. Bras. Zootec., Viçosa, v. 12, n. 2, p. 337-356, 1983.

1.1.1.2 Anais

KUMAR, A. O milho como cultura granífera para ração. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1, 1999. Brasília. *Anais...* Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/Planaltina), 1999. p. 113-130.

1.1.1.2.1 Jornais

COUTINHO, W. O Paço da cidade retorna ao seu brilho barroco. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 6 mar. 1985. Caderno B, p. 6.

MINISTÉRIO proíbe fabricação e uso de agrotóxico à base de organoclorados. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 3 set. p. 25, 1985.

Documentos eletrônicos

ROUSH, W. *Med student's web diary issues damning indictment of teaching hospitals*. [S.l.: s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.ebooknet.com/story.jsp?id=911>>. Acesso em : 21 jul. 2000.

É sugerido que seja feita consulta a uma edição recente (2006) da *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, para verificar o formato dos artigos.

8. Os artigos deverão ser enviados para:

Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha

Editor-Chefe - Acta Scientiarum

Universidade Estadual de Maringá - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Avenida Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

