



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA *Anomalocardia brasiliensis* E *Gracilaria* sp COMO
BIOFILTROS DE EFLUENTES DE CAMARÃO.**

TEREZA CRISTINA PAIVA DOS SANTOS

Recife, PE
Agosto, 2009



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA *Anomalocardia brasiliiana* E *Gracilaria* sp.
COMO BIOFILTROS DE EFLUENTE DE CAMARÃO.**

TEREZA CRISTINA PAIVA DOS SANTOS

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

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez.

Co-Orientador: Prof. Dr. William Severi.

Recife, PE.

Agosto, 2009

Ficha catalográfica

S237a Santos, Tereza Cristina Paiva dos
Avaliação de desempenho da *Anomalocardia brasiliiana*
e *Gracilaria sp.* como biofiltros de efluentes de camarão /
Tereza Cristina Paiva dos Santos. – 2009.
60 f.: il.

Orientador: Alfredo de Oliveira Gálvez
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Departamento de Pesca e Aqüicultura.
Inclui referências e anexo.

CDD 639

1. Biofiltro
2. Macroalga
3. Heterotrófico
4. Efluente
- I. Gálvez, Alfredo de Oliveira
- II. Título

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA *Anomalocardia brasiliiana* E *Gracilaria* sp. COMO
BIOFILTROS DE EFLUENTE DE CAMARÃO.**

Tereza Cristina Paiva dos Santos

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura

E aprovada em ____/____/____ pelo Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura em sua forma final.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. William Severi – Co-Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto – Membro Externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Roberta Borba Soares - Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Silvio Maurano Peixoto.– Membro suplente interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedicatória

Dedico aos meus pais, Manuel e Carminha, ao meu marido José Augusto e aos meus filhos Karina e Igor, pelo incondicional apoio, confiança, amor e dedicação que me deram. Em especial, à minha netinha Maria Júlia que é um encanto para os meus olhos.

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, na pessoa do Prof. Dr. Paulo Travassos, coordenador do Programa de Pós- Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, vinculado ao Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq), como também ao Programa da Rede de Pesquisas em Carcinicultura do Nordeste (RECARCINE), financiado pela FINEP;

Ao orientador Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez, a oportunidade dessa fundamental etapa da minha vida profissional. Ao espaço cedido no LAMARSU, assim como toda a estrutura do experimento, aos professores Roberta Borba Soares e Sílvia Maurano Peixoto, e em especial, ao Prof. Dr. William Severi, por ter cedido espaço no Laboratório de Limnologia e viabilizado todas as análises químicas para que eu pudesse executar esse trabalho.

Aos companheiros do Laboratório de Limnologia, em primeiro lugar ao mestre Sérgio Catunda Marcelino, Eduardo Fuentes, Lucas Brainer, Márcia Darcilene Correa do Prado, Maurício Nogueira da Cruz Pessoa, Aureliano Vilela Calado, Bruno Dourado, Antony Evangelista de Lima Eric Gleibson e Jackeline Ferreira de Souto, pelos trabalhos desenvolvidos.

A Eliane, Socorro e Vany, que sempre mantiveram este ambiente limpo e um cafezinho bem quentinho reconstituente das forças.

Aos companheiros do LAMARSU Isabela Bacalhau, Freddy Vogeley, Leônidas Cardoso Júnior, Edmilson Moura Dantas Júnior, Márcio Mendes, Weruska Costa e André Batista.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para o desfecho deste trabalho.

RESUMO

A eficiência de um sistema integrado, utilizando-se processos de filtração por bivalves e absorção por macroalgas, para melhorar a qualidade da água de viveiros de camarão, foi avaliada através da análise de variáveis químicas, físicas e biológicas. Os efluentes em questão foram resultantes da mistura de cultivos heterotróficos de *Litopenaeus vannamei*, e *Farfantepenaeus subtilis*. A espécie nativa *Anomalocardia brasiliana* (bivalve) e a macroalga *Gracilaria* sp. foram selecionadas devido a seu potencial para a aquicultura ser encontrado no Nordeste do Brasil. Este experimento se deu em duas fases de 48 h com dois tratamentos. Na primeira fase do experimento, o primeiro tratamento (controle), só com aeração e o segundo, adicionado *Anomalocardia brasiliana* (5 ind//L) com aeração. Já para a segunda fase o controle permaneceu só com aeração e no outro tratamento foi retirada a *Anomalocardia brasiliana* e substituída pela macroalga *Gracilaria* sp. (1g/L). O desenho experimental para ambas as fases contemplou seis unidades experimentais (tanques), pertencendo três ao controle e três ao tratamento na primeira fase com *A. brasiliana* e na segunda fase com a macroalga *Gracilaria* sp. Foram realizadas coletas de água no horário inicial e depois de seis em seis horas. As concentrações de clorofila-a, feofitina, fósforo total, fosfato total, fosfato inorgânico, amônia total, nitrato, nitrito, alcalinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade turbidez e pH analisadas mostram que os dois organismos filtradores biológicos reduziram significativamente a concentração de variáveis poluentes no efluente. Entretanto foi observado que no tratamento controle houve uma redução a quase zero a concentração do nitrito e um aumento gradativo a nitrato. E que, na primeira fase no tratamento com marisco, cerca de 40% da *A. brasiliana* foi retirada morta após as 48 horas do experimento. Outros estudos devem ser feitos, levando em conta essa redução do nitrito no efluente só com aeração nesse espaço de tempo, e propiciar um habitat mais parecido com a da natureza à *Anomalocardia brasiliana*.

Palavras-chave: biofiltros; macroalga; heterotrófico; efluente

ABSTRACT

The efficiency of an integrated system, using processes of filtration for bivalves and absorption for macroseaweed, to improve the quality of the water of shrimp fisheries, was evaluated through the analysis of chemical, physical and biological variable. The effluent ones in question had been resultant of the mixture of heterotrophic culture of *Litopenaeus vannamei*, and *Farfantepenaeus subtilis*. . The native species *Anomalocardia brasiliiana* (bivalve) and the macroseaweed *Gracilaria sp.* they had been selected had its potential it aquaculture to be found north-eastern of Brazil. This experiment was make in two phases of 48h with two treatments. In the first phase, the first treatment (control), only with aeration and as, added *Anomalocardia brasiliiana* (5 ind//L) with aeration. Already for the second phase the control remained alone with aeration and in the other treatment the *Anomalocardia brasiliiana* and substituted by the macroseaweed *Gracilaria sp.* was removed (1g/L). The experimental drawing for both phases contemplated six experimental units (tanks), belonging three to control and three to the treatment in the first phase with *A. brasiliiana* and in the second phase with the macroseaweed *Gracilaria sp.* Water collect had been carried through in the initial schedule and after six in six hours. The concentrations of clorophyll-*a*, pheophytin, total phosphorus total phosphate, inorgânico phosphate total ammonium, nitrate, nitrite, alkalinity, temperature, dissolved oxygen, salinity turbidez and pH analyzed shown that the two organisms biological filters had significantly reduced the concentration of variables pollutants in the effluent. However it was observed that in the treatment it has controlled almost had a reduction to zero of nitrite concentration and a gradual increase of nitrate. And that, in the first phase in the treatment with shellfish, about 40% of *A.brasiliiana* was removed deceased after the 48 hours of the experiment. Other studies must be facts, leading in account this reduction of the nitrite in the effluent one only with aeration in this space of time, and propitious a habitat more similar to the one of the nature to the *A.brasiliiana*.

Word-key: biofilters, macroalgae, heterotrophic, effluent

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das médias feitas com as réplicas de cada variável analisada no horário de 0h e 48 horas	27
Tabela 2 – Dados da eficiência para retirada (ret) e para incremento (inc) da primeira fase no tratamento controle e no tratamento com <i>Anomalocardia brasiliiana</i> de 0h a 48 horas e Kruskall Wallis controle x <i>A. brasiliiana</i>	28
Tabela 3- Dados da eficiência para retirada (ret) e para incremento (inc) da segunda fase no tratamento controle no tratamento com <i>Gracilaria</i> sp. de 48 a 96 horas e Kruskall Wallis controle x <i>Gracilaria</i> sp.	31
Tabela 4 – Dados da eficiência do tratamento controle e tratamento <i>A. brasiliiana</i> + tratamento <i>Gracilaria</i> sp. de 0h a 96 horas para retirada (ret) e para incremento (inc) e Kruskall Wallis controle x T <i>Anom</i> + T <i>Gracil</i>	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comportamento das variáveis que mais tiveram eficiência ao longo do experimento nos dois tratamentos. Tratamento controle (0h a 96 horas) (Controle) e tratamento com <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (0h a 48 horas) e com <i>Gracilaria</i> sp. (48 a 96 horas) (Tratamento). A = nitrito; B = nitrogênio amoniacal; C = clorofila-a; D = feofitina; E = alcalinidade total; F = turbidez.	34
--	----

GRÁFICOS

1. Concentração do nitrato durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliiana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão 39
2. Concentração do nitrito durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliiana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão 39
- 3 Concentração da Amônia durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliiana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão 40
- 4 Concentração do ortofosfato durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliiana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão 40
- 5 Concentração do fosfato total durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliiana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão 41
- 6 Concentração do fósforo total durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliiana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão 41
- 7 Concentração da alcalinidade durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliiana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão 42

