



FURG

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
Instituto de Ciências Biológicas - ICB



**Programa de Pós-Graduação  
em Biologia de Ambientes  
Aquáticos Continentais**

**INFLUÊNCIA DO CULTIVO DE TAINHAS (*MUGIL PLATANUS*) E CAMARÕES (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COMUNIDADES PERIFÍTICAS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL, NO EXTREMO SUL DO BRASIL (RIO GRANDE, RS).**

**LUIS FERNANDO DE MATOS NEVES**

**Rio Grande, dezembro de 2009**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS  
CONTINENTAIS

**INFLUÊNCIA DO CULTIVO DE TAINHAS (*MUGIL PLATANUS*) E CAMARÕES (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COMUNIDADES PERIFÍTICAS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL, NO EXTREMO SUL DO BRASIL (RIO GRANDE, RS).**

**LUIS FERNANDO DE MATOS NEVES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais para obtenção do Título de Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, sob orientação do Dr. Danilo Giroldo, e co-orientação do Dr. Mario Roberto Chim Figueiredo.

**Rio Grande, dezembro de 2009**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e demais parentes, pelo esforço em proporcionar a minha formação educacional.

A minha esposa Marta Denise Boff Neves, pela paciência, pelo incentivo e apoio, e aos meus filhos Fábio Boff Neves e Gabriela Boff Neves, por terem entendido minha ausência muitas vezes.

Ao meu orientador Prof. Dr. Danilo Giroldo, por sua tranquilidade, simplicidade, companheirismo e conhecimento, colocando-se sempre a disposição para orientação, além disso, pela sua compreensão nas minhas limitações de conhecimento na área de ecologia de algas, agradeço por sua dedicação e empenho na realização desta dissertação.

A Universidade Federal do Rio Grande - FURG por ter contribuído para minha formação acadêmica e pelo incentivo a minha qualificação profissional nesta instituição.

Ao Prof. Dr. Mario Roberto Chim Figueiredo, pela sua amizade, companheirismo e por ter me cedido o laboratório bem como os viveiros e todos os materiais de que necessitei para a elaboração desta dissertação, meu muitíssimo obrigado.

A MS. Léa Carolina Costa, por sua amizade companheirismo e dedicação em todos momentos difíceis e por todos os obstáculos que ultrapassamos, meu muito obrigado.

A Profa. Dra. Ioni Colares, Chefe do Laboratório de Botânica, por ter compreendido a importância pessoal e institucional da realização desta etapa, e por todo o tempo disponibilizado, meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Cleber Palma, por ter disponibilizado o Laboratório de Limnologia e seus equipamentos para a realização das amostras de clorofila a, e por sua colaboração e dedicação como coordenador do curso.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, pelos seus valiosos ensinamentos e dedicação, principalmente ao Professor Dr. Paulo Cesar Oliveira Vergne de Abreu pela ajuda dispensada e pela disponibilização do Laboratório de Ecologia de Fitoplâncton, meu muitíssimo obrigado.

Ao Prof. Dr. Luis Felipe Hax Niencheski, por ter disponibilizado o laboratório Hidroquímica do IO, para que fossem feitas as amostras de nitrogênio e fósforo totais.

Ao meu amigo e colega Wanderlei, pelo seu apoio e empenho no desenvolvimento das atividades do laboratório.

Aos colegas do mestrado e de convívio nas disciplinas, minhas desculpas pelo meu jeito gritão e obrigado pela paciência.

E a todos os companheiros que de alguma forma ajudaram para o desenvolvimento e conclusão desta dissertação, meu muitíssimo obrigado.

## SUMÁRIO

A. LISTA DE FIGURAS.....	vii
B. LISTA DE TABELAS.....	ix
C. RESUMO.....	x
D. ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Objetivo geral.....	8
2.2. Objetivos específicos.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1. Área de estudo e desenho experimental.....	8
3.2. Amostragem e Análises.....	12
3.3. Análise estatística.....	14

4. RESULTADOS.....	15
5. DISCUSSÃO.....	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7. BIBLIOGRAFIA.....	37

## A. LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista geral do Laboratório de Aquicultura Continental - LAC. Detalhe de parte da margem oeste do Saco do Justino e vista dos viveiros onde foi desenvolvido o trabalho. Fonte: Google Earth.....9
- Figura 2.** Viveiro de solo no Saco do Justino, com cercos de polietileno, onde foram colocadas as telas para fixação do perifiton.....11
- Figura 3.** Viveiro de solo no Saco do Justino, mostrando o suporte de fixação das telas desenvolvimento do perifiton dentro e fora do cerco (A), e mostrando o detalhe da fixação das telas na posição horizontal do T (B).....12
- Figura 4:** (A) Nitrogênio total mg/L, (B) Fósforo total mg/L, (C) Oxigênio dissolvido, (D) pH, (E) transparência da água, (F) temperatura, (G) variação do oxigênio saturado e (H) salinidade durante 76 dias de experimento nos 4 tratamentos.....17
- Figura 5:** Concentração de clorofila-a ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) nas telas sem predação e com predação ao longo do tempo de exposição aos quatro tratamentos: (A) monocultivo de camarão, (B) policultivo de camarões e tainhas (C) monocultivo de tainhas e (D) Lagoa. Em destaque, com círculos vermelhos, as médias do dia 01/02/08, utilizadas para a contagem de organismos. As barras verticais correspondem ao desvio padrão (n=3).....19

**Figura 6:** Densidade, em escala logarítmica, dos grupos de organismos que colonizaram as telas no 55º dia de experimento, com e sem predação, nos quatro tratamentos: monocultivo de Camarão (A), policultivo (B), monocultivo de Tainha (C) e Lagoa (D). As barras de erro correspondem ao desvio padrão (n=3).....21

**Figura 7:** Análise de agrupamento dos tratamentos pelo método de Wards com dados de abundância relativa dos principais grupos perifíticos sem predação (A); e com predação (B).....22

**Figura 8:** Abundância relativa do perifiton nos diferentes tratamentos, sem e com predação: monocultivo de camarão com predação (A); monocultivo de camarão sem predação (B); policultivo com predação (C); policultivo sem predação (D); monocultivo de tainha com predação (E), monocultivo de tainha sem predação (F); Lagoa com predação (G), Lagoa sem predação (H).....25

**Figura 9.** Diagrama da análise de componentes principais (ACP) com disposição dos tratamentos e das variáveis bióticas e abióticas sem predação.....28

**Figura 10.** Diagrama da análise de componentes principais (ACP) com disposição dos tratamentos e das variáveis bióticas e abióticas com predação.....30



## **B. LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1.** Correlações dos descritores (variáveis bióticas e abióticas) e escores dos tratamentos com os componentes principais I e II (eixos) da análise de componentes principais, sem predação.....27

**Tabela 2.** Correlações dos descritores (variáveis bióticas e abióticas) e escores dos tratamentos com os componentes principais I e II (eixos) da análise de componentes principais, com predação.....29

## C. RESUMO

Entende-se por perifiton a complexa comunidade de bactérias, fungos, algas, animais e detritos orgânicos e inorgânicos que vivem sobre substratos submersos. O perifiton pode dar expressiva contribuição na dieta de organismos aquáticos cultivados, além de proporcionar a melhoria das condições ambientais. O objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento do perifiton em nove viveiros de aqüicultura. Os experimentos foram realizados junto a uma enseada protegida da Lagoa dos Patos, denominada, Saco do Justino, localizada no município do Rio Grande, RS. Foram instaladas telas de polietileno de 1,0 mm de malha (10 cm<sup>2</sup>), fixadas em hastes de bambu, a 20 cm de profundidade, em nove viveiros de aproximadamente 200 m<sup>2</sup> cada. Três viveiros foram povoados com 0,66 tainhas *Mugil platanus* por m<sup>2</sup>, três com 10,0 camarões *Litopenaeus vannamei* por m<sup>2</sup> e três com policultivo das duas espécies, respeitando-se a mesma densidade do monocultivo. A parte litoral da enseada do estuário, de onde se coleta a água que abastece os viveiros, foi utilizada como controle. Em todas as unidades experimentais foram mantidas 20 telas em contato com os organismos em cultivo e 20 telas foram protegidas com cercos de 1,0 m<sup>2</sup> de tela de polietileno de 1,0 mm de malha, armados com bambus. O experimento foi realizado no verão entre os meses de dezembro de 2007 e fevereiro de 2008, totalizando 76 dias. Diariamente foi medido pH (média de 8,1), salinidade (média 5,54), temperatura (média 24,56°C), oxigênio dissolvido (média de 6,1 mg/L) e saturado (média de 81,0%), além da transparência do disco de Secchi (média de 63,4 cm). Quinzenalmente foram coletadas amostras de água para determinação dos teores de nitrogênio total (máximo de 2,36µg/L no cultivo de camarão e mínimo na lagoa com 0,147µg/L) e fósforo total na coluna d'água (máximo de 0,5µg/L no policultivo e mínimo de 0,09µg/L no cultivo de camarão). Nos primeiros 15 dias as telas de polietileno foram retiradas em intervalos de 72 h e no restante do experimento em intervalos de 120 h, para a análise quali-quantitativa da comunidade perifítica, bem como do teor de clorofila-a. Para esta última análise, foi selecionada uma amostragem (54 dias) em que o valor de clorofila-a foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) sem predação do que sob predação para o cultivo de camarão. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para os cultivos de tainha e policultivo, e na lagoa houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), porém sendo a clorofila-a maior sob predação do que sem predação. As análises quali-quantitativas mostraram que o perifiton está composto pelos seguintes grupos: Cianobactérias (filamentosas e cocóides), Diatomáceas em cadeia, Diatomáceas penadas (pequenas, médias e grandes), Diatomáceas Cêntricas, Dinoflagelados, Ciliados, Nematódeos, *Scenedesmus*, *Enteromorpha* e demais clorofíceas. Embora as análises quali-quantitativas tenham indicado que não houve influência significativa dos organismos cultivados sobre a comunidade perifítica, houve evidências do aumento da abundância relativa de alguns grupos em resposta a disponibilidade de nicho ocasionada pelo consumo de outros. Também se verificou que nos substratos expostos à predação havia menor densidade de algas filamentosas (principalmente *Enteromorpha* spp), ao contrário das telas protegidas, indicando consumo seletivo sobre o perifiton, por parte dos organismos cultivados (camarões e tainhas). As análises de nitrogênio e fósforo total evidenciaram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos e a Lagoa, porém houve uma diminuição em suas concentrações no decorrer do experimento.

**Palavras Chave:** Perifiton, policultivo, tainhas, camarões, aqüicultura e estuário

## D. ABSTRAT

Periphyton is a complex community composed of bacteria, fungi, algae, animals, organic and inorganic detritus established on submerged substrates. Periphyton represents a significant contribution to the diet of cultivated aquatic organisms, besides to improve water quality. The aim of this work was to study periphyton dynamics in nine aquaculture ponds (200 m<sup>2</sup>) and in the natural water of Lagoa dos Patos estuary. Experiments were carried out in the Saco do Justino bay, which is one of the many bays of the Lagoa dos Patos estuary in the Rio Grande city, RS. *Mugil platanus* (mullet) and *Litopenaeus vannamei* (shrimp) were introduced in three ponds with, respectively, 0.66 and 10 individuals per m<sup>2</sup> (monoculture). Also, they were introduced together in the same densities in three other ponds (polyculture). The littoral area of Saco do Justino bay, from where water was collected to the ponds, was used as a control. We installed 1 mm mesh polyethylene panels (10 cm<sup>2</sup>) under 20 cm of depth and fixed in bamboo stems, in order to observe the periphyton establishment. In all experiment conditions, 20 panels were respectively maintained in contact with cultured organisms and protected of them in 1 m<sup>2</sup> polyethylene enclosures, in order to observe periphyton predation. Experiment was carried out in the summer between December 2007 and February 2008, totalizing 76 days. We monitored daily the pH (8.1 on average), salinity (5.5 on average), temperature (24.5°C on average), dissolved (6.1 mg/L on average) and saturated oxygen (81.0% on average), besides Secchi disc transparency (63.4 cm on average). Total phosphorous (maximum 0.5 µg/L in polyculture and minimum 0.09µg/L in shrimp monoculture) and nitrogen (maximum 2.36µg/L in shrimp monoculture minimum in the estuary 0.147µg/L) were measured in the water column at each 15 days. In the first 15 days, the panels were removed at each 72 hours and at each 120 hours in the rest of the experiment for qual-quantitative analysis and chlorophyll-a content of the established periphyton. We choose the 55th day of the experiment for qual-quantitative analysis, because chlorophyll-a content were significantly lower outside the enclosures (p<0.05) in shrimp monoculture. There was no significant differences in the mullet monoculture and in the polyculture (p>0.05). In the estuary, chlorophyll-a content were significantly higher under predation the without predation (p<0.05). Periphyton quali-quantitative analysis showed the followings groups: Cyanobacteria (coccoids and filamentous), Pennate diatoms (small, medium and large), Centric diatoms, Diatoms in chains, Dinoflagelates, Ciliates, Nematods, *Scenedesmus*, *Enteromorpha* and other green algae. Although quali-quantitative analysis have shown no significant differences (p>0.05) between without predation and under pedation periphytic groups, we found evidences of relative abundance increase of some groups as a consequence of the decrease of others. We also observed a lower density of non-enclosed *Enteromorpha* in contrast to enclosed ones, indicating predation by cultured organisms. Total phosphorous and nitrogen analysis were similar in the ponds and the estuary, indicating no significant effect from fertilization. However, both total nitrogen and phosphorus content decreased during the experiment.

**Keywords:** Periphyton, water quality, mullet, shrimp, aquaculture and estuary

## 1. Introdução

O termo perifiton foi inicialmente utilizado por Behning (1928) para definir as comunidades de algas que crescem em substratos artificiais. Sládecková (1962) utilizou o mesmo termo para definir as comunidades de organismos que vivem sobre ou associados a diferentes tipos de substratos submersos na água. A definição mais aceita foi proposta por Wetzel (1983), segundo a qual perifiton é uma complexa comunidade de bactérias, fungos, algas, animais e detritos orgânicos e inorgânicos que ocorrem sobre substratos vivos ou mortos. Outro conceito associado à mesma comunidade é o biofilme, que consiste em complexos ecossistemas microbianos formados por populações desenvolvidas a partir de uma única, ou de múltiplas espécies, podendo ser encontrados em uma variedade de superfícies bióticas ou abióticas. Desta maneira, muitos autores definem biofilmes como associações de microrganismos e de seus produtos extracelulares, que se encontram aderidos a superfícies bióticas ou abióticas.

Geralmente, a dinâmica de formação de um biofilme ocorre em etapas distintas. Inicialmente os organismos denominados colonizadores primários se aderem a uma superfície, geralmente contendo proteínas ou outros compostos orgânicos. As células aderidas passam a se desenvolver, originando micro-colônias que sintetizam uma matriz exopolissacarídica (EPS), que passa a atuar como substrato para a aderência de microrganismos denominados colonizadores secundários. Estes colonizadores secundários podem se aderir diretamente aos primários, ou promoverem a formação de coagregados com outros microrganismos e então se aderirem aos primários. (Rickard *et al*, 2003) . De maneira geral, os termos perifiton e biofilme são utilizados por diferentes autores para definir a mesma comunidade de organismos presentes em superfícies bióticas e abióticas emersas ou submersas (Moura *et al*, 1994).

