

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

João Batista PEREIRA NETO^{1*}; Danielli Matias de Macêdo DANTAS¹;
Alfredo Olivera GÁLVEZ¹; Luis Otavio BRITO²

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar as comunidades planctônicas e bentônicas de microalgas, procurando estabelecer relações com as variáveis hidrológicas, manejo e produção dos viveiros de camarão. Durante o período de setembro de 2005 a outubro de 2006, três viveiros de criação do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) e o canal de abastecimento foram monitorados. Quinzenalmente amostras de fitoplâncton e fitobentos foram tomadas. Nos viveiros foram registradas informações sobre as variáveis hidrológicas, climáticas, manejo e dados de produção dos cultivos. As Cyanophyta dominaram o fitoplâncton em todos os ciclos, atingindo abundância relativa superiores a 80%, sendo o gênero *Pseudoanabaena* o principal responsável por essa dominância. No bentos as Bacillariophyta dominaram com abundância acima de 85%. O fitoplâncton obteve maiores densidades nos viveiros e o fitobentos no canal de abastecimento. Foi observada relação positiva das Bacillariophyta do bentos com o crescimento dos camarões.

Palavras-chave: fitoplâncton, fitobentos, microalgas, camarão, produção, fertilização

EVALUATION OF PLANKTONIC AND BENTHIC COMMUNITIES OF MICROALGAE IN THE SHRIMP PONDS (*Litopenaeus vannamei*)

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the planktonic and benthic communities of microalgae, looking to establish relationships with the hydrological variables, management and production of shrimp ponds. During the period of September 2005 to October 2006, three *Litopenaeus vannamei* ponds and the affluent channel were analyzed by taking biweekly samples of phytoplankton and phytobenthics. In the ponds were recorded informations about the hydrological variables, weather, culture parameters and the production data. The Cyanophyta dominated the phytoplankton in all cycles, reaching the relative abundance of 80%, the *Pseudoanabaena* genus was mainly responsible for this domination. The Bacillariophyta dominated the phytobenthics, with abundance over 85%. The phytoplankton reached higher densities in the ponds, whereas the phytobenthics was dominant in the affluent channel. A positive relationships between the benthics Bacillariophyta and the shrimps' growth was observed.

Key-words: phytoplankton, phytobenthics, microalgae, shrimp, production, fertilization

Artigo Científico: Recebido em 12/11/2007 - Aprovado em 14/04/2009

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Aqüicultura e Pesca, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil CEP: 52171-900. E-mail: neto_pesca@hotmail.com, alfredo_oliv@yahoo.com, danielli_matias@yahoo.com.br

² IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco. Av. General. San Martin, 1371 – Bongi, Recife, PE, CEP 50761-000, Escritório Municipal de Itamaracá. E-mail: engpescalo@hotmail.com, luisotavio@ipa.br

INTRODUÇÃO

A ecologia das comunidades de microalgas em viveiros de aquicultura é complexa e a maioria das tentativas para manejar as comunidades de fitoplâncton tem encontrado dificuldade. No entanto, o papel central desses microrganismos na dinâmica e manejo da qualidade da água deve ser um incentivo para 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 MARTINEZ-CÓRDOVA (1998), o camarão também consome as microalgas quando estas se encontram aderidas aos detritos.

A produção e manejo adequado do alimento natural contribuem para melhorar a viabilidade econômica do cultivo e representam grande importância nutricional para os organismos cultivados (MARTINEZ-CÓRDOVA, 1998), sendo considerada 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 Bacillariophyta como sendo o melhor alimento para o camarão quando comparadas com outros tipos de algas. Por outro lado, as Cyanophyta são consideradas indesejáveis, pois compõem uma base relativamente pobre para cadeia alimentar aquática, confere desagradável sabor na água e no pescado, além de produzir compostos que podem ser tóxicos aos animais aquáticos, deteriorando a qualidade da água (PAERL e TUCKER, 1995).