8	Concentração da clorofila-a durante o experimento nos tratamentos Controle e <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (0 a 48h) e <i>Gracilaria</i> sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão	42
9	Concentração da feofitina durante o experimento nos tratamentos Controle e <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (0 a 48h) e <i>Gracilaria</i> sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão	43
10	Concentração da turbidez durante o experimento nos tratamentos Controle e <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (0 a 48h) e <i>Gracilaria</i> sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão	43
11	Concentração da salinidade durante o experimento nos tratamentos Controle e <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (0 a 48h) e <i>Gracilaria</i> sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão	44
12	Concentração da Temperatura durante o experimento nos tratamentos Controle e <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (0 a 48h) e <i>Gracilaria</i> sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão	44
13	Concentração do pH durante o experimento nos tratamentos Controle e <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (0 a 48h) e <i>Gracilaria</i> sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão	45
14	Concentração do oxigênio dissolvido durante o experimento nos tratamentos Controle e <i>Anomalocardia brasiliiana</i> (0 a 48h) e <i>Gracilaria</i> sp. (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão	45
15	Gráficos da diferença significativa entre os dois tratamentos para cada variável a) nitrato, b) nitrito, c) nitrogênio amoniacal, d) fosfato inorgânico, e) fosfato total, f) fósforo total, g) alcalinidade, h) clorofila i) feofitina, j) turbidez, k) salinidade, l) temperatura, m) oxigênio dissolvido e n) pH	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Tratamento de efluentes da Carcinicultura por biorremediação	13
2.2 <i>Anomalocardia brasiliiana</i>	15
2.3 <i>Gracilaria sp</i>	15
2.4 Variáveis Físico-Químicas.....	16
3 OBJETIVOS	19
4 ARTIGO A SER SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO	20
Avaliação do desempenho da <i>A. brasiliiana</i> e <i>Gracilaria sp.</i> como biofiltros de efluentes de camarão	
RESUMO	21
ABSTRACT	22
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÃO	35
LITERATURA CITADA	35
GRÁFICOS.....	39
5 REFERÊNCIAS.....	48
6 ANEXOS	56

1 – INTRODUÇÃO

A aquicultura é um dos segmentos do setor pesqueiro que mais cresce, sendo atualmente responsável pela geração de mais de 42% do pescado produzido. Seguindo a tendência mundial, o Brasil cresceu na última década numa razão de 20% ao ano, em especial a região Nordeste do País, onde a carcinicultura marinha foi o principal responsável por esse crescimento (FAO, 2008). Ressalta-se que esse agronegócio já desponta como um dos principais itens na pauta de exportação dos vários Estados da Federação, gerando renda, emprego e divisas em áreas que outrora sobreviviam do extrativismo ou da atividade sucro-alcooleira (PESSOA, 2008).

O camarão, por ser um produto de relevante valor comercial, fez o Brasil atingir posição de destaque no cenário mundial, exportando 128.000.000 (milhões) de dólares em 2006. Para isso, sua cadeia produtiva passou por um desenvolvimento e profissionalização muito acentuada, fazendo com que várias empresas vislumbassem, na carcinicultura marinha, uma excelente oportunidade de negócio (FAO, 2008).

Os principais impactos ambientais gerados pela carcinicultura estão relacionados a contribuições de matéria orgânica, sólidos suspensos e nutrientes, tendo como principais “inputs” o alimento artificial e fertilizações (químicas e orgânicas); ocupação e salinização do solo, perda de produtos no manejo, introdução de espécie exótica e riscos com enfermidades, conflitos sociais por restrições no uso das áreas ocupadas, alterações hidrológicas no padrão de circulação dos estuários e alterações na salinidade da água (PÁES-OSUNA et al., 1997; PRIMAVERA, 1998; WAINBERG e CAMARA, 1998; BARRACLOUGH e FINGERSTICH, 2001).

Por estar em larga escala, essa cadeia produtiva tem entre seus efeitos colaterais a poluição por seus efluentes, tornando necessário de estudos sobre como tratá-los de modo adequado. Alguns experimentos têm sido empreendidos, na procura de como reduzir essa concentração de nutrientes, e utilizar ecossistemas locais, tem sido um fator estimulante e que vem provando sua eficiência.

O descarte desses efluentes, comprovadamente ricos em nutrientes, além de provocar um impacto ambiental nas áreas estuarinas, caracteriza-se como um desperdício que poderia estar sendo utilizada na produção de biomassa. A aplicação de sistemas de tratamento de efluentes com organismos biorremediadores, principalmente animais filtradores e plantas, é

uma alternativa interessante para contribuir com a sustentabilidade da produção de camarão marinho (JONES et al., 2002).

Os principais ramos da aquicultura que vêm se destacando em termos de crescimento no mundo nos últimos vinte anos, são: o cultivo de peixes de água doce, de macroalgas e de moluscos FAO (2004). Este último é representado pela produção de bivalves, principalmente das famílias Ostreidae, Veneridae, Mytilidae e Pectinidae. Os moluscos são o terceiro grupo de organismos aquáticos mais cultivados no mundo, com valores muito próximos da produção de macroalgas, que ocupa o segundo lugar. A produção mundial de moluscos em 2004 foi de 13.242.831 toneladas. A produção de moluscos no Brasil fica em torno de 13.063 toneladas e o estado de Santa Catarina é o responsável por 95% desta produção.

A *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) da família *Veneridae*, bivalve popularmente chamado de berbigão ou maçunim, faz parte da malacofauna brasileira, sendo predominante em águas marinhas ou ligeiramente salgadas e em mangues. Habita substratos arenosos e lamosos e vive na região mesolitoral, sua distribuição e variação de tamanho dependem de fatores físicos, tais como: tamanho das partículas do sedimento e ação das ondas. Ocorrem em maior abundância em regiões próximas aos estuários, suportam variação de salinidade, temperatura e pH, embora se desenvolvam melhor numa salinidade com pouca variação. Alimentam-se de microalgas e matéria orgânica. Através de suas brânquias filtram o plâncton presente na água. Segundo Maltz e Faerman (1958), *Anomalocardia brasiliiana* apresenta teores de proteína 38% mais elevado do que o mexilhão *Perna perna*, o que indica o seu alto valor nutricional. Por serem altamente tolerantes a vários poluentes, possuem características que lhes conferem a capacidade de acumular metais pesados e são abundantes nos ecossistemas aquáticos facilmente disponíveis para coleta. De acordo com Schaeffer – Novelli (1976), o rendimento da carne de *A. brasiliiana* está associado com o processo de desenvolvimento gonadal que é significativamente maior durante o período do verão. Apesar de ser economicamente rentável, ainda não há cultivo no Brasil deste grupo de venerídeos, sendo explorada tradicionalmente por diversas comunidades litorâneas ao longo do Brasil.

A. brasiliiana vem sendo considerada como bioindicador de contaminação ambiental. A capacidade filtrante de bivalves é de cerca de 5 litros de água por hora, podendo reter no manto 75% das espécies bacterianas presentes no seu ambiente (BARROS et al., 1995).

Outro importante grupo de organismos com potencial na biorremediação são as macroalgas atuando como biofiltros podendo absorver quantidades significativas de nutrientes e utilizá-los para seu posterior crescimento (RAMOS, et al., 2008).

Gracilaria sp. é uma macroalga marinha de grande importância econômica, explorada comercialmente para a produção de ágar, um ficocolóide de ampla aplicação industrial e biotecnológica. Esta alga tem seu crescimento limitado, principalmente, pela assimilação de nitrogênio do meio. Inicialmente, seu cultivo era voltado para a produção de alimento humano, mas, com a descoberta do ficocolóide, passou a ser realizado para a extração da sua biomassa (YOSHIMURA, 2007), e ser aplicado na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica. Esta macroalga vem sendo usada como biorremediadora de ambientes eutrofizados por mostrar eficiência na absorção de nutrientes como nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, fósforo e fosfatos (RAMOS et al., 2008).

Pode-se argumentar que os ambientes impactados podem ser regenerados pela própria natureza, utilizando o conhecimento dos hábitos e necessidades de cada espécie e levantar a suposição de que moluscos podem filtrar matéria orgânica e sólidos em suspensão e que as macroalgas são filtradoras de nutrientes e utilizam-se deles para o seu crescimento sendo assim ambos, biofiltros naturais que otimizam a água de efluentes de camarão.

Neste contexto, diante da busca por novas tecnologias ambientalmente sustentáveis para solucionar a problemática dos efluentes da carcinicultura, este experimento foi realizado visando avaliar a eficiência do uso de *Anomalocardia brasiliiana* e *Gracilaria* sp. no tratamento do efluente resultante da mistura das águas de um cultivo heterotrófico de *Litopenaeus vannamei* e *Farfantepenaeus subtilis*.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Tratamento de efluentes da carcinicultura por biorremediação

No Brasil, os cultivos de camarão, trabalham com uma espécie exótica, sendo esta indústria baseada em pós-larvas produzidas em laboratórios dominando totalmente o ciclo reprodutivo do *Litopenaeus vannamei*. A Carcinicultura é uma das poucas opções de desenvolvimento das áreas costeiras pobres dos países tropicais em desenvolvimento (WAINBERG, 2000).

Na atualidade, os problemas mais frequentes ocasionados pela carcinicultura são a poluição dos corpos de águas naturais com nutrientes e matéria orgânica, devido principalmente ao lançamento de efluentes não tratados (PRUDER, 1992; SANDIFER e HOPKINS, 1996, PAEZ-OSUNA et al., 1997; XIE et al., 2004). O assoreamento de áreas de estuários ou manguezais também é devido à quantidade de material em suspensão, carregado

pelos efluentes das fazendas de cultivo (NASCIMENTO et al., 1998), podendo até gerar doenças diversas e destruição de áreas de mangue e estuários (PAES-OSUNA, 2001).

Os fertilizantes utilizados nos viveiros de cultivo de camarão possuem capacidade de aumentar as concentrações de nitrogênio e fósforo da água. Além disso, os resíduos da ração não consumida, após serem degradados em nutrientes inorgânicos pelos microorganismos, são convertidos em amônia, fosfato e dióxido de carbono (NUNES, 2002).

Na geração do efluente, vale ressaltar o papel fundamental que tem o compartimento dos sedimentos para a manutenção da qualidade do sistema de cultivo como um todo, pois, influenciam no metabolismo do meio através de processos biológicos, químicos e físicos, sendo também, importantes para avaliação da intensidade e formas de impactos a que estes estão submetidos (SIPAÚBA- TAVARES, 1998; ESTEVES, 1998). Este compartimento apresenta altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, afetando de forma direta na concentração de oxigênio do cultivo e no crescimento dos camarões, por isso torna-se imprescindível adotar medidas de manejo adequadas que permitam a correção dos parâmetros, anteriormente ao início de um novo ciclo de produção (BOYD, 1995; 1998; RITVO et al., 1998).