O perifiton é uma importante base alimentar para as cadeias tróficas aquáticas. Rico em proteínas, vitaminas e minerais constitui um importante alimento para muitos organismos aquáticos, especialmente alguns peixes de importância econômica, como o *Phaloceros reticulatos magdalenae*

(bocachio), que raspa as superfícies de substratos onde o perifiton cresce e outras espécies como o *Pseudoancistrus* sp. e o *Ancistrus* sp., que raspam os substratos rochosos,( Moschini,1999). Também foram observados alimentando-se do perifiton aderido a substratos artificiais peixes como tainha (*Mugil* sp.), tilápia (*Oreochromis* sp.) e acará (*Geophagus* sp.) (Pérez, 1992, in Moschini- Carlos. 1999). Este autor sugere a adição de substratos artificiais em ambientes carentes de substratos naturais, pois poderiam aumentar a produtividade piscícola. O perifiton também serve como alimento para vários grupos de insetos como os Blephariceridae (Courtney, 2009) e os Ephemeroptera (Meyer, 2005) e para a fauna bentônica como os quironomídeos (Souza *et al*, 2007). Putz (1997) observou diatomáceas perifíticas sofrendo pressão alimentar por vários invertebrados, num igapó do Rio Negro (Amazônia). Segundo esse autor, as diatomáceas são consumidas seletivamente de acordo com a espécie e o tamanho.

É sabido que, em aquicultura, o item alimentação natural é de grande importância para o cultivo de camarões e poderia reduzir significativamente os custos e os riscos relacionados com a utilização de alimentos artificiais (Martinez-Córdoba *et al.*, 1998.). Segundo Cuzon *et al.* (2004) juvenis de *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931) (Penaidae) são excelentes conversores de proteína vegetal e, em sistemas de cultivo em lagoas, o mesmo foi encontrado alimentando-se de flocos de bactérias e de diatomáceas penadas. Dentro do modelo de alimentação, os camarões peneídeos são classificados como onívoros durante seus estágios iniciais de desenvolvimento, alimentando-se de fitoplâncton e mudando para zooplâncton ao atingir o estágio pós-larval. Os juvenis são descritos como somente onívoros e os adultos como onívoros, detritívoros, oportunistas, carnívoros ou predadores, alimentando-se continuamente ou freqüentemente durante períodos de atividade alimentar (Nunes, 2000). A análise de conteúdo estomacal tem demonstrado que a dieta do camarão é composta de importantes proporções de detritos e organismos bentônicos (Nunes *et al.*, 1997; Soares *et al.*, 2005), corroborando a importância do perifiton para estes organismos.

No entanto, pequenos sólidos e partículas, tais como microalgas e agregados microbiológicos de até 5,0 milímetros, também têm efeito sobre o crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei*, como demonstrado por Moss *et al.* (1992). Do mesmo modo, o crescimento é reforçado quando *Farfantepenaeus paulensis* consome micro-organismos na coluna de água ou associadas ao perifiton (Thompson *et al.*, 2002; Ballester *et al.*, 2003; Preto *et al.*, 2005). O consumo de diatomáceas e nematóides, presentes no perifiton, melhora significativamente o crescimento do camarão (Ballester *et al.*, 2003, Pissetti, 2004). Pensa-se que estes microorganismos consumidos pelo camarão fornecem nutrientes essenciais (esteróis, ácidos graxos essenciais, aminoácidos e vitaminas) que os torna uma importante fonte alimentar complementar (Thompson *et al.*, 2002). Além disso, estudos demonstraram que *F. paulensis* por sua vez, influencia a composição do perifiton, alterando a posição dominante dos grupos de diatomáceas pelo consumo preferencial de cêntricas ou grandes penadas, resultando em um aumento de clorofila-a no perifiton (Ballester *et al.* 2003; Preto *et al.* 2005).

Em trabalhos anteriores, a importância do perifiton como uma fonte alimentar do camarão foi avaliada pela análise de conteúdo estomacal (Thompson *et al.*, 2002), ou por mudanças nos números de potenciais presas (Ballester *et al.*, 2004; Pissetti, 2004; Preto *et al.*, 2005). No entanto, estes métodos têm algumas desvantagens como, por exemplo, o fato da análise do conteúdo estomacal não permitir a identificação de alguns itens alimentares, devido ao "efeito moinho", pelo qual são triturados organismos da alimentação, dificultando sua identificação (Schwamborn e Criales, 2000). A variação da abundância de microorganismos no perifiton pode estar relacionada a outros fatores, à exceção da pressão de pastagem exercida pelo camarão.

Abreu *et al.* (1998), trabalhando com larvas e juvenis de *F. paulensis* e aplicando conceitos relacionados com a ecologia de microorganismos aquáticos, determinaram que os microorganismos presentes no perifiton (bactérias, ciliados, flagelados e microalgas) representam uma fonte substancial de nitrogênio e fósforo para os camarões cultivados, além de apresentarem nutrientes essenciais como ácidos graxos poliinsaturados, esteróis e aminoácidos em sua composição. Thompson *et al.* (2002),

além de verificar a melhoria na qualidade de água em tanques de larvicultura de *F. paulensis* com perifiton, encontraram diferenças significativas entre o crescimento de juvenis desta espécie cultivados na presença ou na ausência de perifiton. Neste mesmo trabalho o conteúdo estomacal de *F. paulensis*, indicou que este camarão consome ativamente o perifiton de uma forma não seletiva. Wasielesky (2000) observou um maior crescimento de juvenis de *F. paulensis* em gaiolas expostas a maior luminosidade, nas quais se detectou maior formação de perifiton. Os resultados dos experimentos com *F. paulensis* estão de acordo com estudos realizados com outras espécies de camarões peneídeos (Bartlett *et al.* 1993; Moss *et al* 1995; Stoner & Zimmermam 1988) os quais demonstram a importância do perifiton na alimentação dos camarões em cultivo.

Da mesma forma que para o camarão, é bastante plausível que o perifiton tenha efeito positivo no crescimento de outros organismos utilizados na aquicultura, como peixes Mugilídeos, embora pouco se saiba sobre a sua dieta. Os peixes da família Mugilidae, popularmente chamados de Tainhas, são peixes costeiros encontrados em ambientes marinhos e estuarinos (Menezes e Figueiredo 1985). Essas tainhas podem atingir cerca de 1 metro de comprimento, com peso em torno de 6 quilogramas (Vieira e Scalabrin, 1991). O hábito alimentar de *M. platanus* se diferencia de acordo com a fase de seu ciclo de vida, passando de planctófagos a iliófagos (Oliveira e Soares, 1996). A composição alimentar de *Mugil curema* mostrou-se diversificada, apresentando itens alimentares pertencentes a diferentes grupos taxonômicos encontrados no perifiton, tais como diatomáceas penadas, copépodos, dinoflagelados e poliquetos, além da presença de restos orgânicos (detritos) e sedimentos inorgânicos (Deus *et al* 2007). Essa composição alimentar encontrada para *Mugil curema* na lagoa do Açú apresenta o mesmo padrão encontrado para essa espécie por Ramanathan *et al.*(1980), Franco & Bashirullah (1992) e Vasconcelos Filho (1990), tendo este último encontrado esse padrão também na dieta de uma espécie de mesmo gênero (*Mugil liza*) e Oliveira (1996) descreveu dieta similar para *Mugil platanus*.

O cultivo de tainhas é uma realidade em várias regiões, como o Egito, maior produtor mundial de *Mugil cephalus*, a criação de tainha vem sendo realizada em mono e ou policultivo em vários países como, Israel, Itália, Taiwan, Egito, China, Cuba e Colômbia (Godinho *et al.*, 1993). No Brasil, os mugilídeos são de grande importância para a pesca artesanal (Reis *et al.*, 1994). Na região da Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul, a pesca de *Mugil platanus* é importante economicamente para a comunidade local (Reis e D'incao 2000). Esta espécie ocorre desde o estado de Rio de Janeiro, até a Argentina (Menezes e Figueiredo, 1985). Seus juvenis deslocam-se das regiões costeiras para águas estuarinas e lagunares, ricas em alimentos, onde passam sua fase de crescimento e na época de desova migram para o mar. No Rio Grande do Sul é freqüente a presença de juvenis ao longo do ano no estuário da Lagoa dos Patos (Vieira e Scalabrin, 1991).

A piscicultura e a carcinocultura estão entre as atividades que mais crescem, tendo incremento marcante durante a última década, devido ao seu alto valor econômico. Segundo estatística da “Food and Agriculture Organization” (2006) em 2004, o cultivo de crustáceos estava no 4º lugar em termos de qualidade de produção e em 2º lugar em termos de valores. No entanto, ele interage com o meio, utilizando seus recursos e provocando mudanças ambientais, sendo que estas interações podem gerar tanto efeitos positivos como negativos. Os efeitos positivos são fundamentalmente sócio-econômicos, proporcionando a geração de empregos, tanto diretos quanto indiretos, estabilidade e renda, geração de impostos, melhoria das condições de vida dos municípios, e fixação das comunidades (Vinatea – Arana 1997, FAO 2006). A carcinocultura no Brasil gera em torno de 3,75 empregos diretos e indiretos por hectare de viveiro em produção, superior ao gerado pela agricultura irrigada, que chega a um máximo de 2,4 empregos por hectare (Sampaio e Couto 2003). No entanto, como impactos negativos estão a destruição de habitats, produção de dejetos, liberação de espécies exóticas e invasão de patógenos (Naylor *et al.* 2000), além do uso intensivo dos habitats costeiros e ecossistemas naturais para cultivo, que pode até exceder a capacidade suporte da área (Frankic & Herhner 2003).



As fazendas de piscicultura trabalham com altas densidades, liberam também altas cargas de nutrientes para os ambientes costeiros adjacentes, devido à grande quantidade de ração utilizada (Trott & Alongi 2000). O nitrogênio, o fósforo e os sólidos suspensos liberados nos efluentes das fazendas são os principais responsáveis pela degradação ambiental. Segundo Páez-Osuna *et al.* (1997) em uma fazenda de cultivo semi-intensivo de camarão há a liberação de 28,6 kg de nitrogênio e 4,6 kg de fósforo por tonelada de camarão produzido. As principais fontes de nitrogênio são a excreção, a lixiviação da dieta formulada e a lixiviação das fezes do camarão (Burford & Willians 2001). Segundo Páez-Osuna (2001) a liberação do efluente das fazendas pode causar nas águas costeiras adjacentes a depleção do oxigênio, diminuir a penetração de luz por causa dos sólidos suspensos, e causar transformações na macrofauna bentônica a hipernitrificação. Cabe salientar que quanto pior for o manejo do cultivo, maior serão os aportes de nutrientes para o meio ambiente (Páez Osuna 2001).

O efluente com concentrações elevadas de nitrogênio e fósforo causa o aumento da produtividade primária, provocando a degradação da qualidade da água dos ambientes costeiros adjacentes pela aceleração do processo de eutrofização e subseqüentes florações de fitoplâncton (Thompson *et al* 2002). Segundo Alonso-Rodriguez & Páez-Osuna (2003) as condições que originam as florações de algas nos viveiros dependem, principalmente, da fertilização, taxa de alimentação e composição do alimento. O objetivo da fertilização do viveiro é o aumento da produtividade primária, no entanto um manejo inadequado, contaminação e condições climáticas podem causar florações indesejadas, provocando tanto impactos na produção primária e secundária, quanto na qualidade da água dos próprios viveiros e de ambientes costeiro adjacentes.

Algumas alternativas para minimizar o impacto dos efluentes dos viveiros de aquíicultura têm sido estudadas, sendo a implantação das bacias de sedimentação uma das alternativas mais efetivas de tratamento dos efluentes de cultivo. Este é um método muito utilizado, pois além de eficiente é barato, pois requer pouca manutenção (Jimenez-Montealegre *et al* 2002), embora requeira a ocupação de uma área da propriedade. Teichert-Coddington *et al* (1999) observaram que os últimos 10-20% do volume

do efluente na bacia de sedimentação, com até seis horas de tempo de residência, reduzem 40% dos sólidos suspensos totais (SST), 12% de DBO, 7% de nitrogênio total (NT), e 14% de fósforo total (PT). Jones *et al* (2001), estudando um sistema integrado de sedimentação com ostras e macroalgas, para tratar o efluente de um viveiro de camarão, demonstraram que a bacia de sedimentação reduz os SST para 12%, o NT para 70%, o PT para 47%, e a clorofila a para 72% da concentração inicial, sendo que a taxa de regeneração de amônia (NH<sub>4</sub>) foi de 1,8 mmol/m<sup>2</sup>/dia. Por outro lado, Jackson *et al* (2003) demonstraram uma eficiência maior da bacia de sedimentação na redução de partículas suspensas do que na concentração de compostos nitrogenados, encontrando redução de 60% dos SST com tempo de residência de 0,7 dias e redução de PT e NT de 35% e 23%, respectivamente, com tempo de residência de 2 dias.

As avaliações destes impactos são parte muito importante para a manutenção dos ecossistemas naturais e para atingir a meta do desenvolvimento sustentável. As variações quali-quantitativas nas comunidades perifíticas e suas relações com as mudanças nas características físicas e químicas do ambiente podem ser usadas para descrever a qualidade de água num determinado tempo específico (Lobo *et al* 1985). As algas perifíticas são excelentes bioindicadores da qualidade da água e de seu estado trófico, devido à capacidade de acumular grandes quantidades de nutrientes e poluentes como inseticidas, herbicidas, fungicidas, metais pesados e materiais orgânicos (Sládecková, 1962; 1991), além de substâncias radioativas (Neal *et al* 1967). Desta forma, o perifiton também pode ser utilizado no pré-tratamento de água potável e de efluentes industriais (Sládecková, 1991; 1994). No entanto, seu intenso crescimento pode causar prejuízos como problemas de vedação de filtros em estações de tratamento de água, caixas d'água e corrosão de comportas em hidroelétricas (Sládecková, 1962; Chamixaes, 1990).

O presente trabalho objetivou verificar a influência do policultivo de camarões e tainhas, assim como da qualidade da água utilizada no cultivo, sobre o desenvolvimento da comunidade perifítica, tanto do ponto de vista quantitativo como, preliminarmente, qualitativo. Desta forma foi possível obter

um panorama geral sobre os fatores que regulam a abundância e a composição do perifíton nestes ambientes, em termos de grandes grupos, gerando ainda subsídios sobre a importância desta comunidade como fonte suplementar de alimento para aquicultura.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral:**

Avaliar a influência do cultivo de tainha (*Mugil platanus*) e camarão (*Litopenaeus vannamei*) sobre o desenvolvimento da comunidade perifítica em substratos artificiais submersos em viveiros de solo.

### **2.2. Objetivos específicos:**

(1) avaliar a predação exercida pelos organismos cultivados sobre o perifíton nos substratos artificiais,

(2) analisar quali-quantitativamente os principais grupos de organismos que compõem o perifíton nos períodos em que tenha sido detectada predação

(3) comparar o desenvolvimento da comunidade perifíticas nos viveiros de cultivo e no estuário da Lagoa dos Patos

(4) relacionar variáveis ambientais abióticas como temperatura, pH, salinidade, oxigênio dissolvido e transparência com o desenvolvimento da comunidade perifítica.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1. Área de estudo e desenho experimental**

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Aquicultura Continental – (LAC) do Instituto de Oceanografia (IO) da FURG localizado na BR 392 Km 22, junto à enseada Saco do Justino. Esta enseada está localizada na porção sul do estuário da Lagoa dos Patos ( 32° 3' 55" S, 52° 12' 30" W), na cidade do Rio Grande, RS, Brasil (Figura 1). A Lagoa dos Patos, com aproximadamente 10.360 km<sup>2</sup>, recebe águas da extensa bacia hidrográfica Patos-Mirim, que se

constitui no maior complexo lagunar costeiro da América do Sul (Herz, 1977). A área estuarina representa cerca de 10% da área total da Lagoa dos Patos. Nas áreas de canal possui uma profundidade média de 6,0 m, mas aproximadamente 80% da região estuarina têm menos de 2 m de profundidade (Hartmann, 1988). As áreas de menor profundidade (0,5 m) são representadas por enseadas que, regionalmente recebem o nome de sacos (Figura 1).