Dentro deste contexto é importante estudos sobre a ecologia das microalgas na carcinicultura, considerando os aspectos de qualidade do ecossistema e nutricional dos camarões. Através dos resultados obtidos as informações poderão ser incorporadas na metodologia de cultivo de *Litopenaeus vannamei* promovendo melhor operacionalização e monitoramento dos viveiros de cultivo.

Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar as comunidades planctônicas e bentônicas de microalgas, procurando estabelecer relações entre variáveis hidrológicas, manejo e dados de produção dos viveiros de camarão.

MATERIAS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma fazenda de camarão (*Litopenaeus vannamei*), possuindo seis viveiros de 30 ha, com sistema 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 e no canal de abastecimento. 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 coleta do fitoplâncton foram realizadas amostragens verticais em garrafas plásticas com volume de 600 mL, 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 no Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Para a realização da análise qualitativa e quantitativa, através da identificação e quantificação das amostras de microalgas (plâncton e bentos), respectivamente, foi utilizada câmara de Sedgewick-

Rafter e microscópio óptico binocular (OLYMPUS CH30) com aumento de 800 vezes de imagem total. 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, expressadas em indivíduos por mililitro (ind/mL), 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 (HOEK *et al.*, 1995).

Como variável 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).

Paralelamente às coletas, algumas variáveis hidrológicas foram mensurados às 9h, como: temperatura (°C), salinidade (‰), pH, concentração de oxigênio (mg/L), sendo estes medidos com analisador multi-parâmetro (YSI Environmental, Yellow Springs, EUA) modelo 556. Além desses variáveis, foram acompanhados dados relacionados as precipitações pluviométricas, os quais foram adquiridos no Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE) do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP).

Análise Estatística

Os dados gerados foram submetidos ao método estatístico descritivo e posteriormente, aplicou-se

estatística experimental que considera Análise de Variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey, quando necessário, para comparação de médias entre os resultados obtidos, com nível de significância ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A segunda quinzena de julho/2006 apresentou a maior precipitação pluviométrica (187,2 mm), já a menor foi detectada na segunda quinzena de setembro/2006. As temperaturas máximas foram de 26,7 °C e 32,1 °C, em agosto/2006 e março/2006, respectivamente. O pH variou de 7,40 a 8,58, mantendo-se alcalino ao longo do estudo.

A concentração de oxigênio dissolvido nos viveiros variou entre 2,15 e 7,99 mg.L⁻¹, sendo que as maiores foram registradas no início dos cultivos.

A comunidade fitoplanctônica dos viveiros e do canal de abastecimento esteve representada por 47 gêneros, respectivamente, distribuídos entre as divisões Bacillariophyta (28), Chlorophyta (9), Cyanophyta (10), Euglenophyta (3) e Pirrophyta (5) (Tabela 1.).

As Cyanophyta planctônicas nos viveiros obtiveram as maiores densidades (15.335 e 14.120 ind/mL) durante o período seco e chuvoso, respectivamente. De uma forma geral, a biomassa fitoplanctônica foi maior nos viveiros (16.850 ind/mL) em relação ao canal de abastecimento (4.873 ind/mL). As divisões Chlorophyta (598 ind/mL), Cyanophyta (15.335 ind/mL), Euglenophyta (217 ind/mL) e Pirrophyta (889 ind/mL), atingiram maiores densidades fitoplanctônica nos viveiros e Bacillariophyta (1.041 ind/mL) no abastecimento (Tabela 1).

De acordo com alguns trabalhos desenvolvidos em fazendas de camarão reportados por ALONSO-RODRÍGUEZ e PÁEZ-OSUNA (2003), revelaram que as Cyanophyta dominaram todos os cultivos seguidos pelas Pirrophyta e Bacillariophyta. ALONSO-RODRÍGUEZ e PÁEZ-OSUNA (op. cit.), fazendo um levantamento do fitoplâncton em quatro fazendas de camarão no México, mostraram que as Bacillariophyta foram o grupo mais diversificado e as Cyanophyta 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 aqüicultura concordam com o resultado do presente estudo (SEVRIN E PLETIKOSIC, 1990; FONSECA, 2006).