Países como China, Tailândia, Indonésia, Taiwan e Equador líderes na produção de camarão cultivado, já tiveram que enfrentar grandes quedas de produção, devido a problemas relacionados com a deterioração do ambiente de suporte. Tiveram em comum uma rápida expansão da produção, um baixo controle ambiental e uma forte incidência de doenças (BROWDY e HOPKINS, 1995; SANDIFER e HOPKINS, 1996).

Os efluentes dos cultivos intensivos e semi-intensivos de maricultura podem ser utilizados como fonte de nutrientes para a produção intensiva de macroalgas marinhas e, ao mesmo tempo, reduzir a descarga de nutrientes dissolvidos para o ambiente (GUIMARÃES, 2008).

No Brasil, o tratamento de efluentes da carcinicultura, mediante processos individuais ou integrados de sedimentação e a utilização de macroalgas para o processo de absorção de nutrientes não têm sido muito pesquisados e são poucos os artigos científicos publicados sobre este assunto (RAMOS et al., 2008). Existem algumas publicações que apresentam, resultados de crescimento de macroalgas (*Gracilaria* sp.) utilizando efluentes da carcinicultura (MARINHO-SORIANO et al., 2002) e sua importância econômica em processo de biorremediação de ambientes poluídos (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004). E também algumas publicações em anais de congressos que mostram resultados sobre o tratamento de

efluentes da carcinicultura, utilizando moluscos e macroalgas, destacando seu grande potencial como alternativa interessante do ponto de vista da remoção dos nutrientes nitrogenados e do fósforo (OLIVERA et al., 2003; GÓMEZ et al., 2003 ALENCAR et al., 2003). A sustentabilidade reside nos cultivos, pois os bancos naturais não são suficientes para atender a demanda crescente. A exploração de macroalgas no Brasil se iniciou por volta de 1940, mas seu impacto social e econômico é reduzido. A viabilidade deste cultivo ao longo da costa brasileira com resultados positivos sobre o potencial de algumas espécies já está comprovada, mas o Brasil não possui cultivos de macroalgas em escala comercial (RAMOS et al., 2008).

2.2 – *Anomalocardia brasiliiana*

Dentre os grupos mais representativos do ecossistema manguezal, estão os moluscos. Várias famílias pertencentes a duas classes deste grupo Gastropoda e Bivalvia estão representadas no manguezal (AVELINE, 1980). Os moluscos bivalves do manguezal como ostras, mexilhões e berbigões representam uma das riquezas deste ambiente, possuindo tanto valor ecológico como sócio econômico.

Estes animais são altamente tolerantes a vários poluentes e possuem características que lhes conferem a capacidade de acumular metais pesados. Além disso, são abundantes em ecossistemas aquáticos e terrestres, estando facilmente disponíveis para a coleta. Sendo assim, estes organismos, vem sendo considerados como promissores bioindicadores de contaminação ambiental, sendo abundantes nas regiões costeiras, desenvolvendo assim um papel importante no biomonitoramento da poluição por traços de metais com Cádmio, Chumbo e Cobre (SERICANO, 2000; PEREZ et al., 2004).

2.3 – *Gracilaria* sp.

Uma alternativa viável para o tratamento dos efluentes provenientes da aquicultura que vem mostrando resultados é a utilização de espécies de macroalgas com elevado poder de absorção de nutrientes (BUSCHMANN et al., 2001). Neste sistema, além dos custos serem baixos e apresentar fácil manejo, os resíduos metabólicos originados por um organismo servem de alimento para um segundo, promovendo como consequência a redução da poluição nestes ambientes (QUIAN et al., 1996).

Estudos realizados em efluentes de aquicultura indicam que em geral as macroalgas exibem uma rápida absorção e, conseqüentemente, um elevado crescimento nos primeiros dias de cultivo (MARINHO-SORIANO et al., 2002).

O crescimento de macroalgas marinhas é influenciado por um grande número de fatores externos, incluindo luminosidade, temperatura, disponibilidade de nutrientes, movimento da água, dissecação e salinidade (SANTELICES & DOTY, 1989).

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos para avaliar o potencial dessas algas como biofiltros, bem como a viabilidade econômica do seu cultivo (NELSON et al., 2001; MARINHO-SORIANO et al., 2002). Segundo Nunes (2002), as algas utilizam amônia, nitrogênio, nitrito e fósforo inorgânico dissolvido para seu crescimento, o que as torna um eficiente biofiltro, realizando funções de transformação da matéria orgânica e remoção de nutrientes.

2.4 – Variáveis Físico-Químicas

2.4.1 – Nitrogênio

O Nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes do metabolismo dos ecossistemas aquáticos por participar na formação de proteínas, podendo também atuar como fator limitante na produção primária desses ecossistemas, e em determinadas condições tornar-se tóxico para organismos aquáticos. Compostos nitrogenados incorporados à água em piscicultura provêm da alimentação, além de que os fertilizantes utilizados nos tanques de criação geralmente contêm nitrogênio nas formas de amônia e nitrato (BOYD, 1992).

Conforme Esteves (1998), a formação de compostos nitrogenados reduzidos, como por exemplo, a amônia, ocorre como resultado da decomposição aeróbia e anaeróbia da matéria orgânica. A oxidação biológica desses compostos a nitrato é denominada nitrificação. No ambiente aquático o nitrogênio pode ser encontrado sob diferentes formas, dentre outras: a de nitrito, nitrato, amônia, óxido nitroso e amoníaco e ainda uma forma ionizada o íon amônio NH_4^+ . A quantidade e a natureza de seus compostos, muitas vezes, determinam a produtividade total do sistema aquático e em alguns casos a disponibilidade desses compostos controla a biomassa algal (SIPAÚBA – TAVARES, 1998).

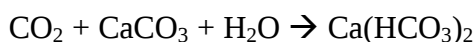
2.4.2 – Fósforo

O Fósforo é o principal responsável pelo enriquecimento nutricional de mananciais de abastecimento público, sendo de grande importância para a assimilação fotossintética das

algas, com papel preponderante na aquicultura extensiva e semi-intensiva. Sua presença excessiva leva à proliferação de algas (eutrofização), muitas delas liberando toxinas que podem ser fatais e levam a água a ter gosto e odor desagradáveis. Assim a remoção do fósforo passa a ser um grande benefício para a saúde pública e para o meio ambiente. Estudos recentes demonstram que o iodo residual do tratamento de água, pode remover até 100% do fósforo presente no esgoto lançado em rios (ESTEVES, 1998).

2.4.3 – Alcalinidade

Sawyer e McCarty (1978) definiram alcalinidade da água como a medida da sua capacidade para neutralizar ácidos. Em águas naturais, esta se deve aos sais de ácidos e bases fortes, mas os bicarbonatos representam sua maior parte, devido principalmente ao sistema carbônico, originado da dissolução de dióxido de carbono atmosférico.



De acordo com Boyd (1990), a acidez total da água é a concentração total de bases que podem ser neutralizados por ácidos tituláveis expressos em equivalentes de carbonato de cálcio.

2.4.4 – pH

Esteves (1998) ressalta que o pH possui uma estreita interdependência entre as comunidades vegetais, animais e o meio aquático. É a medida de concentração dos íons hidrogênio. Durante o processo fotossintético as macrófitas aquáticas e as algas podem alterar significativamente o pH, indicando uma baixa alcalinidade na água. Por outro lado, com a alcalinidade elevada, ambientes aquáticos apresentam pouca variação de pH, mesmo com alta taxa fotossintética indicando um elevado poder tampão, pois o consumo de CO_2 é imediatamente compensado pela dissociação do bicarbonato de cálcio. Num ambiente aquático, o pH atua diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular dos organismos, interferindo no transporte iônico intra e extra-celular, bem como, entre os organismos e o meio (VINATEA, 1997).

2.4.5 – Temperatura

A Temperatura constitui um fator físico de papel relevante no metabolismo de todos os organismos aquáticos e na dinâmica das variáveis químicas da água.

De acordo com Brett (1958), existe uma temperatura adequada para o crescimento ótimo de cada espécie aquática. Ainda o incremento da temperatura promove a aceleração dos processos metabólicos, das taxas de decomposição e das reações químicas, influenciando na taxa de filtração.

2.4.6 – Oxigênio Dissolvido

O oxigênio é o segundo gás mais abundante na água depois do Nitrogênio, e também o mais importante, já que nenhum organismo aeróbio (peixes, crustáceos ou moluscos) pode viver sem ele (PIPER et.al.1989).

Quando os níveis de oxigênio dissolvido na água se encontram muito baixos em tanques de aquicultura, os organismos cultivados podem estressar-se e até mesmo morrer (MADENJIAN et al, 1987).

De acordo com Fast e Boyd (1992), os tanques de cultivo possuem quatro fontes principais de oxigênio: fitoplâncton e plantas aquáticas (fotossíntese), oxigênio atmosférico (difusão), oxigênio da água adicionada (renovação da água) e oxigênio incorporado a partir de aeradores mecânicos.

2.4.7 – Salinidade

Expressa a quantidade de sais dissolvidos nas águas dos lagos e reservatórios, a salinidade é maior no verão do que no inverno. (ESTEVES) 1998. Tradicionalmente, esta medida era expressa em "permilagem" ou ‰ - x gramas de sal em um litro de água. No entanto, com as novas técnicas de medição, fundamentalmente eletrônicas, ou seja, medindo a condutividade de uma amostra de água, em comparação com um padrão, considera-se que a salinidade não tem unidades.

2.4.8 – Clorofila

Clorofila é o pigmento fotossintético, presente em todos os organismos fitoplanctônicos, seja: eucariótico (algas), ou procariótico (cianobactérias), e é utilizado com parâmetro da biomassa algal (KURODA et al., 2005).

A intensa cor verde da clorofila se deve a suas fortes absorções das regiões azuis e vermelhas do espectro eletromagnético, e por causa destas absorções a luz que ela reflete e transmite parece verde. Ela é capaz de canalizar a energia da luz solar em energia química

através do processo de fotossíntese. Neste processo a energia absorvida pela clorofila transforma dióxido de carbono e água em carboidratos e oxigênio (SPEER, 1997).