**Figura 1.** Vista geral do Laboratório de Aquicultura Continental - LAC. Detalhe de parte da margem oeste do Saco do Justino e vista dos viveiros onde foi desenvolvido o trabalho. Fonte: Google Earth.

Para a observação do desenvolvimento do perifíton nas diversas condições de cultivo, foram utilizados nove viveiros de solo construídos nas margens do Saco do Justino, cada viveiro com aproximadamente 200 m<sup>2</sup>, abastecidos com água do estuário. O controle foi realizado no litoral da

enseada. Dentro de cada viveiro e no estuário foram colocados cercos de tela de polietileno com 1,0 m<sup>2</sup> de tamanho e malha de 1,0 mm (tela mosquiteiro) (Figura 2). Foram colocados bambus armados em forma de “T” dentro e fora de cada cerco. Na parte horizontal do T foram fixadas 25 telas de polietileno com aproximadamente 10 cm<sup>2</sup> cada, para a fixação do perifiton. (Figura 3A e B). Foram aplicados quatro tratamentos, sendo três em viveiros escolhidos aleatoriamente, com três repetições, e um no estuário adjacente (controle), como descrito a seguir:

Tratamento I (T1): camarões *Litopenaeus vannamei* na densidade de 10 ind./m<sup>2</sup>

Tratamento II (T2): policultivo de camarões *Litopenaeus vannamei* na densidade de 10 ind./m<sup>2</sup> e tainhas *Mugil platanus* na densidade de 0,66 ind./m<sup>2</sup>;

Tratamento III (T3): tainha *Mugil platanus* na densidade de 0.66 ind./m<sup>2</sup>;

Tratamento IV (T4): controle no litoral da enseada do saco do Justino, com densidades e organismos naturais da região.

Antes do início do experimento a água dos viveiros foi retirada e feita a aplicação de cal (CaO) na quantidade de 300 g .m<sup>-2</sup>. Posteriormente, os viveiros foram abastecidos com água e após a estabilização do pH, foi realizada a fertilização para induzir a produção da comunidade planctônica, utilizando 75 g m<sup>-2</sup> de esterco bovino curtido. Durante o experimento também foi realizada a fertilização dos viveiros a cada 15 dias na mesma concentração, somente sendo suspensa se a transparência da água estivesse abaixo de 20 cm. Os viveiros foram abastecidos com água oriunda da enseada Saco do Justino, mantendo-se uma profundidade de 80 cm de coluna d'água.

Tainhas e camarões foram alimentados com ração comercial para camarões (Guabi Active®), peletizada com 38% PB. O arraçoamento foi a lanço ao longo de todo o viveiro, uma vez por dia, ao final da tarde. Para alimentação dos camarões foi ministrada a quantidade sugerida por Jory (2001). Na fase entre pós-larva (PL) 30 dias e o peso de 0,5 g, foi dada a quantidade entre 20 e 15% da biomassa total dos camarões; entre 0,5 e 2g, a quantidade entre 15 a 12%; entre 2 e 5g, a quantidade entre 12 a 8%; entre 5 e 10, 8 a quantidade de 6% e entre 10 e 20 g foi dado entre 6 e 4% da biomassa total dos

camarões. Para as tainhas foi ministrada a quantidade de 5% da sua biomassa total durante todo o período de cultivo.

Nos viveiros de policultivo, foi mantida a mesma quantidade ofertada para os animais em monocultivo. O ajuste da quantidade de ração em relação a biomassa dos animais foi feita a partir dos valores médios dos animais encontrados nas biometrias realizadas em um trabalho paralelo (Costa, 2008).

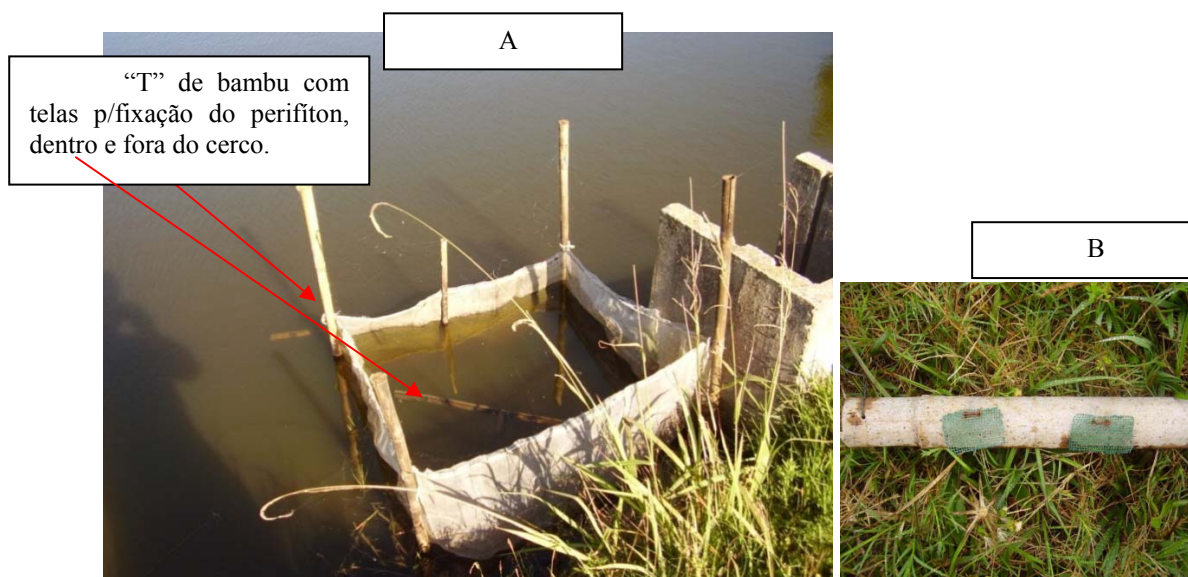
A cada semana era considerada a mortalidade de 1% dos animais para cálculo da quantidade de ração.



Cercos de tela de polietileno

**Figura 2.** Viveiro de solo no Saco do Justino, com cercos de polietileno, onde foram colocadas as telas para fixação do perifiton.





**Figura 3.** Viveiro de solo no Saco do Justino, mostrando o suporte de fixação das telas para o desenvolvimento do perifiton dentro e fora do cerco (A), e mostrando o detalhe da fixação das telas na posição horizontal do T (B).

### 3.2. Amostragem e análises.

O experimento teve a duração de 76 dias, iniciando no dia 07 de dezembro de 2007 e se encerrando no dia 21 de fevereiro de 2008. Nos quinze primeiros dias as amostras de perifiton foram coletadas a cada 72 horas e posteriormente a cada 120 horas até o final do experimento. As coletas foram realizadas retirando-se de cada viveiro uma tela de dentro e outra de fora do cerco. Cada tela foi dividida ao meio, uma parte para a determinação da clorofila-a e a outra para a análise quali-quantitativa do perifiton. Para a análise de clorofila-a as telas foram colocadas com tubos cônicos tipo falcon (15 mL) e armazenadas a  $-4^{\circ}\text{C}$ . A extração foi realizada com a adição de 10 mL de álcool metílico, mantido por vinte e quatro horas a  $-4^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente as amostras foram levadas ao Laboratório de Limnologia da FURG, onde foram centrifugadas a 3000 RPM durante 15 minutos. (Centrifuga Sigma 2K15) e imediatamente foi realizada a leitura em espectrofotômetro Quimis (SP-2000UV) em 665 nm e 750nm. O teor de clorofila-a foi obtido pela seguinte fórmula (Mackinney, 1951): Clorofila-a total =  $(665-750) \times 12,63 \times \text{vol. metanol}$ ;  $\text{clorofila-a/cm}^2 = \text{clorofila-a total} / \text{área tela}$ . Para a análise quali-quantitativa da comunidade perifítica, a outra metade da tela foi colocada em

frascos de 100 mL, fixada com 10 mL de formol 4% e armazenada no laboratório de Ecologia de Fitoplâncton e de Microorganismos Marinhos da FURG. Para a remoção do perifíton da tela foi utilizado um aparelho de ultra-som modelo Colepalmer® 4710 Ultra Sonic Homogenizer, passando-o sobre a tela, com uma amplitude de 20 Khz ,até que todas as algas soltassem, porém com intervalos de 10 a 15 segundos de descanso para não aquecer as amostras. A análise do perifíton foi realizada em câmara de Utermöhl e trinta campos foram contados por câmara com microscópio invertido Nikon equipado com contraste de fase (Utermöhl, 1958). Foram considerados como indivíduos as células, colônias, filamentos ou cenóbios contados. Para obtenção do número de organismos por cm<sup>2</sup> de tela foi efetuado o seguinte cálculo: ((soma dos organismos) x (fator de 2ml da câmara de Utermöhl =21.666) x (fator de diluição))/1000 = organismo/mL; o resultado acima multiplicado por 10 (volume de água sonificada que a amostra foi colocada) e dividido pela área da tela multiplicada por 2, pois houve colonização em ambos os lados da tela, obtendo o número de organismo por cm<sup>2</sup> de tela.

Os organismos foram agrupados de acordo com a sua morfologia e abundância nas amostras. Todos os gêneros de Cianobactérias em forma de cocos formaram o grupo **cianobactérias cocóides**, os gêneros de formas filamentosas formaram o grupo **cianobactérias filamentosas**. As diatomáceas também foram divididas em grupos pela suas formas e tamanhos, as diatomáceas penadas ≤ 50 µm, formaram o grupo das **penadas pequenas**, as de tamanho entre 50 e 100 µm, formaram o grupo das **penadas médias** e o grupo das **penadas grandes** foi construído com penadas ≥ 100 µm. As diatomáceas com simetria radial em vista valvar formaram o grupo das **diatomáceas cêntricas**, e as coloniais filamentosas formam o grupo das **diatomáceas em cadeia**. Os dois únicos gêneros que formaram grupos, pois se destacaram em abundância, foram a macroalga *Enteromorpha sp.* (Ulvophyceae) e a microalga *Scenedesmus sp.* (Chlorophyceae). Os demais gêneros desta Classe foram representados no grupo das demais **clorofíceas**. Os protistas do filo Ciliophora (Ciliados) foram incluídos no grupo **Ciliados**, sendo os tintinídios as formas mais abundantes. Os **Dinoflagelados**



formaram também um grupo em que *Peridinium* spp. foram mais abundantes. Todos os invertebrados de corpo vermiforme cilíndricos foram reunidos no grupo dos **Nematódeos**.

A qualidade da água foi avaliada diariamente pelos os seguintes fatores, e com os respectivos instrumentos: temperatura com termômetro de mercúrio, com escala de -10 a 50 °C, oxigênio dissolvido em mg.L<sup>-1</sup> e percentagem de saturação de oxigênio com o Oxímetro Digital SL 520 Solar<sup>®</sup>; salinidade com um refratômetro de mão Ref. 201/211/201bp Solar<sup>®</sup>, com precisão de 1‰; pH com pH metro Digital SL 110 Solar<sup>®</sup> e transparência com Disco de Secchi, conforme a metodologia recomendada por Esteves (1988).

As amostras para análise de nitrogênio e fósforo total foram obtidas quinzenalmente. As mesmas foram coletadas em frascos plásticos de 100 mL de cor âmbar e, sem serem filtradas, foram congeladas para posterior análise no Laboratório de Hidroquímica da FURG utilizando o os métodos de Kjeldahl, descrito por (Mackereth *et al.* 1978) para nitrogênio total e o método adaptado de Murphy e Riley (1962), descrito por Aminot e Claussepied (1983), para fósforo total.

### **3.3. Análise estatística**

Para a comparação dos parâmetros temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, transparência, salinidade, nitrogênio e fósforo total entre os tratamentos foi realizada uma análise de variância ANOVA e adotado o teste *post-hoc* de Tukey com significância de 5%. Para a análise do consumo das algas pelos organismos cultivados ao longo do cultivo foi feita uma ANOVA bi-fatorial, no software Estatística 6.0 (StatSoft, Inc., 2001). Para as estatísticas inferenciais, teste não paramétrico, utilizou-se *Mann-Whitney*. Foram consideradas significativas as diferenças cujos valores dos testes corresponderam a  $p < 0,05$ . Para todas as estatísticas descritivas e multivariadas foi utilizado o pacote Estatístico Past (Hammer *et al.*, 2001). Para as análises de componentes principais (ACPs), os dados bióticos e abióticos foram transformados em escores “z” (Bini 2004). A significância dos componentes principais baseou-se em curvas de “*brocken-stick*” (Bini, 2004). A análise de agrupamento (*cluster*

*analysis*) entre os tratamentos, com predação (fora) e sem predação (dentro) considerou os valores de abundância relativa de cada grupo. Foi utilizado o método de ligação de *Ward* e a distância euclidiana foi utilizada como medida de dissimilaridade.

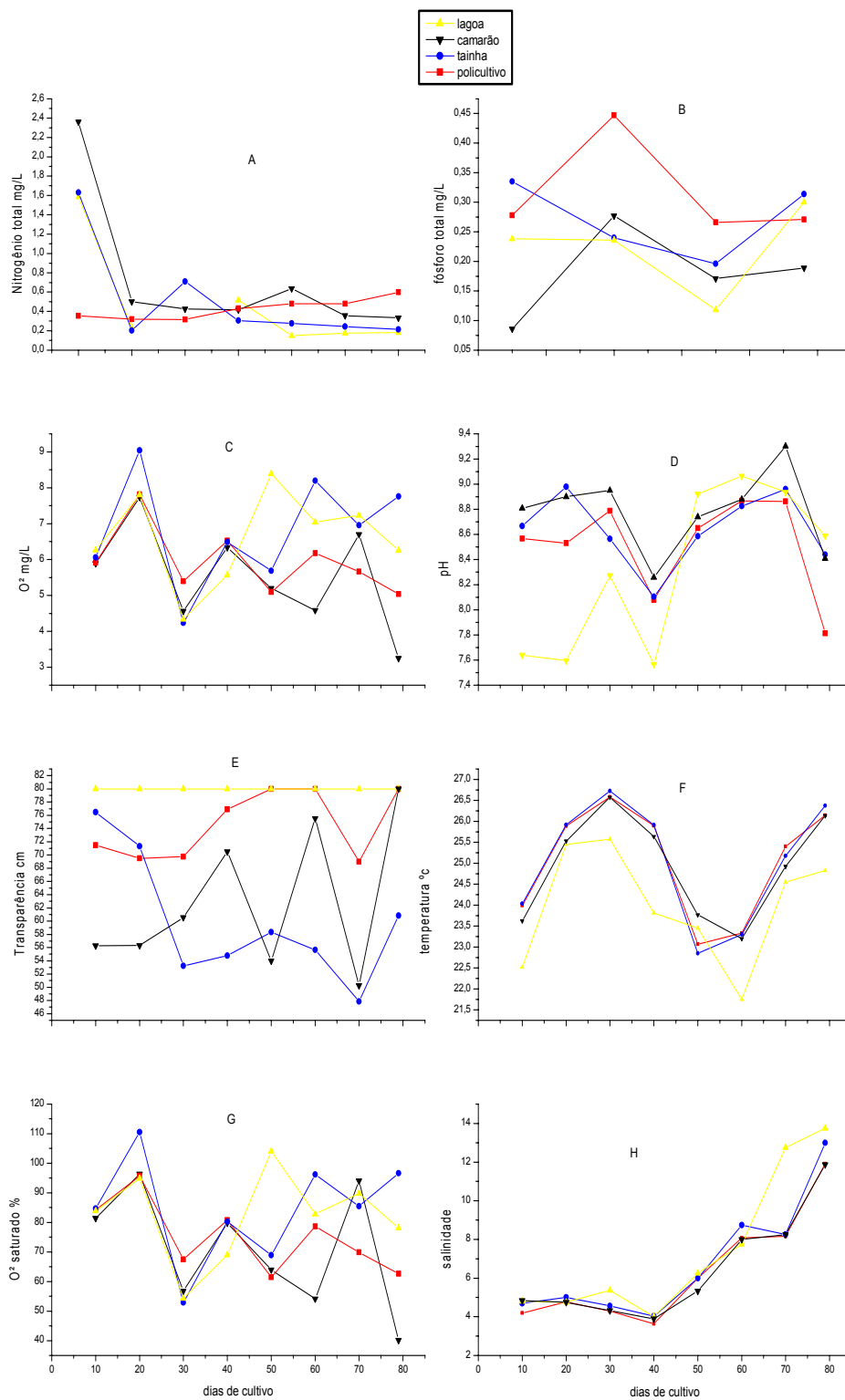
#### 4. Resultados

A Figura 4B mostra variação de fósforo total durante o experimento. Não foi observada diferença significativa entre os viveiros e a Lagoa (ANOVA  $p>0,05$ ). A menor concentração observada foi no trigésimo dia no monocultivo de camarão (0,008 mg/L), e a maior no policultivo no quadragésimo quinto dia do experimento (0,445mg/L). O nitrogênio total, como pode ser observado na Figura 4A, obteve o mínimo na Lagoa (0.15 mg/L), no sexagésimo dia de cultivo, e o máximo foi obtido no monocultivo de tainha (0,72mg/L), no trigésimo dia de cultivo. Tanto na Figura 4 B como na Figura 4 A, observa-se que não houve diferença significativa entre os viveiros e a lagoa ( $p>0,05$ ).