FONSECA (2006) avaliando o fitoplâncton durante o 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*).

A divisão Bacillariophyta foi o grupo com maior número de gênero independente do ambiente e do período estudado. A divisão Cyanophyta foi um grupo com maior frequência de ocorrência, enquanto a divisão Euglenophyta apresentou menor frequência de ocorrência (Tabela 1).

Tabela 1. Valores da avaliação da composição das comunidades de fitoplâncton nos viveiros e canal de abastecimento considerando os períodos seco e chuvoso

VIVEIROS								
DIVISÃO	SECO				CHUVOSO			
	N (gêneros)	A.B. (ind/mL)	A.R. (%)	F. O. (%)	N (gêneros)	A.B. (ind/mL)	A.R. (%)	F. O. (%)
Bacillariophyta	21	283	1,7	100	21	347	2,1	100
Chlorophyta	8	282	1,7	81	9	598	3,7	84
Cyanophyta	10	15.335	91,0	100	8	14.120	87,3	100
Euglenophyta	3	24	1,4	87	2	217	1,3	53
Pirrophyta	5	708	4,2	100	4	889	5,4	100
TOTAL	47	16.850	100		44	16.174	100	
ABASTECIMENTO								
DIVISÃO	SECO				CHUVOSO			
	N (gêneros)	A.B. (ind/mL)	A.R. (%)	F. O. (%)	N (gêneros)	A.B. (ind/mL)	A.R. (%)	F. O. (%)
Bacillariophyta	25	1.041	21,4	100	28	450	9,50	100
Chlorophyta	8	48	1,0	93	5	99	2,09	54
Cyanophyta	8	3.470	71,2	100	7	4.078	86,20	100
Euglenophyta	2	25	0,5	43	1	0,83	0,02	7
Pirrophyta	4	290	5,9	93	5	103	2,19	77
TOTAL	47	4.873	100		46	4.730	100	

N (gêneros)= número de gêneros encontrados; A.B.= abundância absoluta, A.R.= abundância relativa; F.O.= frequência de ocorrência.

Dentro da divisão Chlorophyta, os gêneros *Chlorella* (61,5%) e *Tetraselmis* (46,2%) obtiver maior frequência de ocorrência nos viveiros no período chuvoso (Tabela 2). 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 dulciaquícolas que suportam salinidade (GÓMEZ-AGUIRRE e MARTINEZ-CÓRDOVA, 1998).

No grupo das Pirrophyta, o gênero *Peridinium* (93,8%) foi a mais abundante, seguido de *Gymnodinium* (76,9%) e *Protoperidinium* (50%) (Tabela 2). Esta divisão tem uma grande representatividade em ambientes marinhos e constituem, depois das Bacillariophyta, o segundo mais importante produtor primário em águas costeiras (REVIERS, 2006). Por

outro lado, em carcinicultura as Pirrophyta 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. 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* (100%), *Navicula* (100%), e *Pseudoanabaena* (100%). Ressaltando a *Navicula* como o único gênero que apareceu em 100% das amostras coletadas. Os gêneros *Oscillatoria* (92,3%), *Phormidium* (76,9%), *Synechococcus* (100%), *Gymnodinium* (76,9%) ocorreram com mais freqüência nos viveiros e *Chaetoceros* e *Nitzschia* no canal de abastecimento (Tabela 2).