A clorofila-*a* atua como indicador do estado fisiológico do fitoplâncton, através da relação clorofila-*a*/feofitina-*a*, e por determinações espectrofotométricas de pigmentos têm sido amplamente usadas, especialmente no caso de clorofila-*a*, por representar cerca de 1 a 2 por cento do peso seco do material orgânico das algas planctônicas. Tem sido um indicador para estimar a biomassa algal. Assim a clorofila-*a* é considerada a principal variável indicadora do estado trófico dos ambientes aquáticos (NELSON, 2004).

2.4.9 – Feofitina

A feofitina é um produto da degradação da clorofila-*a* (desmetalizada) que pode interferir grandemente nas medidas deste pigmento, por absorver luz na mesma região do espectro que a clorofila-*a* (SOARES, 2006).

3 – OBJETIVOS

3.1 – Objetivo geral

Determinar a eficiência do tratamento do efluente de um cultivo de camarão em sistema heterotrófico, com uso do marisco *Anomalocardia brasiliiana* e da macroalga *Gracilaria* sp., através da dinâmica de variáveis biológicas e físico-químicas verificando a redução de variáveis impactantes sobre a qualidade da água.

3.2 – Objetivos específicos

- Avaliar a variação da concentração de nutrientes, de variáveis físicas, químicas e pigmentos fotosintetizantes presentes no efluente, antes e após o uso do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana*.
- Avaliar a variação da concentração de nutrientes, de variáveis físicas, químicas e pigmentos fotosintetizantes presentes no efluente, antes e após o uso da macroalga *Gracilaria* sp.

SANTOS, T.C.P. Avaliação do desempenho da *Anomalocardia brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão

4 – ARTIGO CIENTÍFICO

Avaliação do desempenho de *Anomalocardia brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão

Evaluation of the performance of *Anomalocardia brasiliiana* and *Gracilaria* sp. as biofilters of shrimp's effluent

Artigo a ser submetido a Revista Brasileira de Ciências Agrárias

Tereza Paiva Santos, Sérgio Catunda Marcelino, William Severi e Alfredo Olivera Gálvez

Avaliação do desempenho da *Anomalocardia brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão

Tereza Paiva Santos¹, Sérgio Catunda Marcelino¹, William Severi¹ e Alfredo Olivera Gálvez²

¹ Laboratório de Limnologia. Depto de Pesca e Aquicultura/UFRPE. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife/PE – Brasil, CEP 52.171-900 Fone: 55-81-33206514 (kkcatina.p@gmail.com)² Laboratório de Maricultura Sustentável. Depto de Pesca e Aquicultura/UFRPE. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos Recife/PE – Brasil, CEP 52.171-900 Fone: 55-8133206504

RESUMO

A eficiência de um sistema de tratamento integrado para melhorar a qualidade da água de efluentes de viveiros de camarão em sistema heterotrófico, foi avaliada através da análise de variáveis químicas, físicas e biológicas utilizando processos de filtração por bivalves (1ª fase) e absorção por macroalgas (2ª fase). Foram utilizados três tanques controle só com aeração e três tanques, experimentais aos quais foi adicionada *Anomalocardia brasiliiana* (5 ind/L) na primeira fase durante 48 horas e na fase seguinte retirada de *A. brasiliiana*, e substituída pela macroalga *Gracilaria* sp. (1g/L) também por 48 horas, num total de 96 horas sempre com aeração. Foram realizadas coletas de água de seis em seis horas, para análise das concentrações de clorofila-a, feofitina, fósforo total, fosfato total, fosfato inorgânico, amônia total, nitrato, nitrito, alcalinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade e pH. Os resultados mostram que os dois organismos filtradores biológicos reduziram significativamente variáveis poluentes no efluente. Foi observado que, no tratamento controle, após as 96 horas houve redução a quase zero da concentração do nitrito e aumento gradativo de nitrato. Outros estudos devem ser feitos, levando-se em conta essa redução do nitrito no efluente. No tratamento com os biofiltros, houve redução significativa, das variáveis.

Palavras-chave: macroalga, biofiltros, heterotrófico, efluente

Evaluation of the performance of *Anomalocardia brasiliiana* and *Gracilaria* sp. as biofilters of shrimp`s effluent

ABSTRACT

The efficiency of a system of integrated treatment to improve the quality of the water of shrimp effluent in heterotrophic system, was evaluated through the analysis of chemical, physical and biological variable, using processes of filtration for bivalves (1st phase) and absorption for macroalgae (2nd phase), three tanks had been used have only controlled with aeration and three tanks, experimental which was added *Anomalocardia brasiliiana* (5 ind/L) in the first phase during 48 hours. At the second phase, the *A. brasiliiana* was removed and substituted by, macroalgae *Gracilaria* sp. (1g/L) also for 48 hours, in a total of 96 hours always with aeration. Water collections had been carried through of six in six hours. For analyses of concentrations of chlorophyll-*a*, pheophytin, total phosphorus, total phosphate, orthophosphates total ammonium, nitrate, nitrite, alkalinity, temperature, dissolved oxygen, salinity, turbidity and pH. The results shown that the two organisms biological filters had reduced significantly variables pollutants in the effluent. It was observed that in the control treatment after the 96 hours, had reduction almost the zero of the concentration of the nitrite and a gradual increase of the nitrate. Other studies must be made, leading in account this reduction of the nitrite in the effluent. In the treatment with the biofilters, it had significant reduction, of variables.

Word-key: macroalgae, biofilters, heterotrophic, effluent

INTRODUÇÃO

O camarão por ser um produto de alto valor agregado, fez com que o Brasil atingisse uma posição de destaque no cenário mundial, exportando 128.000 milhões de dólares em 2006 (FAO, 2008). A partir de 2003, o Brasil consolidou-se como o principal produtor de camarões da América Latina, superando países como Equador e México, que tradicionalmente ocupavam o primeiro e segundo lugar, respectivamente (Rocha, 2005).

Apesar destas expectativas positivas, não se pode deixar de reconhecer que a carcinicultura apresenta riscos significativos do ponto de vista ambiental (Ramos et al., 2008). Na atualidade, os problemas mais freqüentes ocasionados pela carcinicultura são: poluição dos corpos de águas naturais com nutrientes, aumento dos níveis de clorofila-*a*, matéria orgânica e sólidos em suspensão que se encontram na forma particulada, ou dissolvida na água. Os materiais particulados são detritos orgânicos, como fezes de camarão, restos de ração não consumida e fertilizante em sua maioria. (Nunes, 2002; Pruder, 1992; Sandifer & Hopkins, 1996; Paez-Osuna et al., 1997; Xie et al. 2004).

Independente do sistema de produção utilizado, semi-intensivo ou intensivo, no cultivo de camarões marinhos, o volume e a quantidade dos efluentes produzidos por empreendimentos de cultivo de camarão tem relação com o manejo, nível de intensificação adotado e layout da fazenda. Aspectos como proteção dada aos diques e taludes, posicionamento dos aeradores e profundidade dos viveiros, práticas de manejo alimentar e digestibilidade da ração, influenciam diretamente a quantidade de sólidos em suspensão e de excreta dos animais. (Nunes, 2002; Paez-Osuna et al., 1997; Xie et al., 2004).

Os fertilizantes utilizados nos viveiros de cultivo de camarão possuem capacidade de aumentar as concentrações de nitrogênio e fósforo da água. Além disso, os resíduos da ração não consumida, após serem degradados em nutrientes inorgânicos pelos microorganismos, são convertidos em amônia, fosfato e dióxido de carbono. A qualidade dos efluentes do cultivo de camarão é avaliada através de parâmetros físico-químicos de qualidade da água, incluindo variáveis como nitrito, nitrato, amônia, pH, oxigênio dissolvido (OD), fósforo total, fosfato total, alcalinidade, temperatura, dentre outros (Nunes, 2002).

Uma alternativa viável para o tratamento dos efluentes provenientes da aquicultura é o uso do sistema integrado. A remoção biológica de matéria orgânica e inorgânica pode ser feita mediante a utilização de moluscos filtradores (Lefebvre et al., 2000) e utilização de algumas

espécies de macroalgas com elevado poder de absorção de nutrientes (Buschmann et al., 2001).

O uso de moluscos tem como finalidade principal, filtrar o excesso de fitoplâncton nas descargas de água dos viveiros de engorda, nos quais as macroalgas e as bacias de decantação não são capazes de remover de forma eficiente. Ostras e sururu ou mexilhão são as espécies de moluscos que apresentam o maior potencial de tratamento desses efluentes (Nunes, 2002).

Nos sistemas de aquicultura, a maior parte do nitrogênio e fósforo disponível é proveniente da excreção animal, e geralmente está disponível sob a forma de amônio (NH_4) e ortofosfato (PO_4) (Matos et al., 2006). Em geral, esses elementos são as formas de nutrientes preferidos pelas macroalgas (Deboer, 1981), pois, segundo Nunes (2002), plantas utilizam amônia, nitrogênio, nitrato e fósforo inorgânico dissolvido para o crescimento, e, portanto, podem agir com um poderoso biofiltro dos efluentes de camarão. Estudos realizados em efluentes de aquicultura indicam que, em geral, as macroalgas exibem uma rápida absorção e consequentemente um elevado crescimento nos primeiros dias de cultivo (Marinho-Soriano et al., 2002).

Diante da busca por novas tecnologias ambientalmente sustentáveis para solucionar a problemática dos efluentes da carcinicultura, este experimento foi realizado visando avaliar a capacidade do bivalve *A. brasiliiana* e da macroalga *Gracilaria* sp., no tratamento do efluente resultante da mistura das águas de um cultivo heterotrófico dos camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) e *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967).