A Figura 4C, observa-se a variação do oxigênio dissolvido sendo que o valor mínimo obtido foi 3,2 mg/L no monocultivo de camarão (T1) no octogésimo dia e máximo de 9,0 mg/L no monocultivo de tainha (T3) no vigésimo dia. Não houve diferença significativa entre os viveiros e a Lagoa (ANOVA  $p>0,05$ ). Na Figura 4H observa-se que a salinidade obteve o valor mínimo de 3,6 no tratamento T2 no septuagésimo dia até 13,7 e o máximo no T4 no octogésimo dia. Não houve diferença significativa entre os tratamentos e a lagoa (ANOVA  $p>0,05$ ).

A Figura 4D mostra que o pH variou de no mínimo 7,5 na Lagoa (T4) e o máximo 9,3 no monocultivo de camarão (T1). Houve diferença significativa no pH entre os monocultivo de tainha e camarão em relação ao policultivo e lagoa, não havendo diferença entre os dois conjuntos (ANOVA  $p<0,05$ , Tukey  $T3=T1>T4=T2$  ). Analisando a Figura 4G observa-se que a saturação de oxigênio variou de no mínimo 40.10% no monocultivo de camarão (T3) no septuagésimo cinco dia até o máximo de saturação com 110,56%, no mesmo tratamento, no vigésimo dia. Não houve diferença significativa entre os tratamentos (ANOVA  $p>0,05$ ).

Na Figura 4E nota-se que a transparência mínima ocorreu no monocultivo de tainha (T3) com 47,8 cm e as maiores transparências na Lagoa (T4) com 80 cm, ficando evidenciada uma diferença significativa entre a Lagoa e o monocultivo de tainha em relação ao monocultivo de camarão e o Policultivo (ANOVA  $p < 0,05$ , Tukey  $T1=T2 > T3 < T4$ ). A Figura 4F mostra que a temperatura variou entre a mínima 21,7°C na Lagoa (T4) no sexagésimo dia até a máxima de 26,7°C no monocultivo de tainha (T3), no trigésimo dia. Foi observada variação significativa entre a Lagoa (T4) e os demais tratamentos (T1 - Camarão, T2 - Policultivo e T3 – Tainha; ANOVA  $p < 0,05$ , Tuckey  $T1=T2=T3 > T4$ ).

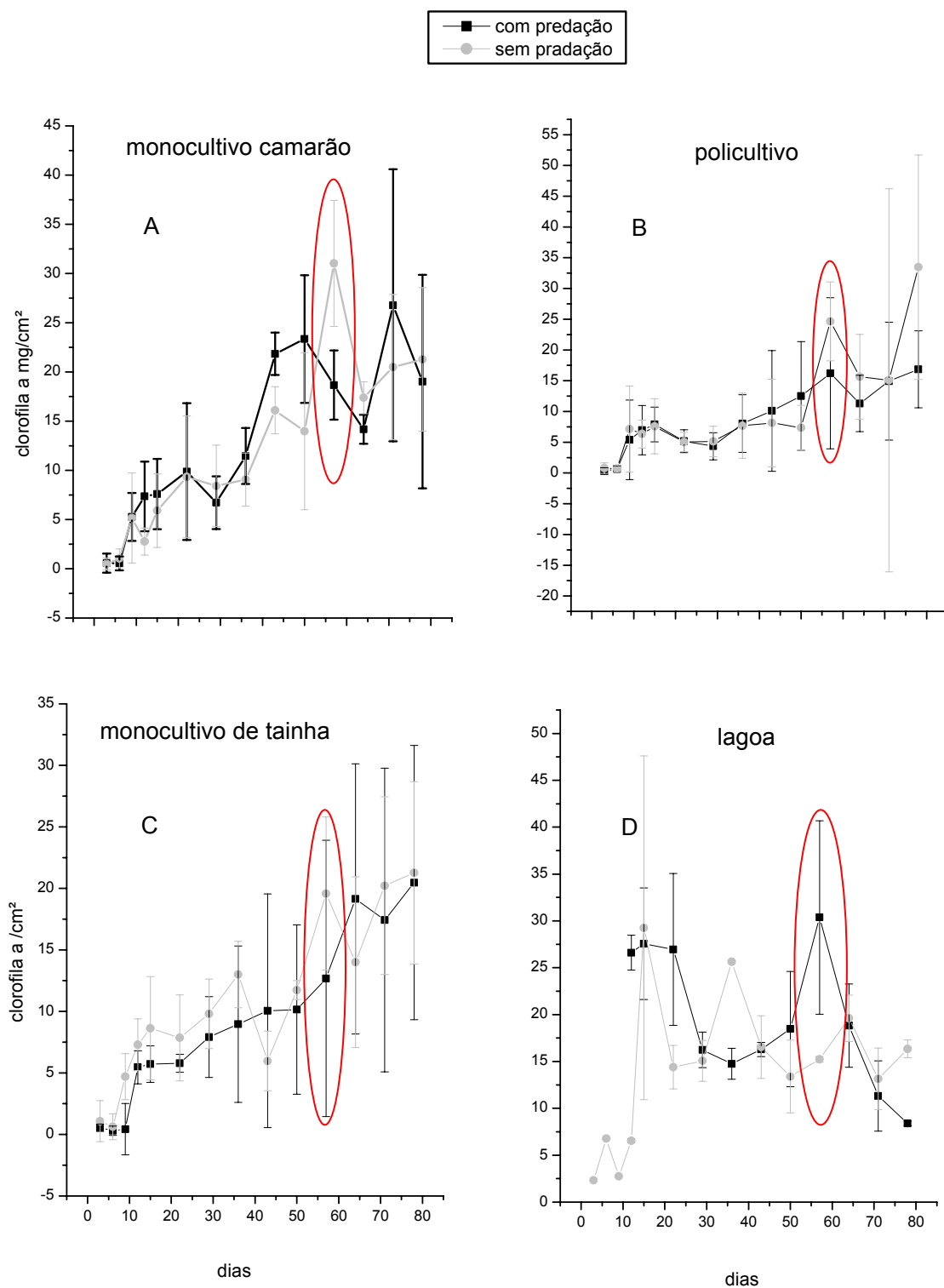


**Figura 4:** (A) Nitrogênio total mg/L, (B) Fósforo total mg/L, (C) Oxigênio dissolvido, (D) pH, (E) transparência da água, (F) temperatura, (G) variação do oxigênio saturado e (H) salinidade durante 76 dias de experimento nos 4 tratamentos:

A Figura 5 mostra a concentração de clorofila-a durante o experimento nas telas expostas a predação e isoladas da predação nos diferentes tratamentos. No monocultivo de camarão (Figura 5A) não houve diferença significativa entre a clorofila-a sem predação e com predação no decorrer do experimento, com média de 11,6  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  sem predação e 11,9  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  com predação (ANOVA  $P>0,05$ ). Entretanto, o teste ANOVA aplicado somente para clorofila-a no dia da coleta realizado na Figura 5A mostra haver diferença significativa entre a clorofila-a extraída das telas sem predação e com predação, (31,2  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) e (18,67  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) respectivamente (ANOVA  $P<0,05$ ), evidenciando o consumo de algas perifíticas pelos camarões nesta amostragem. No policultivo (Figura 5B), não houve diferença significativa (ANOVA  $P>0,05$ ) entre a clorofila-a sem predação (10,34 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) e com predação (8,62  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) no decorrer do experimento. Contudo, no dia de coleta realizado na Figura 5B, a média da clorofila extraída das telas sem predação foi maior (24,64  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) que com predação (16,22  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) (ANOVA  $P<0,05$ ), evidenciando uma tendência de consumo de perifiton pelos organismos do policultivo (camarões e tainhas).

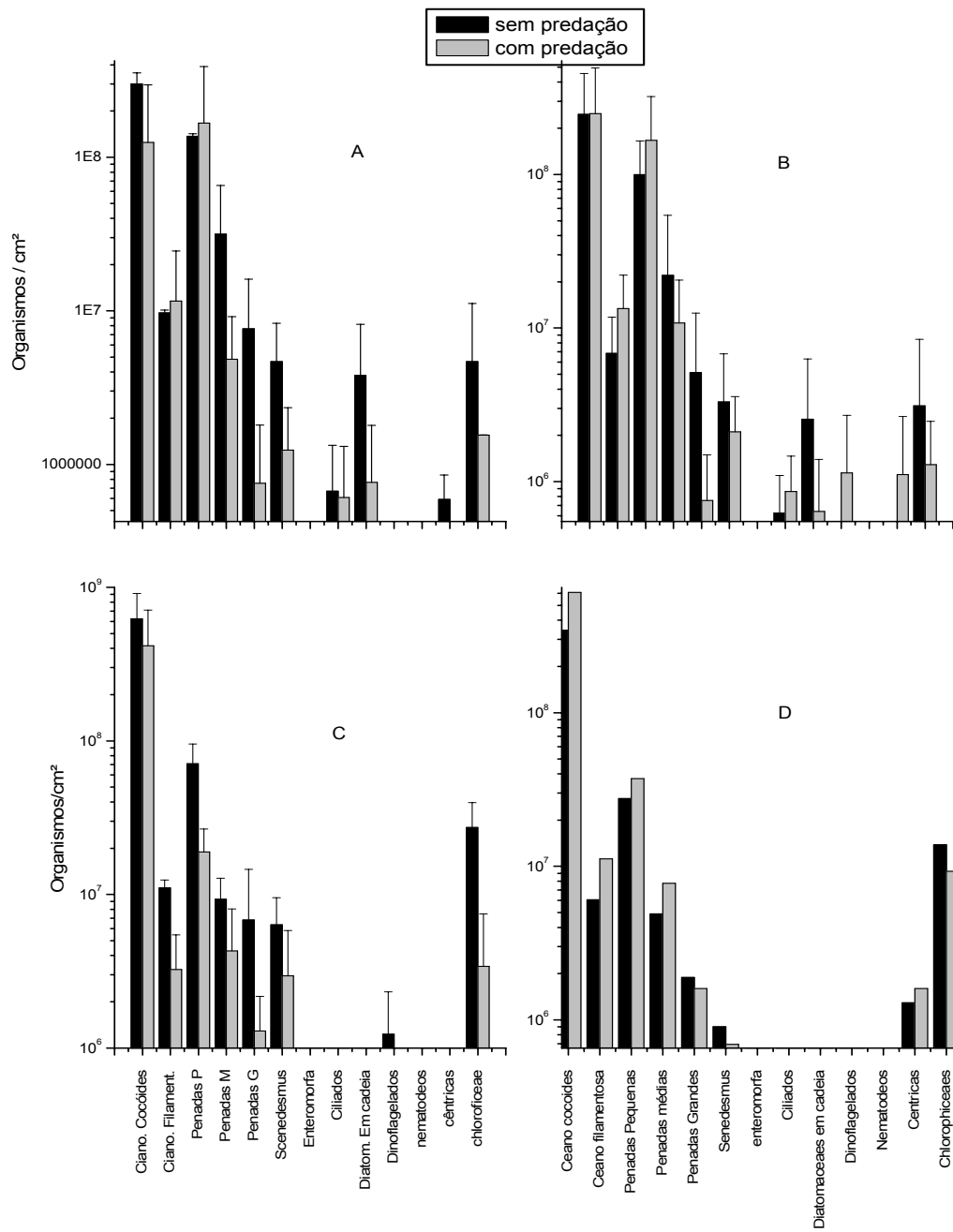
No monocultivo de tainha (Figura 5C), não houve diferença significativa (ANOVA  $p>0,05$ ) entre a clorofila-a extraída nas telas sem e com predação (8,35 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  e 7,62 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , respectivamente). Também para o dia de amostra selecionado (Figura 5C) com média 15,59  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  (sem predação) e 12,67  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  (com predação), não houve diferença significativa, mas evidenciou-se uma tendência de consumo de perifiton pelas Tainhas nesta amostragem.

A clorofila-a na Lagoa (Figura 5D) diferiu significativamente entre sem e com predação (ANOVA  $p<0,05$ ), sendo a clorofila-a com predação (19,61  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) superior à de sem predação (14,07  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ). A clorofila-a somente para o dia de coleta, como realizado na Figura 5D, também apresentou diferença significativa entre sem e com predação (ANOVA  $p<0,05$ ), com valores de 15,23  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  e 30,37  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  respectivamente.