Tabela 2. Frequência de ocorrência (em %) dos gêneros mais representativos do fitoplâncton nos dois ambientes e períodos estudados

DIVISÃO	GÊNEROS	VIVEIRO		ABASTECIMENTO	
		SECO	CHUVOSO	SECO	CHUVOSO
Bacillariophyta	<i>Amphiprora</i> (Ehrenberg)	37,5	46,2	31,3	30,8
	<i>Amphora</i> (Ehrenberg)	56,3	23,1	56,3	53,8
	<i>Chaetoceros</i> (Ehrenberg)	12,5	0,0	87,5	38,5
	<i>Cyclotella</i> (Brébisson)	62,5	53,8	56,3	69,2
	<i>Cymbella</i> (Agardh)	100,0	92,3	87,5	76,9
	<i>Diatomella</i> (Greville)	50,0	61,5	25,0	84,6
	<i>Navicula</i> (Bory)	100,0	100,0	100,0	100,0
	<i>Nitzschia</i> (Hassall)	56,3	23,1	87,5	100,0
	<i>Pinnularia</i> (Ehrenberg)	100,0	46,2	75,0	38,5
	<i>Pleurosigma</i> (Smith)	75,0	84,6	56,3	61,5
	<i>Synedra</i> (Ehrenberg)	56,3	69,2	75,0	84,6
	<i>Thalassiosira</i> (Cleve)	56,3	15,4	62,5	7,7
Chlorophyta	<i>Chlorella</i> (Beijerinck)	56,3	61,5	62,5	38,5
	<i>Tetraselmis</i> (Stein)	25,0	46,2	12,5	15,4
Cyanophyta	<i>Oscillatoria</i> (Vaucher)	68,8	92,3	56,3	53,8
	<i>Phormidium</i> (Kützing)	50,0	76,9	43,8	38,5
	<i>Pseudoanabaena</i> (Lauterborn)	100,0	100,0	93,8	92,3
	<i>Synechococcus</i> (Nägeli)	100,0	100,0	68,8	69,2
Euglenophyta	<i>Euglena</i> (Müller)	68,8	38,5	25,0	7,7
	<i>Phacus</i> (Dujardin)	68,8	46,2	31,3	0,0
Pirrophyta	<i>Gymnodinium</i> (Stein)	75,0	76,9	50,0	46,2
	<i>Peridinium</i> (Ehrenberg)	87,5	92,3	93,8	53,8
	<i>Protoberidinium</i> (Bergh)	50,0	38,5	25,0	7,7
	<i>Sphaerodinium</i> (Ehrenberg)	43,8	15,4	18,8	30,8

A comunidade fitobentônica dos viveiros e do canal de abastecimento esteve representada por 32 e 35 gêneros, respectivamente, distribuídos entre as divisões Bacillariophyta (29), Cyanophyta (5), Euglenophyta (2) e Pirrophyta (3) (Tabela 3).

A divisão Bacillariophyta no fitobentos foi composta por 28 gêneros, sendo 90% da ordem Pennales e 10% da ordem Centrales.

No fitobentos a divisão que teve uma maior representatividade foram as Bacillariophyta (3.614.500 ind/mL). As Cyanophyta (157.00 ind/mL) apresentar uma baixa abundância se comparadas com as Bacillariophyta, principalmente no período chuvoso. Onde se espera uma maior abundância de Cyanophyta. Os demais grupos obtiveram valores de abundância relativa menor que 10%. (Tabela 3).

Os gêneros *Navicula* (100%) e *Cymbella* (100%)

(ordem Pennales) foram os mais abundantes e os únicos aparecerem em todas as amostras (Tabela 4). Esta grande representatividade das Bacillariophyta no sedimento corresponde um processo natural de adaptação do fitoplâncton, pois segundo HOEK *et al.* (1995) as Bacillariophyta 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 Bacillariophyta 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.