MATERIAL E MÉTODOS

Local de execução

O experimento foi realizado no Laboratório de Maricultura Sustentável (LAMARSU) do Departamento de Pesca e Aquicultura e todas as análises realizadas no Laboratório de Limnologia, ambos na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Material biológico utilizado

Anomalocardia brasiliiana

Os indivíduos da espécie *A. brasiliiana* foram provenientes da praia de Maria Farinha litoral Norte de Pernambuco, transportados em sacos plásticos com água. No laboratório os animais foram estocados em tanques de 200 litros contendo água marinha e sob areação constante, em seguida, alimentadas com *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* e *Tetraselmis tetrathele*, permanecendo por 48 horas até o início do experimento.

***Gracilaria* sp.**

A biomassa de *Gracilaria* sp. foi obtida de um cultivo localizado na praia de Pau Amarelo, Paulista-PE transportada em caixas de isopor com água do local da coleta até o laboratório, e mantida sob aeração constante em água marinha fertilizada com NO_3Na (0,04 g/L) durante 48 horas até serem introduzidas no experimento.

Efluente

O efluente usado foi proveniente de um cultivo heterotrófico experimental de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* e *Farfantepenaeus subtilis* realizado anteriormente no LAMARSU.

A água foi inicialmente proveniente da Netuno situada em Barra de Serinhaém, do laboratório de produção de pós larva de reprodução de camarão e foi colocada em 8 tanques quadrados pretos de dimensões 0,52x1,74 com capacidade para 380L.

Foram colocados 300L e fertilizado inorganicamente (10N, 1P, 5Si) para garantir os nutrientes necessários à produção primária. 12horas após inocularam-se diatomáceas na proporção de 10^4 células/mL, após 36horas organicamente com melaço, às 48 horas foi adicionada bactéria, probiótico comercial Bacillus Subtilis e Bacillus Licheiniformis na concentração de 5×10^{10} unidades formadoras de colônia inoculadas na proporção de 2ppm (dosagem indicada pelo fabricante), a 72horas então foram colocados os animais, 200PL's por tanque(PL – pós de 0,5 ppm de probiótico a cada 5 dias. com alimentação de 10% da biomassa de uma ração comercial com 35% de proteína bruta de origem animal (farinha de peixe) para *Vannamei* . Esta oferta alimentar duas vezes ao dia às 8horas e às 18horas com projeção de sobrevivência e crescimento a cada 10 dias acompanhado por biometria. A cada 5 dias realizava-se uma fertilização orgânica considerando uma proporção 20:1 (C:N) . O N detectado através de análises em laboratório. Aos 82 dias os animais foram retirados e a água desse cultivo heterotrófico foi misturada (*Vannamei* e *Subtilis*) e homogenizada.

Desenho experimental

O experimento se dividiu em duas fases, cada uma com 6 unidades experimentais durante um período de 48 horas. A primeira fase de 0 a 48 horas sendo representada por dois tratamentos com três réplicas cada, tendo o primeiro tratamento chamado controle só com aeração, e o segundo tratamento com *Anomalocardia brasiliiana*. A segunda fase foi de 48 a 96 horas, também representada por dois tratamentos com três réplicas cada, o primeiro

tratamento continuou sendo o controle só com aeração, e o segundo tratamento com a substituição da *A. brasiliiana* pela *Gracilaria* sp.

A água proveniente do cultivo heterotrófico foi homogeneizada e distribuída em unidades experimentais, representadas por: seis tanques com 380 litros de capacidade e volume útil de 200 litros, mantido sob aeração constante durante todo o período de experimentação (96H). A densidade de estocagem para *A. brasiliiana* foi de 5 ind/L e de *Gracilaria* sp. 2 g/L.

Amostragens e determinação de variáveis físico-químicas e biológicas

A cada 6 horas, foram coletadas amostras de água (500 mL) para análise. E no local, feita a aferição da salinidade, com refratômetro Modelo 211, pH, com pHmetro de Modelo pH Meter TEC-2 da TECNAL, além de temperatura e oxigênio dissolvido através de Oxímetro da marca LUTRON Modelo DO 5510.

No Laboratório de Limnologia, as análises químicas seguiram a metodologia assim descrita. Turbidez com um turbidímetro de bancada da marca Orbeco Hellige. Alcalinidade por titulação com HCl 0,01N usando-se como indicadores fenoftaleína¹ e solução indicadora mista de verde de bromocresol² método Felföldy (1987). As outras análises todas serão com leitura em espectrofotômetro. Fósforo total, fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico foram analisados segundo Eaton et al., (1995) Antes de se prosseguir com as outras análises é necessário uma filtração da amostra com filtro de celulose de 0,45 µm da Millipore.

Para a clorofila-*a* e a feofitina foi feito pelo método segundo Nusch (1980). O nitrito pelo método de Bendochneider Robinson (1952) segundo Golterman et al., (1978), o nitrato segundo Mackereth et al., (1978), amônia (NH₄⁺ e NH₃) segundo Koroleff (1976)

Tratamento dos dados

Fez-se uma média aritmética com os dados das réplicas de cada variável no determinado horário nas duas fases. E calculou-se a eficiência em valores percentuais para cada variável entre o início e o final de cada fase, assim como, entre o início (0 hora) e o final do experimento (96 horas). A eficiência pretendida é de retirada (ret) para todas as variáveis, exceto alcalinidade e oxigênio dissolvido, onde estas são de incremento (inc).

Análise estatística

Para verificar a homogeneidade da distribuição dos dados utilizou-se o teste de Bartlett e quanto à normalidade, foi usado o teste Kolmorov-Smirnov. Observando-se que os dados

não tiveram homogeneidade da variância nem apresentaram distribuição normal então se utilizou o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com $P < 0,05$ a fim de avaliar o grau de significância em relação à redução de nutrientes impactantes na água de efluentes de cultivo de camarão heterotrófico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, encontrados em análise, das concentrações das variáveis no início e fim de cada fase, foram explícitos em tabelas, com as respectivas unidades, e usados na avaliação da eficiência das fases deste experimento (0 a 48 horas e 48 a 96 horas) e também para cálculo da diferença significativa entre os dois tratamentos. Depois, fez-se o cálculo da eficiência total com o tratamento controle de 0 a 96 horas e o tratamento com *Anomalocardia brasiliiana* de 0 a 48 horas e *Gracilaria* sp. de 48 a 96 horas e também, a diferença significativa entre os dois tratamentos.

Para as duas fases utilizamos os dados encontrados em análise nas diferentes variáveis na hora inicial 0 hora a 48 horas e a 96 horas (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados das médias feitas com as réplicas de cada variável analisada no horário de 0h a 96 horas
Table 1 - Results of the averages made with the rejoinders of each 0 variable analyzed in the schedule of 0h and 96 hours

Variáveis/Tratamentos	T Controle 0h	T Controle 48h	Controle 96h	T Anomal 0h	T Anomal 48h	Gracilaria 96h
$\text{NO}_3^- \mu\text{g/L}$	4566,112	4477,344	4988,503	4571,000	4320,862	4293,597
$\text{NO}_2^- \mu\text{g/L}$	548,869	472,150	10,815	546,651	547,667	848,076
$\text{NH}_4^+; \text{NH}_3 \mu\text{g/L}$	0,261	31,303	23,738	0,522	205,813	72,778
PO_4^- inorgânico $\mu\text{g/L}$	1652,752	1483,119	1193,993	1600,738	2096,985	2239,811
PO_4^- total $\mu\text{g/L}$	1322,907	1280,200	1587,689	1326,424	1406,814	1929,847
$\text{P}_{\text{total}} \mu\text{g/L}$	1818,320	2118,206	1810,884	1869,539	2252,039	2181,818
Clorofila- $\alpha \mu\text{g/L}$	32,240	13,020	52,080	31,216	7,440	3,720
Feofitina $\mu\text{g/L}$	26,970	3,720	26,040	31,458	1,860	0,000
Turbidez $\mu\text{g/L}$	21,57	7,27	15,13	23,40	53,23	9,23
Alcalinidade mg/Ldc CaCO_3	57,83	52,67	58,33	55,67	105,50	89,17
Salinidade	36,0	37,0	38,7	36,0	37,0	38,3
pH	8,07	8,02	8,00	8,07	7,95	8,02
Oxigênio dissolvido mg/L	6,93	7,57	7,00	6,50	7,00	6,20
Temperatura $^\circ\text{C}$	26,3	25,6	26,3	26,3	25,9	26,9

Estes dados foram utilizados para o cálculo da eficiência.

Obteve-se os seguintes resultados para o tratamento controle e o tratamento com a *Anomalocardia brasiliiana* (Tabela 2).

No tratamento controle não houve eficiência no fósforo total, amônia, alcalinidade e salinidade. Se observa uma pequena eficiência de retirada no pH com um percentual de 0,66% o nitrato com 194%, a temperatura com 2,53%, fosfato total com 3,23%, o fosfato inorgânico

de 10,26%, o nitrito teve 13,98%, e maiores percentuais na clorofila-*a* com 59,62%, turbidez de 66,31% e feofitina com 86,21%. Já para o oxigênio dissolvido a eficiência teve um incremento de 9,13%.

Já no tratamento com a *A. brasiliiana* o nitrito, amônia, fosfato inorgânico, fosfato total, fósforo total turbidez e salinidade não tiveram eficiência, um pequeno percentual foi observado na temperatura de 1,52%, no pH que teve 1,53%, no nitrato com 5,47% e no oxigênio dissolvido de 7,69%, os maiores resultados se deram na clorofila-*a* que obteve um percentual de 76,17%, a alcalinidade o valor de 89,52% e a feofitina com 94,09%, como demonstra a tabela abaixo.

No tratamento controle versus tratamento com *A. brasiliiana* no período de 0 a 48 horas, o nitrato, nitrito, salinidade, temperatura, clorofila-*a* e feofitina não tiveram diferença significativa. Amônia, fosfato inorgânico turbidez, alcalinidade, oxigênio dissolvido, fósforo total, fosfato total e pH apresentaram diferença significativa. Vale salientar que a amônia e o fósforo apesar de apresentarem diferença significativa não foi de eficiência de retirada, foi de incremento nesta primeira fase (Tabela 2).