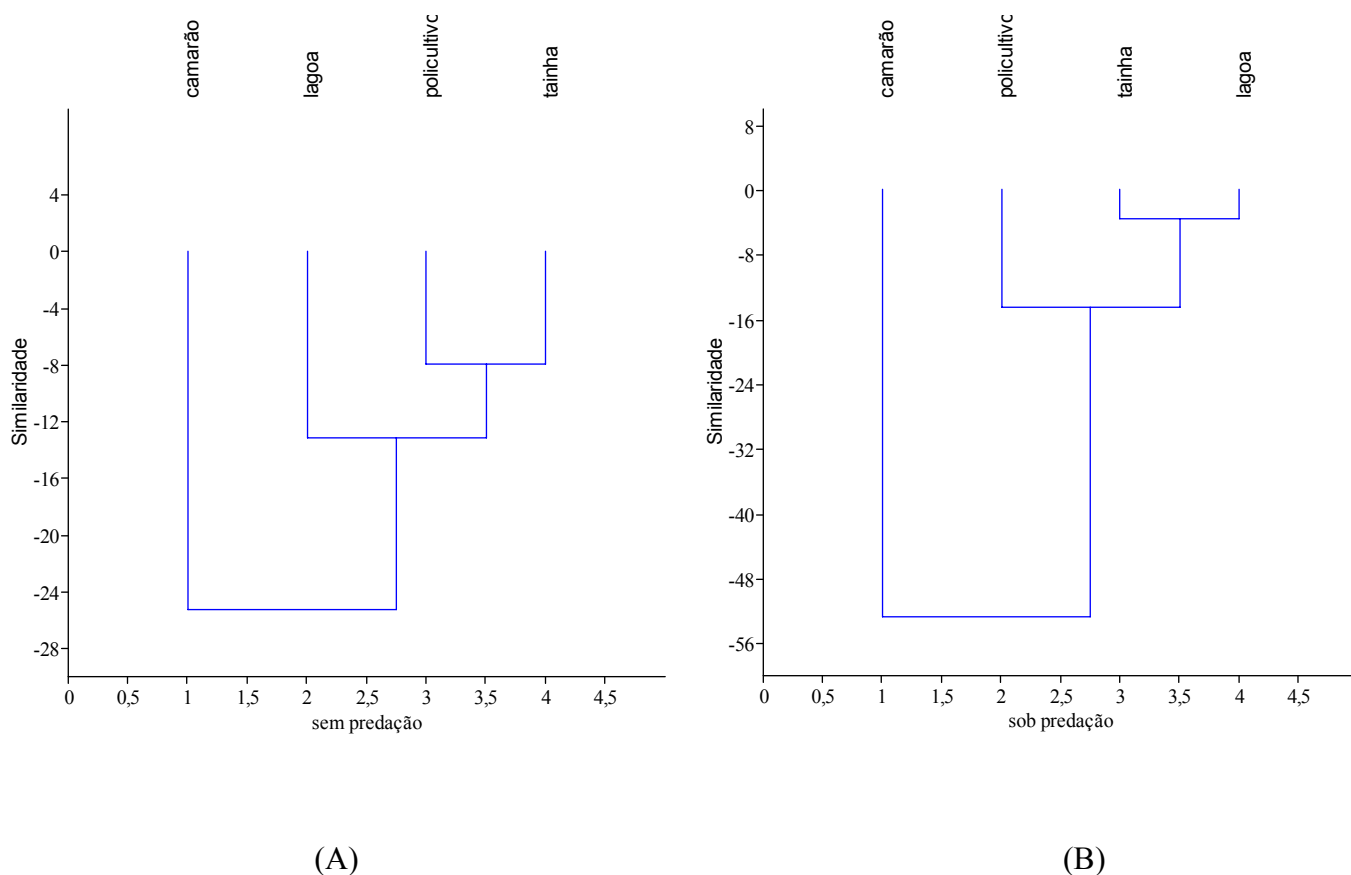
**Figura 5:** Concentração de clorofila-a ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) nas telas sem predação e com predação ao longo do tempo de exposição aos quatro tratamentos: (A) monocultivo de camarão, (B) policultivo de camarões e tainhas, (C) monocultivo de tainhas e (D) Lagoa. Em destaque, com círculos vermelhos, as médias do dia 01/02/08, utilizadas para a contagem de organismos. As barras verticais correspondem ao desvio padrão ( $n=3$ ).

Considerando a densidade dos grupos de organismos perifíticos no monocultivo de camarão, foi observada diferença significativa somente no grupo das Cianobactérias filamentosas dentro e fora dos cercos (Mann Whitney  $p < 0,05$ ). Entretanto, os dados demonstram uma tendência de consumo pelos camarões em determinados grupos (Figura 6A), como as diatomáceas penadas grandes e médias, ciliados, diatomáceas cêntricas em cadeia e clorofíceas. No policultivo (Figura 6B) não houve diferença significativa (Mann Whitney  $p > 0,05$ ) para os grupos de organismos, porém os dados demonstram uma tendência ao consumo de alguns grupos, como penadas pequenas, médias e grandes, assim como *Scenedesmus* sp., ciliados, nematódeos e diatomáceas cêntricas. No monocultivo de tainhas (Figura 6C) não houve diferença significativa entre os grupos perifíticos (Mann Whitney  $p > 0,05$ ), entretanto pode-se notar que também houve uma tendência de consumo nos grupos penadas medias, grandes e dinoflagelados. Na Lagoa (Figura 6D) também não houve diferença significativa mostrando consumo de grupos perifíticas, porém, quando comparado com os demais tratamentos, pode-se notar que houve uma inversão nas densidades de organismos em quase todos os grupos e a densidade fora dos cercos mostrou uma tendência a ser maior do que de dentro, evidenciando que a concentração de peixes na lagoa não influenciou na densidade de organismos perifíticas dos diferentes grupos.



**Figura 6:** Densidade, em escala logarítmica, dos grupos de organismos que colonizaram as telas no 55º dia de experimento, com e sem predação, nos quatro tratamentos: monocultivo de Camarão (A), policultivo (B), monocultivo de Tainha (C) e Lagoa (D). As barras de erro correspondem ao desvio padrão (n=3).





**Figura 7.** Análise de agrupamento dos tratamentos pelo método de Wards com dados de abundância relativa dos principais grupos perifíticos sem predação **(A)**; e com predação **(B)**.

No dendograma da Figura 7A pode-se observar a similaridade entre as comunidades perifíticas nos diversos tratamentos, isolados da predação dos organismos cultivados, ilustrando que o perifíton no monocultivo de tainha e policultivo são muito similares, formando um grupo menos similar junto com a Lagoa, enquanto o monocultivo de camarão a comunidade perifítica forma um grupo a parte.

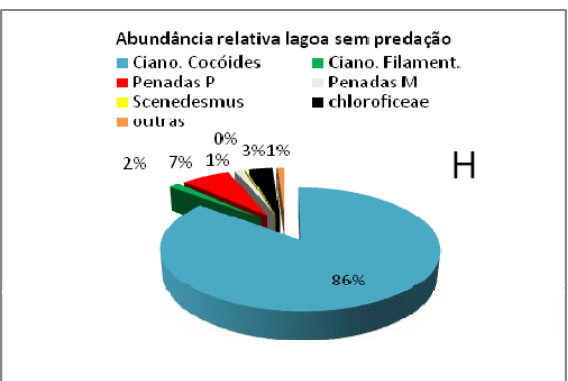
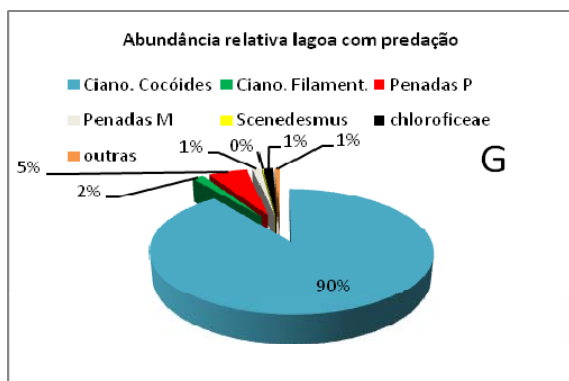
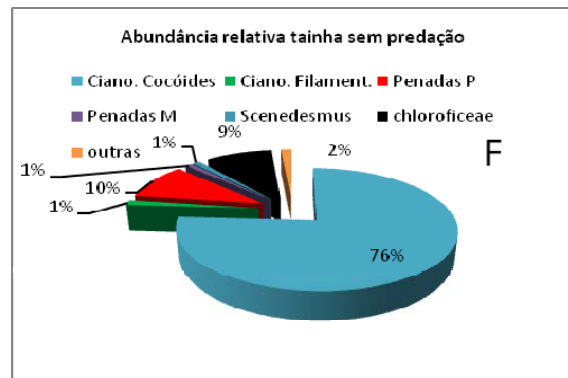
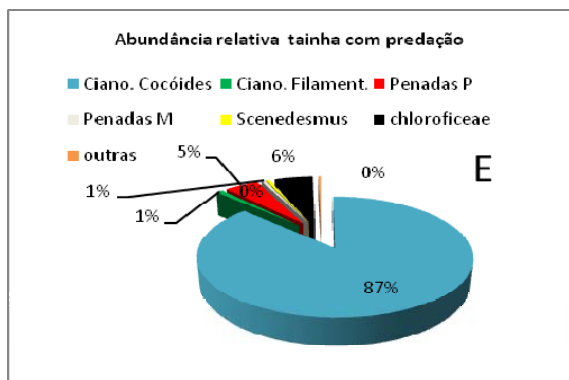
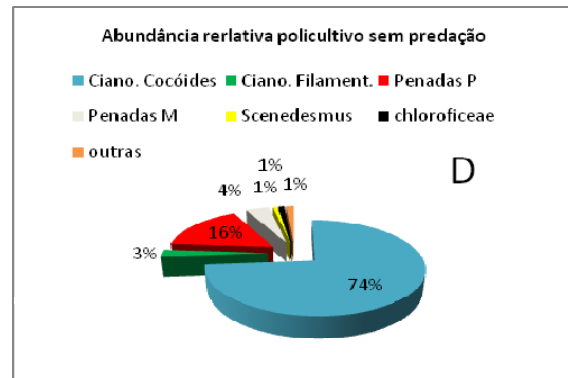
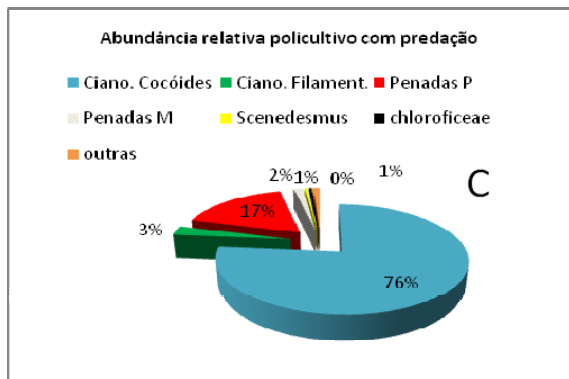
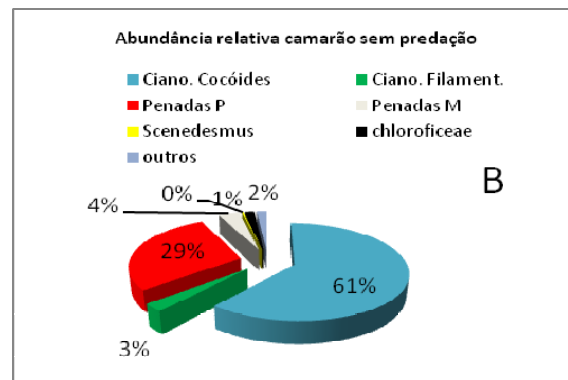
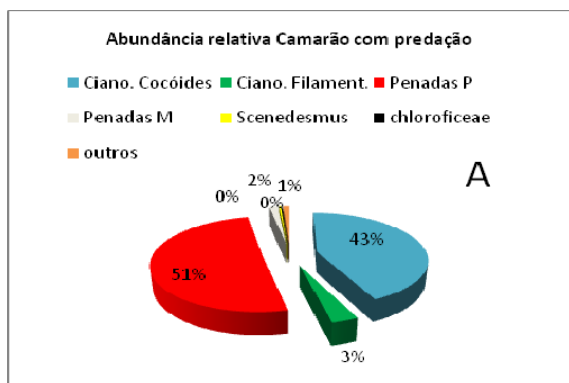
No dendograma da Figura 7B pode-se observar a similaridade entre as comunidades perifíticas dos tratamentos expostos à predação dos organismos cultivados, mostrando que quando há predação, o perifíton no monocultivo de tainha e da Lagoa são os mais similares e, juntamente com o policultivo, formam um grupo maior e menos similar ao monocultivo de Camarão.

A Figura 8A mostra que, no monocultivo de camarão, os grupos com a maior abundância relativa fora dos cercos (exposto à predação), foram os seguintes em ordem decrescente:

diatomáceas penadas pequenas (51%), cianobactérias cocóides (43%), cianobactérias filamentosas (3%), diatomáceas penadas médias (2%) e clorofíceas (1%). Os demais grupos, *Scenedesmus*, diatomáceas cêntricas, nematódeos, ciliados, flagelados, diatomáceas em cadeia, diatomáceas penadas grandes e *Enteromorpha* totalizaram juntos 1%. A Figura 8B mostra a abundância relativa no monocultivo de camarão dentro dos cercos (protegido da predação) e os grupos com maior abundância foram, em ordem decrescente: cianobactérias cocóides (61%), diatomáceas penadas pequenas (29%), diatomáceas penadas médias (4%), cianobactérias filamentosas (3%) e clorofíceas (1%). Os demais grupos *Scenedesmus*, diatomáceas cêntricas, nematódeos, ciliados, flagelados, diatomáceas em cadeia, diatomáceas penadas grandes e *Enteromorpha* totalizaram juntos 1%. A Figura 8C mostra a abundância relativa do policultivo fora dos cercos (expostos à predação) e os grupos com maior abundância foram, em ordem decrescente: cianobactérias cocóides (76%), diatomáceas penadas pequenas (17%), cianobactérias filamentosas (3%), diatomáceas penadas médias (2%) e clorofíceas (1%). Os demais grupos *Scenedesmus*, diatomáceas cêntricas, nematódeos, ciliados, flagelados, diatomáceas em cadeia, diatomáceas penadas grandes e *Enteromorpha* totalizaram juntos 1%. Na Figura 10D observa-se a abundância relativa do policultivo dentro dos cercos (protegidos da predação) e os grupos com maior abundância foram, em ordem decrescente: cianobactérias cocóides (74%), diatomáceas penadas pequenas (16%), diatomáceas penadas médias (4%), cianobactérias filamentosas (3%), *Scenedesmus* (1%) e clorofíceas (1%). Os demais grupos, diatomáceas penadas grandes e cêntricas, nematódeos, ciliados, flagelados, diatomáceas em cadeia e *Enteromorpha* totalizaram juntos 1%. Na Figura 10E observa-se a abundância relativa do monocultivo de tainha fora dos cercos (expostos à predação) e os grupos com maior abundância foram, em ordem decrescente: cianobactérias cocóides (87%), clorofíceas (6%), diatomáceas penadas pequenas (5%), cianobactérias filamentosas (1 %) e *Scenedesmus* (1 %). Os demais grupos, diatomáceas penadas grandes, médias e cêntricas, nematódeos, ciliados, flagelados, diatomáceas em cadeia e *Enteromorpha* totalizaram juntos menos

de (1%). A Figura 8F apresenta a abundância relativa do monocultivo tainha dentro dos cercos (protegidos da predação) e os grupos com maior abundância foram, em ordem decrescente: cianobactérias cocóides (76 %), diatomáceas penadas pequenas (10 %) e clorofíceas (9%), cianobactérias filamentosas (1%), diatomáceas penadas médias (1%) e *Scenedesmus* (1%). Os grupos, diatomáceas penadas grandes e cêntricas, nematódeos, ciliados, flagelados, diatomáceas em cadeia e *Enteromorpha* totalizaram juntos 2%.

Na Figura 8G observa-se a abundância relativa da Lagoa fora dos cercos (expostos à predação) e os grupos com maior abundância foram, em ordem decrescente: cianobactérias cocóides (90%), diatomáceas penadas pequenas (5%), cianobactérias filamentosas (2%), *Scenedesmus* e clorofíceas (1%). Os demais grupos, diatomáceas penadas médias, grandes e cêntricas, nematódeos, ciliados, flagelados, diatomáceas em cadeia e *Enteromorpha* totalizaram juntos (2%). A Figura 8H permite observar os grupos mais abundantes na Lagoa dentro dos cercos (protegidos da predação dos organismos nativos que habitam este ambiente). Igualmente, como fora dos cercos, os grupos tiveram praticamente as mesmas abundâncias: cianobactérias cocóides (86 %), diatomáceas penadas pequenas (7 %), clorofíceas (3 %), cianobactérias filamentosas e *Scenedesmus* (1%) cada. Os grupos diatomáceas penadas médias, grandes e cêntricas, nematódeos, ciliados, flagelados, diatomáceas em cadeia e *Enteromorpha* totalizaram juntos 1%.