Tabela 3. Valores da avaliação da composição das comunidades de fitobentos nos viveiros e canal de abastecimento, considerando os períodos seco e chuvoso

VIVEIROS								
DIVISÃO	SECO				CHUVOSO			
	N (gêneros)	A.B. (ind./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)	N (gêneros)	A.B. (ind./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)
Bacillariophyta	23	1.070.000	85,5	100	26	1.535.000	89,3	100
Cyanophyta	4	85.000	6,9	75	3	157.000	9,9	100
Euglenophyta	2	30.000	2,4	43	1	8.000	0,5	15
Pirrophyta	3	64.000	5,2	37	1	3.000	0,2	15
TOTAL	32	1.249.000	100		31	1.703.000	100	

ABASTECIMENTO								
DIVISÃO	SECO				CHUVOSO			
	N (gêneros)	A.B. (ind./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)	N (gêneros)	A.B. (ind./mL)	A.R. (%)	F. O. (%)
Bacillariophyta	29	3.614.500	98,8	100	27	3.006.000	98,3	100
Cyanophyta	5	42.000	1,1	56	2	54.000	1,7	76
Pirrophyta	1	2.000	0,1	6	0	0	0,0	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.O.= frequência de ocorrência.

Tabela 4. Frequência de ocorrência (em %) dos gêneros mais representativos do fitobentos nos dois ambientes e períodos estudados

DIVISÃO	GÊNEROS	VIVEIRO		ABASTECIMENTO	
		SECO	CHUVOSO	SECO	CHUVOSO
Bacillariophyta	<i>Amphineura</i> (Ehrenberg)	68,7	100,0	50,0	84,6
	<i>Amphora</i> (Ehrenberg)	100,0	84,6	87,5	69,2
	<i>Cyclotella</i> (Brébisson)	100,0	100,0	68,8	84,6
	<i>Cymbella</i> (Agardh)	100,0	100,0	100,0	100,0
	<i>Diatomella</i> (Greville)	87,5	100,0	56,3	92,3
	<i>Diploneis</i> (Ehrenberg)	62,5	69,2	0,0	38,5
	<i>Gomphonema</i> (Ehrenberg)	68,7	53,8	12,5	23,1
	<i>Melosira</i> (Agardh)	37,5	46,1	18,8	23,1
	<i>Navicula</i> (Bory)	100,0	100,0	100,0	100,0
	<i>Nitzschia</i> (Hassall)	93,7	69,2	50,0	61,5
	<i>Pinnularia</i> (Ehrenberg)	93,7	76,9	81,3	76,9
	<i>Pleurosigma</i> (Smith)	100,0	84,6	81,3	53,8
	<i>Surirella</i> (Turpin)	68,7	7,7	37,5	15,4
	<i>Synedra</i> (Ehrenberg)	100,0	100,0	93,8	100,0
<i>Thalassiosira</i> (Cleve)	43,7	30,7	62,5	7,7	
Cyanophyta	<i>Oscillatoria</i> (Vaucher)	37,5	61,5	75,0	100,0
	<i>Phormidium</i> (Kützing)	12,5	23,1	12,5	46,1

Nos viveiros aconteceu um comportamento inesperado, onde 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 Bacillariophyta 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 das Cyanophyta, os gêneros mais representativos foram *Oscillatoria* (100%) e *Phormidium* (46,1%), 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*, *Proto-peridinium* 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 (REVIERS, 2006).

As densidades fitoplanctônica e fitobentônica não apresentaram uma tendência uniforme de aumento ou decréscimo nos seus valores ao longo dos ciclos investigados. Tanto as densidades fitoplanctônica como a fitobentônica foram diferentes significativamente do viveiro e abastecimento ($p \leq 0,05$) (Tabela 5).

A baixa densidade das Bacillariophyta do fitobentos nos viveiros (235.000 ind/mL) em relação ao canal de abastecimento (532.000 ind/mL) (Tabela 5), 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.

No canal de abastecimento, o maior pico de crescimento de Cyanophyta 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 Cyanophyta e Pirrophyta.

Levando em consideração que as densidades de Bacillariophyta no canal de abastecimento (638,33 ind/mL) foram maiores do que a dos viveiros (68,42 ind/mL) (Tabela 5) pode-se afirmar que o programa de fertilização da fazenda não obteve sucesso em manter uma proporção significativa de Bacillariophyta em relação outros grupos de microalgas planctônicas, como é o caso das Cyanophyta. Podendo também, na 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.