Tabela 2 – Dados da eficiência para retirada (ret) e para incremento (inc) da primeira fase no tratamento controle e no tratamento com *Anomalocardia brasiliiana* de 0h a 48 horas e Kruskal Wallis controle x *A. brasiliiana*
Table 2 - Efficiency data to withdrawal (ret) and increment (inc) of the first phase of the controlled treatment and the treatment with *Anomalocardia. brasiliiana* of 0h to 48 hours and Kruskal Wallis it has controlled x *A. brasiliiana*

Variáveis/Tratamentos	Controle	<i>Anomalocardia</i>	Controle x <i>A. brasiliiana</i>
NO ₃ ⁻ (ret)	1,94%	5,47%	Não teve ≠ significativa
NO ₂ ⁻ (ret)	13,98%	-	Não teve ≠ significativa
NH ₄ ⁺ ; NH ₃ (ret)	-	-	p=0,0001
PO ₄ ⁻ inorgânico (ret)	10,26%	-	p=0,0001
PO ₄ ⁻ total (ret)	3,23%	-	p=0,0010
P _{total} (ret)			p=0,0340
Clorofila- <i>a</i> (ret)	59,62%	76,17%	Não teve ≠ significativa
Feofitina (ret)	86,21%	94,09%	Não teve ≠ significativa
Turbidez (ret)	66,31%		p=0,0001
Alcalinidade (inc)		89,52%	p=0,0001
Salinidade (ret)	-	-	Não teve ≠ significativa
pH (ret)	0,66%	1,53%	p=0,0001
Oxigênio dissolvido (inc)	9,13%	7,69%	p=0,0461
Temperatura (ret)	2,53%	1,52%	Não teve ≠ significativa

Na primeira fase este experimento baseou-se em usar um bivalve nativo de fácil manuseio, espécie nativa e baixo custo estudando sua eficácia em diminuir os impactos ambientais em efluentes de camarão, fazendo parte do projeto de cooperação entre Brasil e

Canadá, G.D.M.(gente da maré), usou-se a *Anomalocardia brasiliiana* sendo um trabalho pioneiro.

Pode-se afirmar que esta primeira fase do experimento foi prejudicada pelo índice de cerca de 40% da morte dos bivalves. Talvez devido ao estresse sofrido por mudar de habitat e também por na natureza viverem em substratos arenosos e lamosos, coisa que não tiveram durante o experimento em laboratório, já que estes ficaram apenas no fundo dos tanques.

A utilização de moluscos bivalves como biofiltros tem sido recomendado por vários autores (Shpigel & Neori, 1996; Nascimento et al.,1998; Neori et al., 1998; Jones et al., 2001 2002; Nunes, 2002), concluindo que é uma ótima alternativa de tratamento de água de efluente em aquicultura.

Resultados de Nascimento (1991) e Poli (2004) mostram que a espécie *Crassostrea rhizophorae* tem um habitat preferencialmente no mesolitoral. A ostra consome preferencialmente matéria orgânica rejeitando o material inorgânico (Jones et al.,2002) explicando a retirada da clorofila-*a*.

Jones et al (2002) afirmam que as ostras removem uma grande concentração de fitoplâncton, bactérias e outros sólidos suspensos na coluna d'água.

A salinidade esteve sempre estável, a temperatura também variando apenas entre o dia e a noite, a clorofila-*a* por ali existirem animais competindo por alimento consumindo microalgas, diminuindo a produtividade primária, reduz-se, além do que a *Anomalocardia brasiliiana* é filtrador de partículas vegetais.

A amônia sofreu um incremento, pois teve 1000 organismos excretando, além do que 40% da *A. brasiliiana* foram retiradas após as 48 horas mortas.

A decomposição orgânica gera amônia corroborando com Jones et al.,(2001) que afirma que em relação à concentração de amônia de um sistema durante a fase de filtração é possível esperar um incremento de sua concentração, determinando que a ostra excreta amônia, aminoácidos, uréia, ácido úrico e fosfatos.

O fósforo teve um incremento devido ao mesmo, que estava contido na biomassa dos animais e que foi liberado para a água principalmente dos que morreram.

Neste experimento os fosfatos tiveram um incremento pelo mesmo motivo sofreram influência da morte dos animais influenciando na alteração da alcalinidade, pois disponibilizou carbonato, aumentando a turbidez, e a decomposição da matéria orgânica consumindo oxigênio dissolvido e produzindo gás carbônico, causa do aumento do pH.

De acordo com Poli (2004), *Crassostrea rhizophorae* tem ampla tolerância para suportar baixas concentrações de oxigênio dissolvido por habitar ambientes costeiros que apresentam grandes variações e inclusive, sofre processos de dissecação, prolongadas, durante o período de maré baixa, nas zonas estuarinas associadas a áreas de mangues.

Segundo Ramos et al., 2008 do ponto de vista ambiental os resultados obtidos com *Crassostrea rhizophorae* foram altamente positivos em seu estudo para melhorar a qualidade de água que se libera para os ambientes naturais e sugere a possibilidade de integrar macroalgas ao sistema, (o que foi feito na segunda fase deste experimento) de modo a reduzir a concentração dos nitrogenados, principalmente a amônia gerada pela degradação do alimento não consumido e pela excreção dos camarões (Paez-Osuna et al., 1997) assim como também o excremento das ostras na aplicação do processo de filtração (Jones et al., 2001) considerando a reconhecida eficiência da assimilação da amônia pelas macroalgas (Chopin, 2001) realizado nesta segunda fase, onde às 48h se substituiu a *Anomalocardia brasiliiana* pela *Gracilaria* sp.

No tratamento controle o nitrato, o fosfato total, a clorofila-*a*, feofitina, turbidez, salinidade, oxigênio dissolvido e temperatura à 96 horas não tiveram eficiência. Já no nitrito este teve uma eficiência de 97,71%, a amônia de 24,17%, o fosfato inorgânico teve 19,49% o fósforo total teve 14,51%, e o pH foi de 0,25%. A alcalinidade teve uma eficiência de 10,76%.

No tratamento com a *Gracilaria* sp., nitrito, fosfato inorgânico, o fosfato total, a alcalinidade, a salinidade, o pH, o oxigênio dissolvido e a temperatura não tiveram eficiência mas no nitrato uma pequena de 0,63% , e no fósforo total 3,12%. Já a clorofila-*a* teve 50% de eficiência a amônia teve 64,64%, a turbidez teve 82,65% e na feofitina foi de 100%.

Na comparação do tratamento controle versus tratamento com *Gracilaria* sp., de 48 a 96 horas, foi verificado diferenças significativas para o nitrato, o nitrito, amônia, fosfato total, fosfato inorgânico, fósforo total, clorofila-*a*, feofitina, turbidez, alcalinidade e oxigênio dissolvido. Já a salinidade, pH e temperatura não tiveram diferença significativa (Tabela 3).

Tabela 3- Dados da eficiência para retirada (ret) e para incremento (inc) da segunda fase no tratamento controle no tratamento com *Gracilaria* sp de 48 a 96 horas e Kruskall Wallis controle x *Gracilaria* sp.

Table 3- Efficiency data to withdrawal (ret) and increment (inc) of the second phase of the controlled treatment and with treatment *Gracilaria* sp of the 48 horas the 96 hoursours and Kruskall Wallis it has controlled x. *Gracilaria* sp.

Variáveis/Tratamentos	Controle	<i>Gracilaria</i>	Controle x <i>Gracilaria</i>
NO ₃ ⁻ (ret)	-	0,63%,	p=0,0001
NO ₂ ⁻ (ret)	97,71%	-	p=0,0001
NH ₄ ⁺ ; NH ₃ (ret)	24,17%	64,64%	p=0,0001
PO ₄ ⁻ inorgânico (ret)	19,49%	-	p=0,0001
PO ₄ ⁻ total (ret)	-	-	p=0,0020
P _{total} (ret)	14,51%	3,12%,	p=0,0018
Clorofila- <i>a</i> (ret)	-	50%	p=0,0001
Feofitina (ret)	-	100%	p=0,0001
Turbidez (ret)	-	82,65%	p=0,0003
Alcalinidade (inc)	10,76%	-	p=0,0001
Salinidade (ret)	-	-	Não teve ≠ significativa
pH (ret)	0,25%	-	Não teve ≠ significativa
Oxigênio dissolvido (inc)	-	-	p=0,0002
Temperatura (ret)	-	-	Não teve ≠ significativa

Na segunda fase do experimento no tratamento controle o nitrito teve uma redução de 97,71% isto prova que o efluente de cultivo heterotrófico é oxidado pela ação das bactérias nitrificantes sob aeração.

Como a água foi impactada (aumento de nitrito, nitrato, amônia, fósforo e fosfatos) nas primeiras 48 horas pela excreção e morte parcial dos moluscos (*Anomalocardia brasiliiana*), além da iluminação inadequada, pois como o experimento foi feito em laboratório onde a incidência do sol era limitada por telha transparente e não ao ar livre como exige a *Gracilaria* sp. que tem preferência pela luz solar direta para absorção dos nutrientes, as 48 horas desta fase foi tempo insuficiente para a retirada destes acarretando numa menor eficiência. Contudo para as variáveis turbidez, feofitina, clorofila-*a* e amônia de 48 a 96 horas a *Gracilaria* sp. mostra eficiência.

Se observou coincidências obtidas por Ramos et al (2008) na redução da turbidez e na clorofila-*a* com percentagens maiores dos que a obtidas por Jones et al (2001). Tem sido sugerido que *Gracilaria* sp. responde mais rápido à redução de amônia e nitrato (Hanisak, 1983; Glenn et al., 1999; Jones et al., 2001), corroborando com o trabalho presente em relação aos resultados de amônia. Macroalgas podem assimilar grandes quantidades de nutrientes orgânicos e inorgânicos dissolvidos, geralmente com amônia em preferência (Schuenhoff et al., 2003). Várias espécies de *Gracilaria* sp., assimilaram a amônia dos efluentes da

aquicultura, incluindo *Gracilaria edulis* (Jones et al., 2001) e *Gracilaria parvispora* (Glenn, et al., 1999).

Na segunda fase foi usada a *Gracilaria* sp. já vem sendo utilizada como biofiltro em outros trabalhos e conhecida como biorremediadora em tratamento de efluentes. Ao final das duas fases a salinidade, e temperatura não tiveram diferença significativa mostrando estabilidade. Todos os outros parâmetros tiveram.