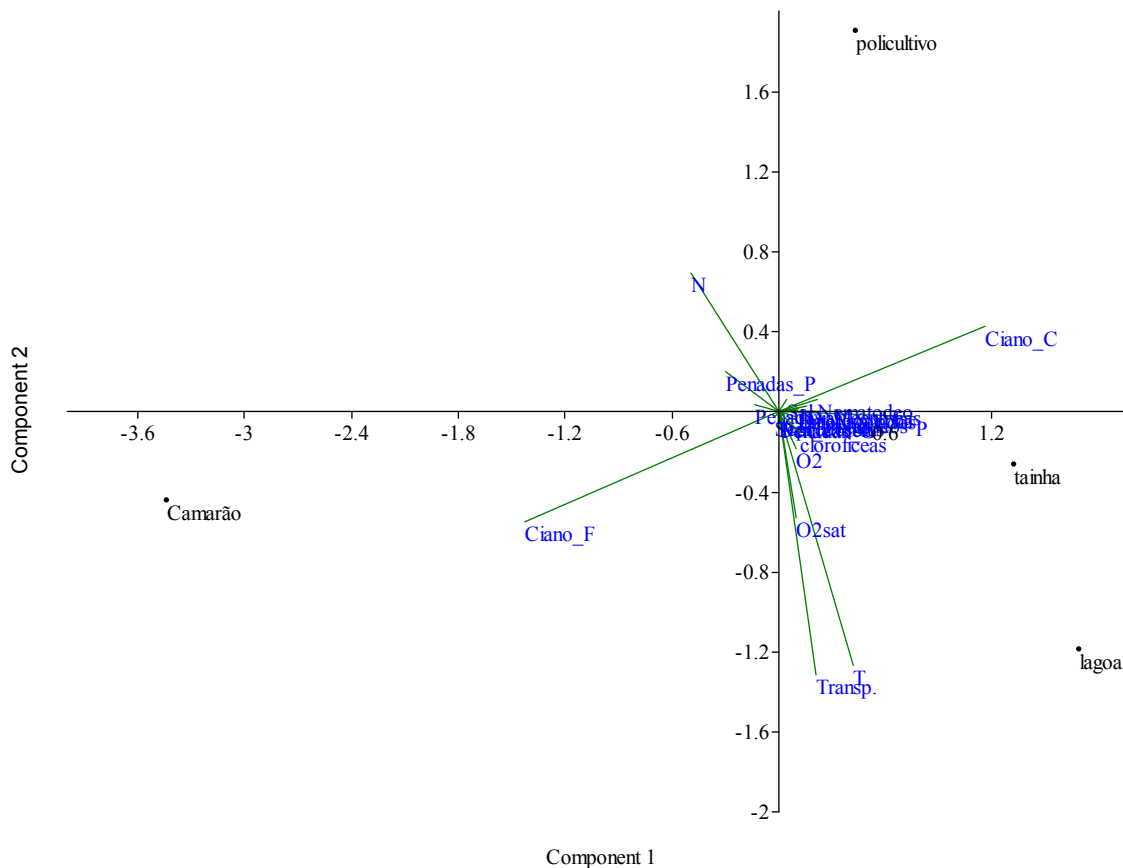


**Figura 8:** Abundância relativa do perifiton nos diferentes tratamentos, sem e com predação: monocultivo de camarão com predação (A); monocultivo de camarão sem predação (B); policultivo com predação (C); policultivo sem predação (D); monocultivo de tainha com predação (E), monocultivo de tainha sem predação (F); Lagoa com predação (G), Lagoa sem predação (H).

A Tabela 1 e a Figura 9 mostram a análise de componentes principais para os dados abióticos e bióticos obtidos dentro dos cercos, ou seja, protegidos da predação. A ACP explicou 94,2% da variação dos pontos em relação aos descritores analisados (comunidade dentro dos cercos e variáveis). O primeiro eixo explicou 71,4% da variação, estando positivamente relacionado à Lagoa e ao monocultivo de tainha e negativamente ao monocultivo de camarão. O eixo I foi associado principalmente, em seu lado positivo, à presença de dinoflagelados ( $r = 0,9938$ ), *Enteromorpha* ( $r = 0,9907$ ), diatomáceas cêntricas ( $0,9903$ ), nematódeos ( $r = 0,9875$ ) e cianobactérias cocóides ( $0,9789$ ) e à disponibilidade de fósforo ( $r = 0,9895$ ). Em seu lado negativo, o eixo I esteve associado ao monocultivo de camarão (score -1,46) e foi relacionado principalmente às cianobactérias filamentosas ( $r = -0,9768$ ), às diatomáceas penadas médias ( $r = -0,9631$ ) e pequenas ( $r = -0,9367$ ), à *Scenedesmus* ( $r = -0,8823$ ) e à disponibilidade de nitrogênio ( $r = -0,7744$ ). O segundo eixo explicou 22,8% da variação e foi positivamente relacionado aos policultivo e à Lagoa. O eixo II mostrou que a disponibilidade de nitrogênio ( $r=0,607$ ) parece estar vinculada à alta turbidez, uma vez que este gradiente foi antagônico à transparência ( $r = -0,9227$ ).

**Tabela 1.** Correlações dos descritores (variáveis bióticas e abióticas) e escores dos tratamentos com os componentes principais I e II (eixos) da análise de componentes principais, sem predação.

CP %Var	I 71,4%	II 22,8%
<b>Tratamentos</b>	<b>Escores</b>	
<b>Camarão</b>	-1,46	-0,34
<b>Policultivo</b>	0,18	1,40
<b>Tainha</b>	0,56	0,20
<b>Lagoa</b>	0,72	0,89
<b>Descritores por extenso e padronizados</b>	<b>Correlações</b>	
<b>Nitrogênio total</b>	-0.774	0.607
<b>P</b>	0.989	-0.020
<b>T</b>	0.501	-0.860
<b>O2</b>	0.300	-0.325
<b>O2sat</b>	0.240	-0.764
<b>pH</b>	0.535	-0.088
<b>Transp.</b>	0.253	-0.922
<b>Sal</b>	0.132	0.095
<b>Cianobactérias coc.</b>	0.978	0.204
<b>Cianobactérias fil.</b>	-0.976	-0.213
<b>Penadas P</b>	-0.936	0.300
<b>Penadas M</b>	-0.963	0.130
<b>Penadas G</b>	0.482	-0.873
<b>Scenedesmus</b>	-0.882	-0.468
<b>Nematodeo</b>	0.987	0.148
<b>Enteromorpha</b>	0.990	0.083
<b>Ciliados</b>	0.851	-0.289
<b>Diatom. cadeia</b>	-0.034	-0.803
<b>Dinoflagelados</b>	0.993	0.053
<b>Clorofíceas</b>	0.642	-0.329
<b>Cêntricas</b>	0.990	0.102



**Figura 9.** Diagrama da análise de componentes principais (ACP) com disposição dos tratamentos e das variáveis bióticas e abióticas sem predação.

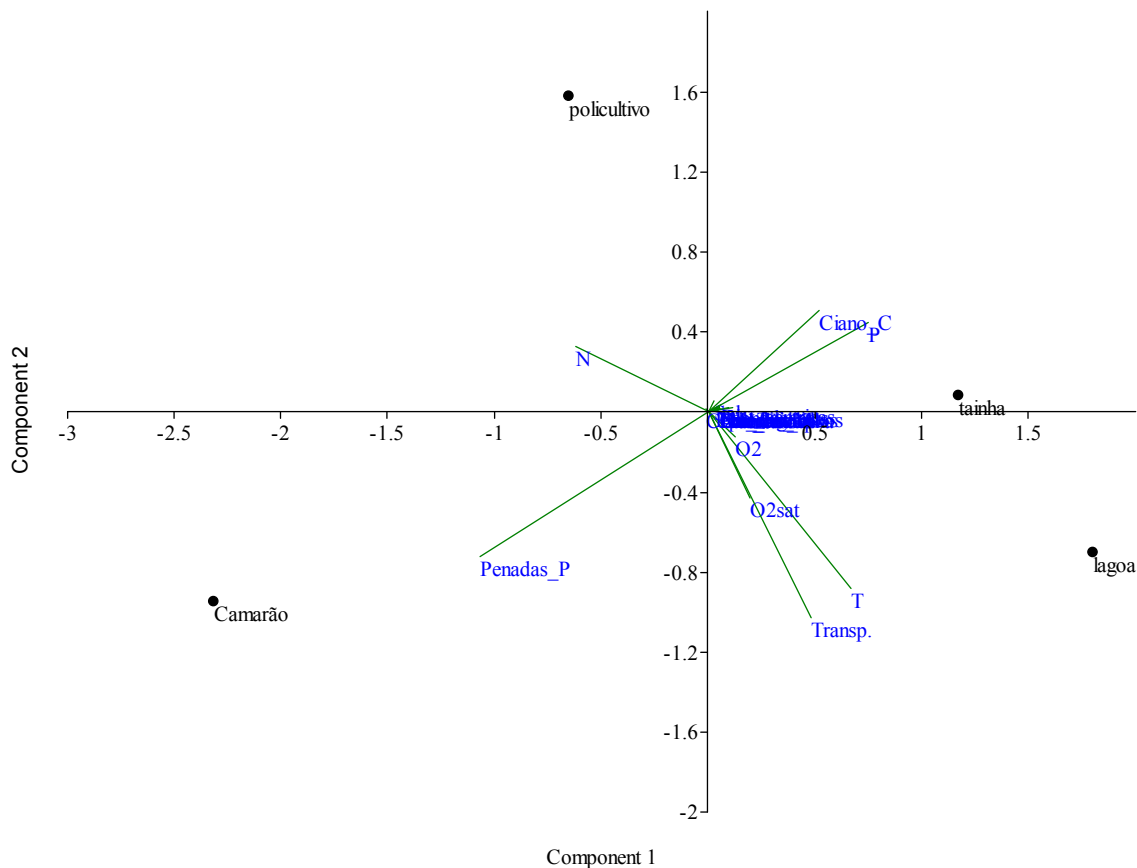
A Tabela 2 e a Figura 10, mostram a análise de componentes principais para os dados abióticos e bióticos obtidos fora dos cercos, ou seja, expostos à predação pelos organismos cultivados. A ACP explicou 91,5% da variação dos pontos em relação aos descritores analisados (comunidade fora dos cercos e variáveis). O primeiro eixo explicou 66,5% da variação, estando positivamente relacionado à Lagoa e ao monocultivo de tainha, e negativamente ao monocultivo de camarão. O eixo I foi associado principalmente, em seu lado positivo, à maior disponibilidade de fósforo e à presença de todos os grupos perifíticos, exceto cianobactérias filamentosas e penadas pequenas, esta última associada negativamente ao eixo I. Os resultados sugerem que estes grupos perifíticos estiveram mais diretamente relacionados a uma maior disponibilidade de fósforo. Em seu lado negativo, o eixo I esteve relacionado ao monocultivo de camarão e foi associado principalmente às diatomáceas penadas

pequenas ( $r = -0,9238$ ) e à disponibilidade de nitrogênio ( $r = -0,9358$ ). O segundo eixo explicou 25% da variação e foi positivamente relacionado ao policultivo e negativamente à Lagoa e Camarão ao monocultivo de camarão. O eixo II mostrou que as cianobactérias cocóides posicionaram-se antagonicamente à temperatura, transparência e oxigênio saturado.

**Tabela 2.** Correlações dos descritores (variáveis bióticas e abióticas) e escores dos tratamentos com os componentes principais I e II (eixos) da análise de componentes principais, com predação.

CP %Var	I 66,5%	II 25%
<b>Tratamentos</b>	<b>Escores</b>	
Camarão	-1,24	-0,83
Policultivo	-0,35	1,38
Tainha	0,62	0,07
Lagoa	0,96	-0,62
<b>Descritores por extenso</b>	<b>Correlações</b>	
Nitrogênio total	-0.935	0.297
P	0.934	0.339
T	0.774	-0.628
O2	0.370	-0.232
O2sat	0.482	-0.652
pH	0.511	0.074
Transp.	0.573	-0.759
Sal	0.065	0.096
Cianobactérias Coc.	0.857	0.513
Cianobactérias Fil.	-0.491	0.393
Penadas P	-0.923	-0.381
Penadas M	0.895	0.305
Penadas G	0.988	0.150
Scenedesmus	0.945	0.304
Nematodeo	0.983	0.181
Enteromorpha	0.982	0.185
Ciliados	0.965	0.260
Diatom. cadeia	0.986	0.163
Dinoflagelados	0.976	0.217
Clorofíceas	0.803	0.078
Cêntricas	0.932	0.354





**Figura 10.** Diagrama da análise de componentes principais (ACP) com disposição dos tratamentos e das variáveis bióticas e abióticas com predação.

## 5. Discussão.

Para o estudo da comunidade perifítica são utilizados substratos artificiais e naturais, vivos ou mortos. Existem muitos problemas com relação às técnicas de coletas, amostragem e tratamento das amostras, sendo quase impossível separar os componentes da comunidade perifítica. Desta forma, as medidas de biomassa, produção, entre outras, são relativas à comunidade como um todo. A utilização de substratos artificiais apresenta uma série de vantagens, destacando-se: (1) superfície uniforme; (2) facilidade de determinação da área colonizada e da extração do material aderido; (3) programação do tempo de exposição do substrato para a realização de estudos de sucessão; (4) realização de estudos comparativos do grau de eutrofização dos sistemas aquáticos, além de eliminar os processos de fotossíntese, respiração e excreção das plantas hospedeiras, entre outros (Panitz, 1980). Vários tipos de

substratos artificiais são utilizados, entre eles destacam-se lâminas e tubos de vidro, acrílico e telas de polietileno, a escolha do material utilizado como substrato artificial, neste estudo, baseou-se nos seguintes critérios: (1) alta superfície específica, (2) resistência à água, (3) resistência a tração mecânica, (4) resistência aos raios *Uv*, (5) mais denso que a água, (6) baixo custo, (7) lavável, reutilizável e reciclável.

O uso de substratos artificiais no monocultivo de peixes e camarões tem sido preconizado por diversos autores (Azim *et al.* 2002, Tidwell *et al.* 2000). No policultivo começou a ser estudado recentemente por Uddin *et al.* (2006), incluindo estacas de bambu (Uddin, 2007) e telas de polietileno (Tidwell *et al.*, 2000). Os autores apontam como vantagens do uso de substratos artificiais no policultivo o abrigo e proteção, reduzindo antagonismos entre as espécies em policultivo e aumentando a produção (Tidwell and Bratvold, 2005 *apud* Uddin, 2007). Nunes (2000) recomenda que estratégias como a montagem de telas nos viveiros para fixação de organismos é um método simples que traz bons resultados, indicando o uso de sacos velhos de ração (ráfia), abertos em toda sua extensão e posicionados de modo a não comprometer a circulação de água. No entanto, é provável que a utilização de materiais distintos do utilizado no experimento não necessariamente ocasiona resultados similares, considerando que cada material possui superfície específica diferente. Keshavanath *et al.* (2001) concluíram que o tipo de substrato artificial tem grande efeito sobre a composição e produtividade do perifiton.

A produção de perifiton desempenha importante papel na melhoria da qualidade da água e na alimentação das espécies cultivadas (Uddin, 2007). Esta comunidade promove a retirada de sólidos totais da coluna d'água, recicla nutrientes, absorve amônia e produz oxigênio, além de permitir o desenvolvimento de bactérias nitrificantes em um ambiente mais rico em oxigênio (coluna d'água) e não apenas no fundo do viveiro, onde seu desenvolvimento é muito mais lento. Como fonte de alimento suplementar, o perifiton é utilizado diretamente como alimento por espécies onívoras e herbívoras como os peixes. Devido à rápida reciclagem de nutrientes, apresenta alto grau de

regeneração após o consumo, além de favorecer o desenvolvimento de comunidades bentônicas que servem como alimento para espécies onívoras e detritívoras como os camarões.