Nas 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. Este comportamento de alternância de biomassa entre as Cyanophyta e as Bacillariophyta é explicado pela competição natural das comunidades por espaço e nutrientes.

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

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 patógenos e da alimentação sobre Bacillariophyta que se encontram aderidas aos detritos (MORIARTY, 1998). ALLAN e MAGUIRE (1995) conseguiram melhores valores de ganho de peso, biomassa e conversão alimentar de *Penaues monodon* em tanques sem Cyanophyta, desta forma a abundância de algas filamentosas correlacionou negativamente com o crescimento do camarão.

Com base no fitoplâncton observou-se que no 2º ciclo do viveiro dois, foi registrado a 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) (Tabela 6). Diante deste fato, vale ressaltar que neste ciclo, no fitoplâncton, ocorreu a maior concentração de Pirrophyta, que pode ter sido a razão da diminuição da concentração de oxigênio dissolvido (2,15 mg/L),

acarretando mortalidade nos horários críticos de oferta de oxigênio. Além disso, é importante destacar que o gênero mais representativo responsável por essa biomassa elevada de Pirrophyta foi *Peridinium*, que é composto de algumas espécies que podem liberar toxinas no meio e causar mortalidade dos animais cultivados (DELGADO, 1996).

O ciclo do viveiro três apresentou uma maior sobrevivência (86%) e maior peso final (12,7 g) em 119 dias, porém obteve a menor conversão alimentar (1,51) (Tabela 6). De uma forma geral, as densidades médias de fitoplâncton e fitobentos se encontraram em quantidades intermediárias, muito embora, as Bacillariophyta 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, 1998).

Tabela 5. Densidade máxima (ind./mL) dos grupos fitoplanctônico e fitobentônico nos viveiros e canal de abastecimento

DIVISÃO	FITOPLÂNCTON		FITOBENTOS	
	Viveiro	Abastecimento	Viveiro	Abastecimento
Bacillariophyta	60,42d	638,33b	235.000a	532.000a
Chlorophyta	345,42bc	65,00d	0	0
Cyanophyta	3.887,50a	2.360,42a	54.000b	17.000b
Euglenophyta	95,83d	19,58d	12.000bc	0
Pirrophyta	527,08b	123,13cd	53.000b	2.000c

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

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

VIVEIROS (CICLO)		V2 (1º)	V3	V2 (2º)	V4
FITOPLÂNCTON	Bacillariophyta (ind.mL ⁻¹)	26,60	23,04	30,36	24,24
	Chlorophyta (ind.mL ⁻¹)	6,25	37,26	84,46	3,13
	Cyanophyta (ind.mL ⁻¹)	1.193,05	1.259,52	1.410,77	873,96
	Euglenophyta (ind.mL ⁻¹)	18,47	17,32	29,70	1,67
	Pirrophyta (ind.mL ⁻¹)	54,80	25,59	117,67	14,52
	TOTAL (ind.mL ⁻¹)	1.299,18	1.362,74	1.672,97	917,50
FITOBENTOS	Bacillariophyta (ind.mL ⁻¹)	76.000	103.729	106.143	121.333
	Cyanophyta (ind.mL ⁻¹)	3.000	5.000	14.000	11.000
	Euglenophyta (ind.mL ⁻¹)	3.000	2.714	1.143	0
	Pirrophyta (ind.mL ⁻¹)	1.333	714	429	0
	TOTAL (ind.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

CONCLUSÕES

As comunidades fitoplanctônica foram dominadas pelas Cyanophyta e a fitobentônica pelas Bacillariophyta Pennales, independente do local (viveiro e canal de abastecimento) e do período (seco e chuvoso) estudado.