Feitas as duas fases foi feita uma estatística de eficiência tanto no tratamento controle (0h a 96 horas) como no tratamento com *A. brasiliiana* (de 0 a 48 horas) e *Gracilaria* sp. (de 48 horas a 96 horas). No tratamento controle o nitrato, amônia, fosfato total clorofila-*a*, salinidade e temperatura não tiveram eficiência. O nitrito teve uma eficiência de 98,03%, o fosfato inorgânico de 27,76%, o fósforo total de 0,41%, a feofitina de 3,45%, a turbidez de 29,84%, o pH de 0,91%. O oxigênio dissolvido teve uma eficiência de 0,96% e a alcalinidade de 0,86% (Tabela 6). No tratamento com os biofiltros *A. brasiliiana* e *Gracilaria* sp. (0 a 96 horas) observa-se uma redução de 88% na clorofila-*a*, de 100% na feofitina, uma eficiência de retirada da turbidez de 60,54% e um aumento da alcalinidade de 60,18%. O nitrato e a clorofila-*a* não tiveram diferença significativa, todas outras variáveis físico-químicas tiveram. (Tabela 4). No tratamento controle de 0 a 96 horas versus tratamento *A. brasiliiana* (0 a 48 horas) e *Gracilaria* sp. (48 a 96 horas) de 0 a 96 horas (Tabela 4) podemos concluir que: comparando-se os tratamentos, salinidade e temperatura mantiveram-se estáveis todas as outras variáveis tiveram diferença significativa ($P < 0,05$).

Tabela 4 – Dados da eficiência do tratamento controle e tratamento *A. brasiliiana* + tratamento *Gracilaria* sp. de 0h a 96 horas para retirada (ret) e para incremento (inc) e Kruskal Wallis controle x T *Anom* + T *Gracil*
Table 4 - Efficiency data to withdrawal (ret) and increment (inc) of the controlled treatment and treatment with *A. brasiliiana* + treatment with *Gracilaria* sp of 0h to 96 horas and Kruskal Wallis it has controlled x. *Gracilaria* sp

Variáveis/Tratamentos	Controle	<i>A.brasil+ Gracil</i>	<i>A.brasil+ Gracil</i>
NO ₃ ⁻ (ret)	-	6,07%	p=0,0001
NO ₂ ⁻ (ret)	98,03%	-	p=0,0001
NH ₄ ⁺ ; NH ₃ (ret)	-	-	p=0,0001
PO ₄ ⁻ inorgânico (ret)	27,76%	-	p=0,0001
PO ₄ ⁻ total (ret)	-	-	p=0,0001
P _{total} (ret)	0,41%	-	p=0,0005
Clorofila- <i>a</i> (ret)	-	88,08%	p=0,0001
Feofitina (ret)	3,45%	100%	p=0,0001
Turbidez (ret)	29,84%	60,54%	p=0,0001
Alcalinidade (inc)	0,86%	60,18%	p=0,0001
Salinidade (ret)	-	-	Não teve ≠ significativa
pH (ret)	0,91%	0,70%	p=0,0002
Oxigênio dissolvido (inc)	0,96%	-	p=0,0001
Temperatura (ret)	-	-	Não teve ≠ significativa

Avaliando o resultado final no controle, nitrato, amônia, fosfato total e clorofila-*a* tiveram aumento nas suas concentrações ao longo do experimento, o fosfato inorgânico teve uma pequena diminuição e as demais variáveis permaneceram estáveis. O nitrito teve uma diminuição quase a zero ao longo do tempo (Figura 1 A), também observado por Guimarães, 2008 que afirmou que na avaliação do nitrito no controle os teores foram mais baixos do que os do tratamento (ostra, macroalga). Levando-se em conta que nesta água impactada, com aeração, rica em compostos nitrogenados as bactérias nitrospira agiram, transformando-os a nitrato. Explicando o incremento da clorofila-*a* este aumento influenciando na proliferação de algas já que estas aproveitam o nitrato como nutriente.

No tratamento (bivalve, macroalga) nitrito, fosfatos e fósforo tiveram incremento, a amônia teve incremento na fase com *Anomalocardia brasiliiana* já na fase com *Gracilaria* à 52h esta passou a consumi-la e então a diminuir sua concentração no efluente (Figura 1 B), o nitrato à 72h também começou a diminuir. Temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade e se mostraram estáveis ou com pequena variação. Clorofila-*a* (Figura 1 C), feofitina (Figura 1 D), alcalinidade (Figura 1 E) e turbidez (Figura 1 F) foram as variáveis que apresentaram maior eficiência para melhorar a qualidade da água deste efluente.

Jones e Preston, 1999; Guimarães, 2008 afirmam que ostras filtram fitoplâncton, com a retirada de cerca de 60% da clorofila-*a* o que vem de encontro com o experimento atual onde se constatou 88,08%.

O tratamento controle obteve eficiência máxima em relação à concentração do nitrito, reduzindo-o praticamente a zero, novos estudos devem tomar como exemplo essa redução para que se faça essa aeração por 96h antes da filtração por bivalves. E posterior filtração por macroalgas, também sugerindo que na colocação da *Anomalocardia brasiliiana* exista um substrato no fundo dos tanques que se pareça com o do seu habitat para que estas se adaptem melhor diminuindo seu índice de mortalidade.

Abaixo observamos pelas figuras de A, a F a variação das variáveis que tiveram mais impacto neste experimento, mostrando suas variações e oscilações de zero até as 96 horas duração deste e também a comparação entre o tratamento controle e o tratamento com *A. brasiliiana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48h a 96h).

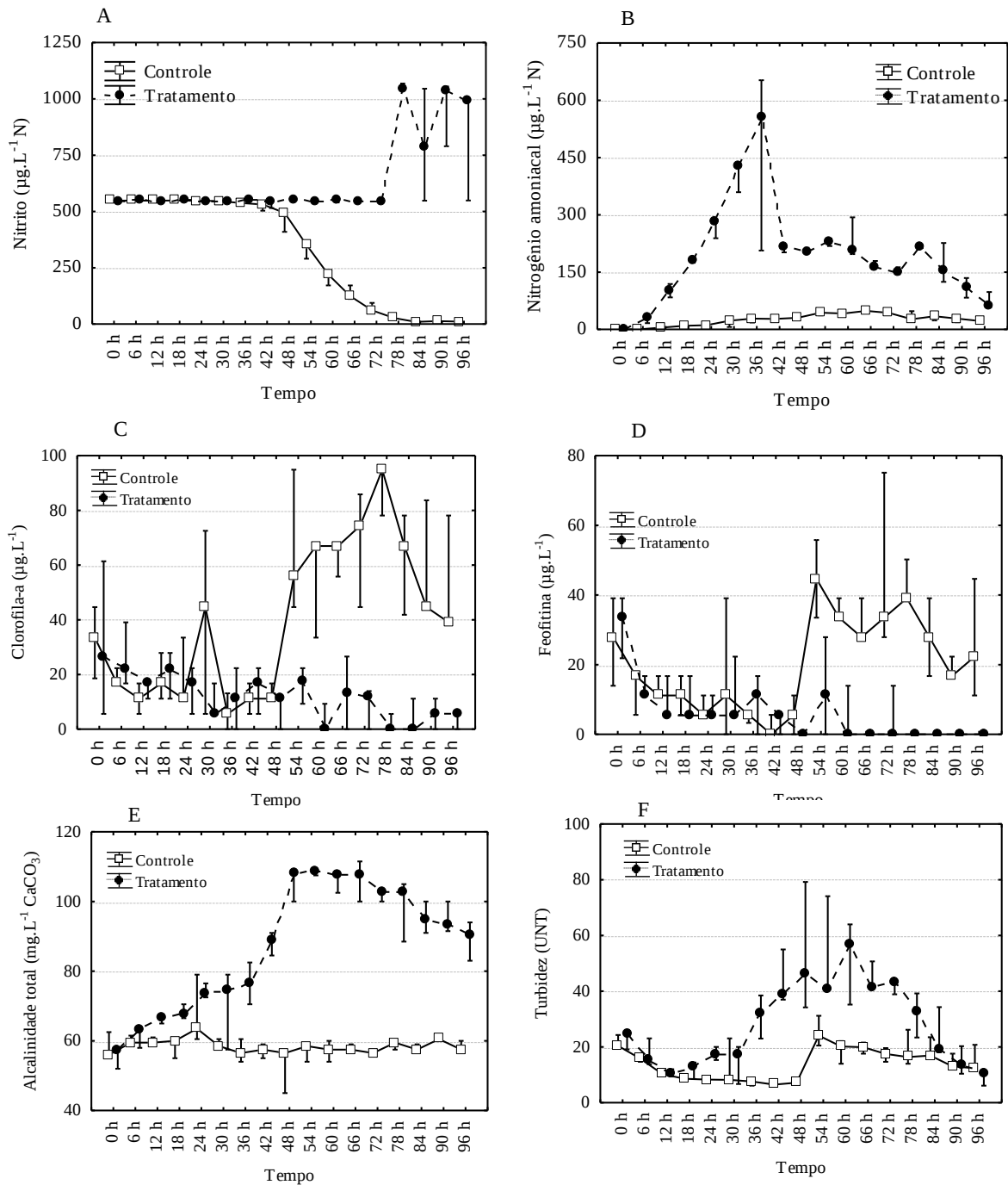


Figura 1 - Comportamento das variáveis que mais tiveram eficiência ao longo do experimento nos dois tratamentos. Tratamento controle (0h a 96 horas) (Controle) e tratamento com *Anomalocardia brasiliana* (0h a 48 horas) e com *Gracilaria* sp. (48 a 96 horas) (Tratamento). A = nitrito; B = nitrogênio amoniacal; C = clorofila-a; D = feofitina; E = alcalinidade total; F = turbidez.