Experimentos realizados anteriormente (Preto *et.al.* 2005; Ballester 2003; Santos. 2003; Pissetti, 2004; Silva 2006) apresentam valores máximos de clorofila-a distintos. Ballester et al. (2003) registrou no primeiro experimento o valor máximo de clorofila-a iguais a  $9,34 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  nos substratos artificiais, durante 28 dias de cultivo, no segundo experimento o valor médio de clorofila-a foi de  $2,9 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , em 45 dias, e no terceiro experimento o valor máximo de clorofila-a foi de  $2,95 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , em 45 dias. Santos (2003) encontraram valores máximos próximos a  $4 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , Pissetti (2004) próximos a  $13 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  e Silva (2006)  $3,49 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , todos em 30 dias de experimento. Preto *et al* (2005) registrou o máximo de clorofila *a* em  $9,74 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , em 28 dias de cultivo com uma densidade de camarões de  $300 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ . No presente trabalho foi observado aumento de clorofila-a até o septuagésimo dia de cultivo em todos os tratamentos, com exceção da lagoa que começou a diminuir no quinquagésimo sexto dia de cultivo. Porém, como no trabalho de Preto *et al* (2005) o nosso estudo também apresentou as mesmas concentrações de clorofila-a;  $7,5 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  na lagoa;  $8,0 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  no tratamento tainha;  $12,0 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  no tratamento policultivo e  $7,5 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  no tratamento camarão. Pode-se verificar que os valores de clorofila-a em uma mesma região flutuam muito, mostrando uma grande influência dos fatores ambientais sobre as concentrações de clorofila-a, provavelmente mudando a composição dos principais grupos de algas que compõem o perifiton.

Os altos valores de clorofila-a para fora dos cercos na Lagoa podem estar relacionados com a presença de *Enteromorpha* sp., que no presente trabalho aparece, em termos de contagem, com números inexpressivos, porém o biovolume desta alga é muito elevado. Por outro lado, a baixa concentração de clorofila-a dentro do cerco na Lagoa, pode ser explicada por algumas hipóteses: (1) alterações de salinidade, turbulência, transparência, que ocorreram de maneira mais rápida fora do que dentro dos cercos, fazendo com que ocorram mudanças na comunidade perifítica. Fujita e Odebrech (2007), realçam que a presença de espécies lacustres e marinhas na área de estudo esteve associada à

relação entre o vento, salinidade e composição do plâncton, com ventos de Sul favorecendo a entrada de diatomáceas e de dinoflagelados marinhos e, de Nordeste, associados com a descarga de água doce, contendo cianobactérias e clorofilas. (2) a maior turbulência fora dos cercos pode ter causado resuspensão dos nutrientes depositados do fundo, tornando-os disponíveis para o perifiton. Considerando que os cercos têm malha de 1 mm, e que a mesma foi também colonizada com perifiton, pode ter sido dificultada a circulação de nutrientes trazidos pelas correntes. Em nosso estudo verificou-se a salinidade na lagoa no dia 52 de cultivo era considerada baixa (7), período em que foram analisadas as amostras qualitativas.

Segundo Van Wyk & Scarpa (1999), o pH da água sofre grande influência dos processos respiratórios e fotossintéticos que ocorrem no ambiente de cultivo, os quais podem refletir, respectivamente, em redução ou elevação deste parâmetro. Em sistemas de cultivo sem renovação de água, a produção de oxigênio pela fotossíntese possui menor representatividade em relação às quantidades de CO<sub>2</sub> geradas pela respiração das bactérias e dos organismos cultivados, o que resulta na redução do pH no meio (Mcintosh 2001). Em nosso estudo pode ser observada uma queda significativa do pH, O<sub>2</sub> dissolvido e da salinidade no quadragésimo dia de cultivo, ocasionado provavelmente pelos fatores acima mencionados, associados a outros fatores ambientais como a elevação da pluviosidade no mesmo período.

Embora as adubações tenham sido quinzenais nos viveiros, esta não causou diferença significativa quanto ao nitrogênio e o fósforo total em relação à Lagoa. Sand-Jensen (1983) cita o efetivo consumo, reciclando nutrientes inorgânicos a quase totalidade da produção fotossintética que é mineralizada continuamente na bioderme perifítica. Thompson *et al.* (2002), além de verificarem a melhoria na qualidade de água em tanques de larvicultura de *F. paulensis* com perifiton, encontraram diferenças significativas entre o crescimento de juvenis desta espécie cultivados na presença ou na ausência de perifiton. No presente estudo, observou-se um decréscimo no nitrogênio total no decorrer

do experimento, o que permite inferir que com o aumento das macrófitas e do perifíton houve uma absorção também maior nos nutrientes dissolvidos na água, principalmente nitrogênio.

Thompson *et al.* (2002) descreveu o processo de formação de perifíton sobre tanques de berçário do camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis* e apontou pequenas bactérias heterotróficas como colonizadores primários, seguidos por bactérias heterotróficas filamentosas, protozoários flagelados e ciliados com posterior dominância de diatomáceas penadas e cianobactérias filamentosas. Em nosso estudo existe similaridade com o perifíton presente sobre os substratos artificiais deste experimento, cujos grupos dominantes também foram cianobactérias, diatomáceas penadas e clorofíceas.

O perifíton serve de alimento natural para toda a cadeia trófica dos sistemas estuarinos, e para muitos grupos de insetos como os Blephariceridae e os Ephemeroptera e também para a fauna bentônica como os quironomídeos. Putz (1997) observou diatomáceas perifíticas sofrendo pressão de predação por vários invertebrados, num igapó do Rio Negro (Amazônia). Segundo esse autor, as diatomáceas são consumidas seletivamente de acordo com a espécie e o tamanho. Em nosso estudo podemos constatar que houve consumo seletivo por parte dos camarões e das tainhas consumindo o grupo das penadas médias e grande, diatomáceas em cadeia, *Enteromorpha*, ciliados, flagelados e diatomáceas cêntricas muito mais que os demais grupos. As diatomáceas bentônicas fazem parte da preferência alimentar dos camarões peneídeos (DALL, 1990). Cuzón *et al.* (2004), encontraram uma grande proporção de diatomáceas bentônicas no conteúdo estomacal de juvenis de *Litopenaeus vannamei* cultivados. Em nosso estudo verificamos que os grupos predominantes são as Cianobactérias cocóides, seguidas de diatomáceas pequenas, menores que 50 µm, posteriormente aparecem as cianobactérias filamentosas, diatomáceas médias, entre 50 e 100 µm, e *Scenedesmus spp.* que foi um dos gêneros de clorofíceas mais abundantes.

Em comparação com estudos no mesmo local, Preto (2005) registrou aproximadamente  $7.10^3$  cels.  $\text{cm}^{-2}$  de diatomáceas cêntricas,  $36.10^3$  cels.  $\text{cm}^{-2}$  de diatomáceas penadas grandes e  $47.10^3$  cels.  $\text{cm}^{-2}$  de diatomáceas penadas pequenas. Os valores encontrados por Preto (2005) são menores do que os

encontrados por Silva (2006) que são  $4.10^4 - 76.10^4$  cels.  $\text{cm}^{-2}$  de diatomáceas cêntricas,  $1.10^4 - 26.10^4$  cels.  $\text{cm}^{-2}$  de diatomáceas penadas. Silva (2006) ressalta que não houve a presença de camarões em contato com o perifíton, pode-se dessa forma atribuir os menores valores encontrados por Preto (2005) ao consumo dos microorganismos presentes no perifíton pelos camarões. Em nosso estudo verificou-se no monocultivo de camarão não houve consumo de diatomáceas penadas pequenas, pois os valores encontrados para este grupo de algas são próximos ( $1,8.10^7 \text{org.cm}^{-2}$  fora e  $1,5.10^8 \text{org.cm}^{-2}$  dentro). Dentro do mesmo tratamento, para outros grupos de algas foram encontrados valores significativos como para diatomáceas penadas grandes ( $7,9. 10^6 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $7,5. 10^5 \text{org. cm}^{-2}$  fora), para diatomáceas penadas médias ( $3,5.10^7 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $4,8.10^6 \text{org. cm}^{-2}$  fora), para clorofíceas e em especial *Scenedesmus* spp. ( $4,7.10^6 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $1,5.10^5 \text{org. cm}^{-2}$  fora e  $4,5.10^6 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $1,0. 10^6 \text{org. cm}^{-2}$  respectivamente). Outro grupo que evidenciou consumo foi o das diatomáceas em cadeia com valores,  $3,8. 10^6 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $7,5.10^5 \text{org. cm}^{-2}$  fora.

Por outro lado, Ballester (2003) encontrou o número máximo de bactérias ( $5.10^6 \text{cels.cm}^{-2}$ ), diatomáceas penadas ( $103.10^6 \text{cela.cm}^{-2}$ ), diatomáceas cêntricas ( $20.10^6 \text{cels.cm}^{-2}$ ), Cianobactérias ( $14.10^5 \text{cels.cm}^{-2}$ ), ciliados ( $14.10^5 \text{cels.cm}^{-2}$ ) e nematódeos ( $9.10^5 \text{cels.cm}^{-2}$ ). Estes valores são superiores ao número dos mesmos organismos encontrados por Silva (2006) que foram  $4.10^4 - 76.10^4$  cels. $\text{cm}^{-2}$  de diatomáceas cêntricas e  $13 - 2468$  cels. $\text{cm}^{-2}$  de nematódeos. Em nosso estudo encontramos, para os mesmos grupos no tratamento camarão, valores muito maiores do que os encontrados por Ballester (2003) (Cianobactérias cocóides  $2,9.10^8 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $1,2.10^8 \text{org. cm}^{-2}$  fora, Cianobactérias filamentosas  $9,6.10^6 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $1,1.10^7 \text{org. cm}^{-2}$  fora). As diatomáceas cêntricas mostraram valores menores dos que os encontrados por Ballester (2003) ( $5,9.10^5 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $6,4.10^4 \text{org. cm}^{-2}$  fora), mas também evidenciando consumo deste grupo de organismos pelos camarões. Os Ciliados e nematódeos também obtiveram menores valores em nosso estudo ( $6,6.10^5 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $6,0.10^5 \text{org. cm}^{-2}$  fora,  $3,3.10^4 \text{org. cm}^{-2}$  dentro e  $6,4.10^4 \text{org. cm}^{-2}$  fora, respectivamente). Podemos salientar também a quantidade muito maior de Cianobactérias no presente

trabalho do que no trabalho de Ballester (2003). É provável que estas diferenças sejam devidas ao efeito de fatores ambientais, tais como, pluviosidade, nebulosidade, disponibilidade de nutrientes, temperatura, pH e salinidade.

Observa-se em nosso estudo pela análise de *cluster*, que a comunidade perifítica dos diversos tratamentos foi diferente. Quando não há predação, o perifiton do monocultivo de tainha é muito similar ao policultivo, pouco menos similar é o perifiton da lagoa, e aparte o perifiton do tratamento camarão. Quando há predação, o perifiton no tratamento tainha é similar ao tratamento lagoa, pouco menos similar o policultivo e aparte o perifiton do tratamento camarão. Pode-se observar que, com ou sem predação, o perifiton do tratamento camarão é bem distinto em relação aos demais. A análise dos Componentes Principais (ACP) teve alto poder de explicação e confirmou a diferença da comunidade perifítica do monocultivo de camarão, tanto protegido como exposto à predação, já apontada na análise de agrupamento. O principal fator a contribuir com esta diferença parece ter sido a disponibilidade de fósforo e nitrogênio total, esta última associada à mais alta turbidez no monocultivo de camarão.

## **6. Considerações finais**

Avaliando os resultados do presente trabalho, foi possível constatar que o monocultivo de camarão com 10 indivíduos por metro quadrado, de tainha com 0,66 indivíduos por metro quadrado, não causou alteração significativa nas comunidades perifíticas. Porém há evidências, principalmente quando se observa em câmara de Utermöhl muitos indivíduos do gênero *Enteromorpha* sp. nas amostras protegidas e poucos nas amostras expostas a predação, indicando que houve predação seletiva por este grupo. Embora este gênero não tenha apresentado um número de indivíduos muito elevado, a sua contribuição em termos de biomassa ou clorofila-a foi muito grande, o que nos leva a sugerir que, em trabalhos que envolvam consumo de algas, seja analisado o biovolume das mesmas para que fique bem clara a real contribuição de cada grupo na alimentação dos organismos cultivados.

Foi possível concluir pela análise quantitativa da comunidade o perifítica que os principais grupos foram, em ordem de abundância: cianobactérias cocóides, diatomáceas penadas pequenas, cianobactérias filamentosas, diatomáceas penadas médias, clorofíceas e *Scenedesmus*.

No monocultivo de camarão pode-se observar uma tendência ao consumo de alguns grupos de algas como: diatomáceas penadas médias e grandes, *Scenedesmus*, diatomáceas em cadeia e cêntricas, clorofíceas, *Enteromorpha*. No policultivo pode-se notar que há um padrão de consumo entre o monocultivo de camarão e o policultivo, destacando-se neste último o consumo nos grupos diatomáceas penadas grandes, em cadeia e clorofíceas. No monocultivo de Tainha, o padrão de consumo foi alterado, indicando consumo de cianobactérias filamentosas, diatomáceas penadas pequenas médias e grandes, *Scenedesmus*, dinoflagelados e clorofíceas. Na Lagoa, de todos os grupos formados, parece haver tendência de consumo em somente três deles: Penadas grandes, *Scenedesmus* e clorofíceas, indicando que a densidade de organismos dentro da lagoa foi insuficiente para caracterizar consumo.

A utilização de uma técnica de medida de biomassa é necessária para determinar a contribuição relativa da microbiota do perifiton no crescimento do camarão e da tainha em comparação ao crescimento baseado exclusivamente com alimentação artificial.

## **7. Referências Bibliográficas**

ABREU, P. C.; THOMPSON, FL.; WASIELESKY, W. Jr. & CAVALLI, R. O. 1998. New perspectives in the use of microorganisms in shrimp culture: food source, water quality and diseases control. *Anais do Aquicultura Brasil '98*. Recife, Pernambuco, Nov. 2-6, 703-709.

ALONSO-RODRIGUES, R & PÁES-OSUNA. 2003 Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California, *Aquaculture*, 219:317-336.



- AMINOT, A. & CHAUSSEPIED, M., 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. *Brest: CNEXO*. 395p.
- AZIM, M.E., WAHAB, M.A., VERDEGEM, M.C.J., VAN DAM, A.A., VAN ROOIJ, J.M. & BEVERIDGE M.C.M. 2002. The effects of artificial substrates on freshwater pond productivity and water quality and the implications for periphyton-based aquaculture. *Aquatic Living Resour.* 15: 231-241.
- BALLESTER, E. L. C. et al. 2003. Influência do biofilme no crescimento do Camarão rosa *farfantepenaeus paulensis* em sistemas de berçário. *Atlântica*, Rio Grande, 25(2): 117-12.
- BALLESTER, E.L.C.; WASIELESKY JR., W.; CAVALLI, R.O.; ABREU, P.C.; SANTOS,H.S., 2004. Biofilm improve nursery culture of pink shrimp in Brazil. *Global Aquaculture. Advocate*, 7, 8p.
- BARTLETT, P. A. HODGSON & P. BONILLA. 1993. Growth of *Penaeus vannamei* without feed in cages of plastic netting placed in ponds. *Proceedings of "from discovery to comercialization", World Aquaculture Conference, Special publication of European Aquaculture Society*, 19: 111 p.
- BEHNING, A. 1928. Das Leben der Wolga. *Binnengewlsser* 5: 1-162p.
- BINI, L. M. 2004. Análises multivariadas e limnologia : exploração, síntese e inferência de um mundo aquático complexo. In: Bicudo, C. E. M. e Bicudo, D. C. (org.). Amostragem em Limnologia. São Carlos, Ed. RiMa, 73-107.