Os principais gêneros responsáveis pela dominância das Cyanophyta no plâncton foram *Pseudoanabaena* e *Synechococcus*, e das Bacillariophyta no bentos foram *Navicula* e *Cymbella*.

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 Cyanophyta e algumas Chlorophyta (*Chlorella* e *Tetraselmis*).

A frequência de fertilização influenciou a proporção de Bacillariophyta e Cyanophyta durante os cultivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADMIRAAL, W. 1980 *Experiments on the ecology of benthic diatoms in the Eems-Dollard Estuarium*. 3a ed. Netherlands: University Groningem, 125p.
- ALLAN, G.L.; MAGUIRE, G.B. 1995 Effect of sediment on growth and acute ammonia toxicity for the school prawn, *Metapenaeus macleayi* (Haswell). *Aquaculture*, Amsterdam, 131: 59-71.
- ALONSO-RODRIGUEZ, R. e PÁEZ-OSUNA, F. 2003 Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*, Amsterdam, 219: 317-336.
- AVAULT, J. W. A. 2003 Fertilization: Is there a role for it aquaculture. *Aquaculture Magazine*, Ashville, 29 (2): 47-52.
- BOYD C. E. 1990 *Water Quality or Pond Aquaculture*. 1a ed. Auburn: Auburn University, 482p.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. 1998 *Ecology of Aquaculture Ponds*. 1a ed. USA: Kluwer Academic Publishers. 700p.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R. 1994 Microalgas dañinas en estanques de cultivo de camarón. In: PÁEZ-OSUNA, F. *Efecto de la calidad del agua y composición biológica sobre la producción en granjas camarónicas*. Mazatlán: CONACYT. p. 219-230.
- DELGADO, G. 1996 Red tide in shrimp culture ponds in Cuba. *Rev. Cuba. Investig. Pesq.* 20 (1): 23-24.
- FONSECA, R.S. 2006 *Dinâmica da comunidade fitoplanctônica em um viveiro de engorda de camarão marinho (Litopenaeus vannamei) no estado do Ceará*. Fortaleza. 90p. (Dissertação de Mestrado) Ciências Marinhas Tropicais, UFC).
- GÓMEZ-AGUIRRE, S.; MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L.R. 1998 El Fitoplancton. In: MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L.R. *Ecología de los sistemas acuícolas*. México: AGT Editor. p. 77- 94.
- HOEK, C.; MANN, D.; JAHNS, H.M. 1995 *Algae: An Introduction to Phycology*. 1a ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 623p.
- IRIGOIEN, X.; CASTEL, J. 1997 Light limitation and distribution of chlorophyll pigments in a highly turbid estuary: The Gironde (SW France). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44: 507-517.
- MARTINEZ-CÓRDOVA, L.R. 1998 *Ecología de los sistemas acuícolas: bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura*. 1ª ed. México: AGT Editor, S.A. 227p.
- MORIARTY, D.J.W. 1998 Qualification of carbon, nitrogen and bacterial blooms biomasa in the food of penaeid prawns. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 28: 113- 118.
- NUNES, A. J. P. 2000 *Manual Purina de alimentação para camarões marinhos*. 1ª ed. São Paulo: Agribands. 40 p.
- PAERL, H. W.; TURKER, C. S. 1995 Ecology of blue-green algae in aquaculture ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge. 26:109-131.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVÁN S. R; RUIZ-FERNÁNDEZ A. C; ESPINOZA-ANGULO, R. 1997 Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in northwestern México. *Mar. Pollut. Bull*, 34 : 290-297.
- REVIERS, B. 2006 *Biologia e filogenia das algas*. Porto Alegre: Artmed. 280p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. 2001 *Produção de plâncton (zooplâncton e fitoplâncton) para alimentação de organismos aquáticos*. 1ª ed. São Carlos: RIMA. 106p.
- SEVRIN, R. J.; PLETIKOSIC, M. 1990 Cyanobacteria in fish ponds. *Aquaculture*. Amsterdam. 88: 1-20.