- BURFORD, MA & WILLIAMS, KC. 2001. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. *Aquaculture*, 198: 79-93.
- CHAMIXAES, C. B. 1991. Variação temporal da biomassa, composição de espécies e produtividade das algas perifíticas relacionados com as condições ambientais de pequenos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão do Lobo (Itirapina -SP). São Carlos, USP/EESC, 333 p. (Tese).
- COOKE, W. M. B. 1956. Colonization of artificial bare areas by microorganisms. *The Botanical Review*, 22(9): 613-638.
- COSTA, L.C. O. 2008. Desempenho de tainha *Mugil platanus* e camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema de policultivo em viveiros. Dissertação de mestrado em aquacultura. Instituto de Oceanografia da Universidade Federal de Rio Grande - FURG. 29p.
- COURTNEY, G. W. 2009. Biology of Blephariceridae. Capturado da internet em novembro de 2009 : <http://www.ent.iastate.edu/dept/research/systematics/bleph/biology.html>
- CUZON, G.; LAWRENCE, A.; GAXIOLA, G.; GUILLAUME, J. 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in pond or in tanks. *Aquaculture*. 235, 513–551p.
- DALL, W., HILL, B. J., RODHLISBERG, P. C. & SHARPLES, D. J., 1990. The biology of Penaei dae. *Advances in Marine Biology*, , v.27, 484p

DEUS, A. A. L., ROCHA, D. F., RIBAS, D. T., NOVELLI, R. 2007. Estudo do conteúdo estomacal da tainha *Mugil curema* valenciennes, 1836 (pisces; mugilidae) na Lagoa do Açú, norte do estado do Rio de Janeiro. VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Sociedade Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, p. 1-2.

ESTEVES, F.A. 1988. Fundamentos de Limnologia. Editora Intercência, Rio de Janeiro. 574p.

FAO. 2006. State of world aquaculture 2006, by R. Subasinghe. FAO Fisheries Technical Paper No. 500. Rome. Disponível em : <http://www.fao.org>

FRANCO, L. & BASHIRULLAH, K. M. B. 1992. Alimentación de la lisa (*Mugil curema*) del golfo de Cariaco-Estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 10(2): 219-238.

FRANKIC, A. & HERSHNER. C. 2006 Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. *Aquaculture international*, 11: 517-530.

FUJITA, C.C & ODEBRECHT C.. 2007. Short term variability of chlorophyll a and phytoplankton composition in a shallow area of the Patos Lagoon estuary (Southern Brazil). *Atlântica*, 29(2): 93–106.

GODINHO, H. M., KAVAMOTO, E. T., ANDRADE- TALMELLI, E. F. DE, SERRALHEIRO, P. C. S. PAIVE, P., FERRAZ, E. M., 1993. /induced spawning of the mullet *Mugil platanus* gunther, 1880, in Cananéia, São Paulo, Brazil. *Inst. Pesca* 20, 59-66.

- HAMMER, O., HARPER, D. A. T. E RYAN, P. D. 2001. Past: Paleontological statistics Software package for education and data analysis. *Paleonologia. Electronica*, 4 :1-9.
- HADAS, O., PINKAS, R., MALINSKY-RUSHANSKY, N., SHALEV-ALON, G., DELPHINE, E., BERNER, T., SUKENIK, A. & AND KAPLAN, A. 2002. Cyanobacteria in Lake Kinneret Physiological and ecological adaptations. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 28: 996-1000.
- HARTMANN, C. 1988. Utilização de dados digitais do mapeador temático para obtenção dos padrões De distribuição do material em suspensão da desembocadura do estuário da Lagoa dos Patos. Tese de mestrado. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE. 190 p.
- HERZ, R. 1977. Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 217.
- HOFFMANN, L. 1996. Geografic distribution of freshwater blue-green algae. *Hydrobiologia*, 336: 33-40,
- HUSZAR V. L. M., SILVA L. H. S, MARINHO M., DOMINGOS P. & SANT'ANNA C. L. 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*, 424: 67-77,
- JACKSON, CJ, N PRESTON, MA BURFORD & PJ THOMPSON. 2003 Managing the development of sustainable shrimp farming in Australia: the role of sedimentation ponds in treatment of farm discharge water. *Aquaculture*, 226:1-12.

- JÍMENEZ- MONTEALEGRE, R M VERDEGEM, JE ZAMORA & J VERRETH. 2002. Organimatter sedimentation and resuspension in tilapia (*Oreochromis niloticus*) ponds during a production cycle. *Aquacultura Engeneering*, 26: 1-12
- JONES, AB, WC DENNISON & NP PRESTON. 2001 Integral treatment of shrimp effluent by Sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. *Aquaculture*, 193:155-178.
- JORY, D.R., 2001. Manejo integral del alimento de Camarón, de estanques de producción camareros, y principios de bioseguridad. Curso lance en acuicultura, Monterrey Nuevo León, México. 76 p
- KESHAVANATH, P.; GANGADHAR, RAMESH, J.; VAN ROOIJ, J.M.; BEVERIDGE, M.; BAIRD, VERDEGEM, M.; VAM DAM, 2001. Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture. *Aquaculture Research*, 32 (3): 189-197.
- LOBO, E. & BUSELETO-TONIOLLI, T.C.1985. Tempo de exposição de um substrato artificial para o estabelecimento da comunidade do perifiton no curso inferior do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rickia*, 12: 35-51p.
- MCINTOSH, R. P. 2001. Establishment of heterotrophic bacterial communities. *The advocate*,; 53-58.
- MACKERETH, F.Y.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. *Cumbria: Freshwater Biological Association*, (scientific publication 36).

- MACKINNEY, G. (1951). Absorption of light by chlorophyll solutions. *Journal of Biological Chemistry*, 140: 315-32.
- MAÇADA, AP, MH OKAMOTO & LA SAMPAIO. 2000. Avaliação preliminar do cultivo de tainha *Mugil platanus* em tanque-rede. In: *XIII Semana Nacional de Oceanografia (Anais)* Itajaí, SC, 684 – 686.
- MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; PORCHAS-CORNEJO, M. A.; VILLARREAL-LEMNARES H.; CALDERON-PEREZ, J. A. & NARANJO-PARAMO, J. 1998. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vanamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. *Aquaculture Engineering* 17: 21–28.
- MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: V. Teleostei (4). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.
- MEYER, J. R. 2005. Ephemeroptera. Capturado da internet em novembro de 2009 :: <http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/compendium/mayfly.html>
- MOSCHINI-CARLOS, V. 1999. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. . In: Marcelo Luiz Martins Pompêo. (Org.). *Perspectivas na Limnologia Brasileira*. São Luis, v. 1, p. 91-103.
- MOSS, S. M.; PRUDER, G. D.; LEBER, K. M. & WYBAN, J. A. 1992. The relative enhancement of *Penaeus vannamei* growth by selected fractions of shrimp pond water. *Aquaculture*, 101: 229-329.

- .MOURA, A. do N., PASSAVANTE, J. Z. DE O., SILVA, M. DA G. G., LEÇA, E. E. 1994. Diatomáceas perifíticas fixadas em substratos natural e artificial nos estuários dos rios paripe e igrassu - ilha de itamaracá - pernambuco. Bol. Técn. Cient. CEPENE, Rio Formoso, 2 (1): 7- 20 ,
- MURPHY, J. & RILLEY, J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Departament of Oceanography, University of Liverpool, England  
*Anal. Chim. Acta.* 27:31-6.
- NAYLOR, R. L., GOLDBURG R. J., PRIMAVERA J. H., KAUTSKY N., BEVERIDGE M. C. M., CLAY J., FOLKE C., LUBCHENCOI J., MOONEY H. & TROELL. M. 2000. Effects of aquaculture on word fish supplies. *Nature*, 405:1017-1024.
- NEAL, E. C.; PATTEN, B. C. & DEPOE, C. E. 1967. Periphyton growth on artificial substrates in a radioactively contaminated lake. *Ecology*, 48(6): 918-924.
- NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; GODDARD, S. 1997. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture* 149, 121–136.
- NUNES, A. J. P. 2000. Manual purina de alimentação para camarões marinhos. São Paulo: Paulínia, 40 p.

- OLIVEIRA, I. R. & SOARES, L. S. H. 1996. Alimentação da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880 (PISCES:MUGILIDAE) da região estuarino lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 23: 95-104.
- OLIVER, R. L. & GANF, G. G.. 2000. Fresh water blooms. In: WHITTON, B.A.; POTTS, M. (Ed.). The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space. *Kluwer Academic Publishers*, 6: 149-194.
- PÁEZ-OSUNA, F, GUERRERO-GALVAN S. R., RUIZ-FERNÁNDEZ A. C. & ESPINOSA R. ÂNGULO. 1997. Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in North western Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 34(5): 290-297.
- PÁEZ-OSUNA, F. 2001. The Enviromental Impact of shrimp Aquaculture: Causes, Effects, and Mitigating Alternatives. *Enviromental Management*, 28:131-140.
- PANITZ, C.M.N., 1980. *Estudo comparativo do perifíton em diferentes substratos artificiais na represa do LOBO ("BROA"), São Carlos, SP*. 224p. (Dissertação de Mestrado) – PPGERN-UFSCar, São Carlos, São Paulo
- PAREJO, C. B. 1991. Peces marinos. Tecnología de cultivo. *Mundi-Prensa*, Madri, 148p.
- PÉREZ, G. R. 1992. Fundamentos de limnologia neotropical. Universidad de Antioquia (Ed.), Colombia, 529 p.



- PETTERSON, C. G. & HOAGLAND, K. D. 1990. Effects of wind-induced turbulence and algal mat development on epilithic diatom succession in a large reservoir. *Archiv für Hydrobiologie*, 118: 47-68.
- PISSETTI, T. L. 2004. Efeitos da densidade de estocagem e do substrato artificial no cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) em cercados. M.Sc. Thesis Federal University of Rio Grande. Brazil. 48p.
- PRETO, A. L.; CAVALLI, R. O.; PISSETTI, T.; ABREU, P. C. & WASIELESKY, W. 2005. Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em gaiolas. *Ciência Rural*, 35 (6): 1417–1423.
- PUTZ, R. 1997. Periphyton communities in Amazonian black and white water habitats: community structure, biomass and productivity. *Aquatic Sciences*, 59: 74-93.
- RAMANATHAN, S.; ARAÚJO, R. A. & CHELLAPPA, N.T. 1980. Food and Feed in habits of adult *Mugil curema* (Valenciennes) in the brackish water and the Poengi estuary, in Rio Grande do Norte, Brasil. *Comunicação, Ciência e Cultura*, 325.
- REIS, E.G., P.C. VIEIRA & V.S. DUARTE. 1994. Pesca artesanal de teleósteos no estuário da Lagoa dos patos e costa do Rio Grande do Sul. *Atlântica*, 16:69-86.
- REIS, E.G. & F. D'INCAO. 2000. The present status of artisanal fisheries of extreme Southern Brazil: an effort to wards community-basedmanagement. *Ocean & Coastal Management*, 43:585-595.

- Rickard, A.H., McBain, A.J., Ledder, R.G., Handley, P.S. and Gilbert, P. 2003. Coaggregation between freshwater bacteria within planktonic and biofilm communities. *FEMS Letters in Microbiology*. 220: 133-140.
- SAMPAIO, Y. & COUTO E. 2003. Geração de emprego diretos e indiretos na cadeia produtiva do camarão marinho cultivado. Anais do Seminário Internacional sobre a indústria do camarão marinho cultivado "Aquicultura Mundial 2003", Universidade Federal de Pernambuco. 15 p.
- Sand-Jensen, K. 1983. Physical and chemical parameters regulating growth of periphytic communities. In: Wetzel, R.G. (Ed.). *Periphyton of fresh water ecosystem*. The Hague. Dr. W. Junk Publishers, p. 63-71.
- SANTOS, M. H. S. 2003. Alimentação do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) (Decapoda-Penaeidae) cultivado. Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica, FURG, Rio Grande, RS. 229p.
- SCHWAMBORN, R. & CRIALES, M.M., 2000. Feeding strategy and daily diet of juvenile pink shrimp (*Farfantepenaeus duorarum*) in a South Florida seagrass bed. *Marine Biology*. 137, 139–147.
- SILVA, C. F., 2006. Análise qualidade nutricional do Biofilme. Dissertação de Mestrado em Aquicultura. FURG, Rio Grande, 69p.

- SLÁDECKOVÁ, A. 1962. Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs" community). *Botanical Review*, 28(2): 286-350.
- SLÁDECKOVÁ, A. 1991. The role of periphyton in water supply. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*. 24: 2174-2178.
- SLÁDECKOVÁ, A. 1994. Green algae and waste treatment technology. *Biologia*, 49(4): 615-619.
- SOARES, R.; PEIXOTO, S.; WASIELESKY, JR. W. & D'INCAO, F. 2005. Feeding rhythms and diet of *Farfantepenaeus paulensis* under penaculture in Patos Lagoon estuary, Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 322, 167–176.
- SOUZA, M.L.; MOULTON, T.P.; SILVEIRA, R.M.L.; KRSULOVIC, F.A.M. & BRITO, E.F. 2007. Responses of Chironomidae (Diptera; Insecta) to the exclusion of shrimps and Ephemeroptera in acoastal forest stream, *Brazilian Journal of Biology*. 67(1): 47-51.
- STEINBERG, C.E.W. & HARTMANN, H.M. 1988. Planktonic bloom-forming cyanobacteria and the eutrophication of lakes and rivers. *Freshwater Biology* 20: 279-287.
- STONER, A. W. & ZIMMERMAN. R. J. 1988. Food pathways associated with penaeid shrimps in a mangrove fringed estuary. *Fishery Bulletin* 86(3): 543-551.
- TEICHERT-CODDINGTON, D. R., ROUSE D. B., POTTS A. & BOY C. E. 1999. Treatment of harvest Discharge from intensive shrimp ponds by settling. *Aquaculture Engineering*, 19: 147-161.

- TIDWELL J.H., CYCLE, S., VAN ARNUM, A. & WEIBEL, C. 2000. Production response of fresh water Prawns *Macrobrachium rosenbergii* to increasing amounts of artificial substrate in ponds. *Journal World Aquaculture Society* 31, 452-458.
- THOMPSON, F.L.; ABREU, P.C. & WASIELEWSKY, W. Jr. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203: 263-278.
- TROTT, L. A. & ALONGI, D. M. 2000. The Impact of Shrimp Pond Effluent on Water Quality and Phytoplankton Biomass in a Tropical Mangrove Estuary. *Marine Pollution Bulletin* , 40 : 947-951.
- UDDIN, S. 2007. Mixed culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in periphyton-based ponds. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands, 215 p.
- UDDIN, M.S.; AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VERDEGEM, M.C.J. 2006. The potential of mixed culture of genetically improved farmed tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater giant prawn *Macrobrachium rosenbergii* in periphyton-based systems. *Aquaculture Research*, Oxford, 37: 241-247.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie. 9 : 1-38.
- VAN WYK P & SCARPA, J. 1999. Water quality and management. (In: Van Wyk, P. et al 9Eds.). Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Florida department of agriculture and consumer services, *Tallahassee*, 128-138.

- VASCONCELOS, F. A. de L. 1990. Estudo do Conteúdo Estomacal de *Mugil Curema Valenciennes*, 1836 e *Mugil liza Valenciennes*, 1836 (Pisces-Mugilidae), cultivadas em viveiros estuarino da área de Itamaracá (Pernambuco - Brasil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*. Recife: EDUFPE, 21: 345-362.
- VIEIRA J.P. & SCALABRIN, C. 1991. Migração reprodutiva da “tainha” (*Mugil platanus*) Günther 1880, no sul do Brasil. *Atlântica*, 13 (1) :131-141.
- VINATEA-ARANA, L. 1997. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarão. EDUSSC, Florianópolis,1-165.
- WASIELESKY, W. J. 2000. **Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaidae) no estuário da lagoa dos Patos: efeitos dos parâmetros ambientais.** Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Departamento de Oceanografia. Fundação Universidade Federal do Rio Grande.199f.
- WETZEL, R.G. 1983. Recommendations for future research on periphyton. In: Wetzel, R.G. (Ed.). *Periphyton of freshwater ecosystems. The Hague, Dr. W. Junkc.* 339-346. (*Developments in Hidrobiology,17*).
- WETZEL, R.G. 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 24: 6-24.