Figure 1 - Behavior of the variable that had more efficiency throughout the experiment in the two treatments. Treatment has controlled (0h the 96 hours) (Control) and treatment with *brasiliana* *Anomalocardia* (0h the 48 hours) and with *Gracilaria* sp. (the 48 96 hours) (Treatment). = nitrito; B = ammoniac nitrogen; C = clorofila a; D = feofitina; E = total alkalinity; F = turbidez.

Conclusão

Os resultados obtidos mostram que o sistema integrado de filtração por moluscos e absorção por macroalgas é eficiente para melhorar a qualidade da água de efluente de camarão de um cultivo heterotrófico, reduzindo significativamente a concentração de poluentes.

LITERATURA CITADA

Buschmann, A. H.; Troell, M.; Kautsky, N. Integrated algal farming: a review. *Cah. Biol. Mar.*, v.42, p.83-90, 2001.

Deboer J.A. 1981. Nutrients. In: *The biology of seaweeds*. (eds. by Lobban C.S. & Wynne, M.J.). University of California, Berkeley, p.354-392.

Eaton, A. D.; Clesceri, L. S.; Greenberg, A. E. (Eds.). *Standard Methods for the examination of water e wastewater*. Washington: American Public Health Association (APHA), 1995. 157p.

Felföldy, L.; Szabo, E.; Tothl, L. *A bológiai vizminősítés*. Budapest: Vizügyi Hidrobiológia Vizdok, 1987. 258p.

Food and Agriculture Organisation (FAO). *Aquacult-PC: fishery information, data and statistics (FIDI), time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities)*. Programa computacional. Rome, 2008.

Glenn, E.P.; Moore, D.; Akutagawa, M.; Himler, A.; Walsh, T.; Nelson, S.G. Correlation between *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) biomass production and water quality factors on a tropical reef in Hawaii. *Aquaculture*, v. 178, n. 1 p.323–331, 1999.

Golterman, H. J.; Clymo, R. S.; Ohnstad, M. A. M. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. London: Blackwell Science Pub., 1978. 214p.

Guimarães, I.M. Utilização de ostra e macroalga como biofiltro para efluentes de cultivo de camarão marinho. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 49p. Dissertação Mestrado.

Hanisak, M. D. The nitrogen relationships of marine macroalgae. In: Carpenter, E. J.; Capone, D. G. (Eds). Nitrogen in the Marine Environment. New York: Academic Press Inc. 1983. 900p.

Jones, A. B.; Preston, N. P. Sidney rock oyster, *Saccostrea commercialis* (Iredale & Roughley), filtration of shrimp farm effluent: the effects on water quality. Aquaculture Research, v.30, n.1, p.51-57, 1999.

Jones, A. B.; Dennison, W. C.; Preston, N. P. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. Aquaculture, v.193, n.1, p.155-178, 2001.

Jones, A. B.; Preston, N. P.; Dennisom, W. C. The efficiency and condition of oysters and macroalgae used as biological filters of shrimp pond effluent. Aquaculture Research, v.33, n.1, p.1-19, 2002.

Koroleff, F. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (ed.). Methods of seawater analysis. New York: Verlag Chemie Weinheim, 1976. p. 117-187.

Lefebvre, S.; Barillé, L.; Clerc, M. Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) feeding responses to a fish-farm effluent. Aquaculture, v.187, n.1-2, p.185-198, 2000.

Mackereth, F. J. H.; Heron, J.; Talling, J. F. Water analysis: some revised methods for limnologists. London: Science Public., 1978. 121p.

Marinho-Soriano, E.; Morales, C.; Moreira, W.S.C. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) in shrimp pond effluents in Brazil. Aquaculture Research, v.33, n. 13, p.1081-1086, 2002.

Matos, J.; Costa, S.; Rodrigues, A.; Pereira, R.; Souza-Pinto, I. Experimental integrated aquaculture of fish and red seaweeds in Northern Portugal. *Aquaculture*, v.252, n.1, p.31-42, 2006.

Nascimento, I.; Mangabeira, F.; Evangelista, A.; Santos, A.; Pereira, S.; Silvany, A.; Carvalhal, G. Cultivo integrado de camarões e ostras: a busca de uma tecnologia limpa para o desenvolvimento sustentado. In: *Aqüicultura Brasil 98 – Desenvolvimento com sustentabilidade*, 1998, Recife. Anais... Recife: ABRAQ, 1998. v.2, p.503-514.

Nunes, A. Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. *Panorama de Aqüicultura*, v.71, p. 27-39, 2002.

Nusch, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* v.14, p.14-36, 1980.

Paez-Osuna, F.; Guerrero-Galvan, S.; Ruiz-Fernandez, A; Espinoza-Ângulo, R. Fluxes and mass bal. ances of nutrients. In: *A semi-intensive shrimp farm in north-western. México: Mar. Pollut. Bull.*, 1997. v.34, p.290- 297.

Pruder, G. Marine Shrimp pond effluent: Caracterization and environmental impact. In: Wyban, J.(ed.). *Procedings of the special session on shrimp farming*. Baton Rouge: World aquaculture society, 1992. p. 187-190.

Ramos, R.; Vinatea, L. A.; Costa, R. Tratamiento de efluentes del cultivo de *Litopenaeus vannamei* por sedimentación y filtración por la ostra *Crassostrea rhizophorae*. *Latin american journal of aquatic research*, v.36, n.2, p.235-244, 2008.

Rocha, P.I. Um analise da produção, demanada e preços do camarão no mercado internacional. *Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC)*, v.2, p.38-44, 2005.

Sandifer, P.; Hopkins, J. Conceptual design of a sustainable pon-based shrimp culture system. *Aquaculture Engineering*, v.15, p. 41-52, 1996.

Schuenhoff, A.; Shpigel, M.; Lupatsch, I.; Ashkenazi, A.; Msuya, F.E.; Neori, A. A semi-recirculating, integrated system for the culture of fish and seaweed. *Aquaculture*. 2003. 221: 167-181.

Xie, B.; Zhuhong, D.; Xiaorong, W. Impact of the intensive shrimp farming on the water quality of the adjacent coastal creek from Easter China. *Marine Pollution Bulletin*, v.48, p.543-553, 2004.

Anexos

Gráficos das variáveis analisadas

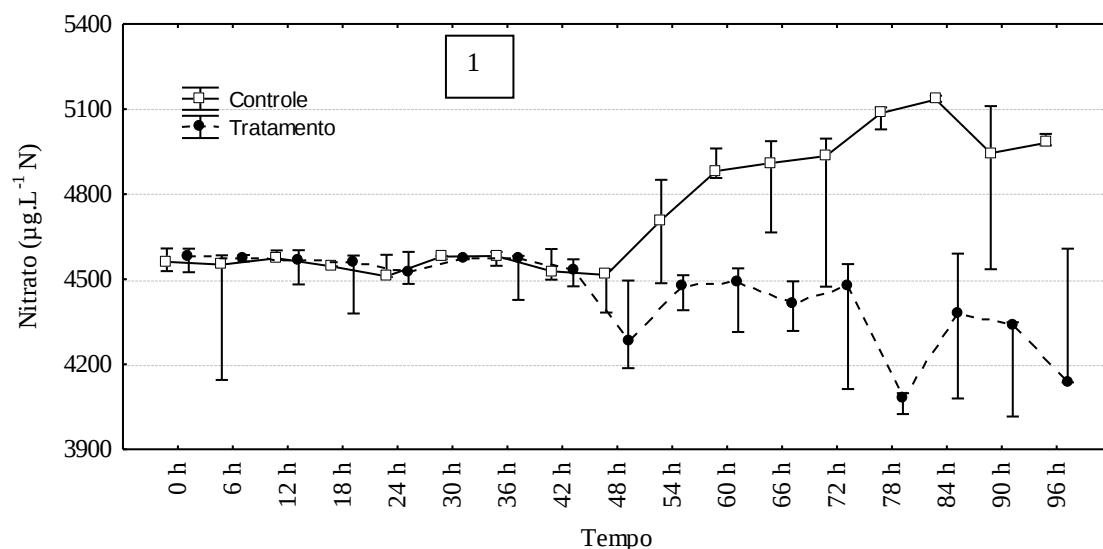


Gráfico 1 Concentração do nitrato durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

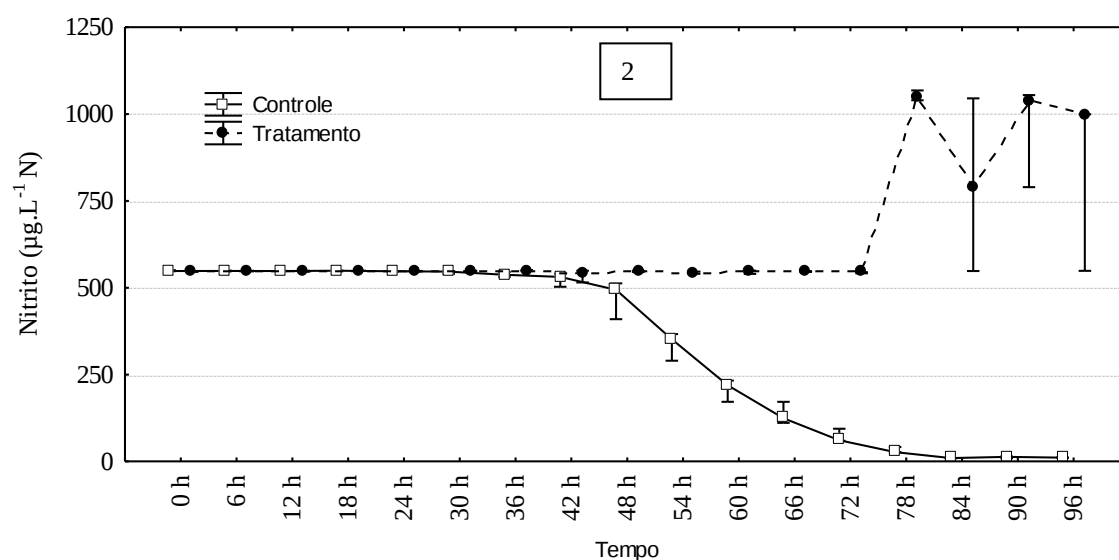


Gráfico 2 Concentração do nitrito durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

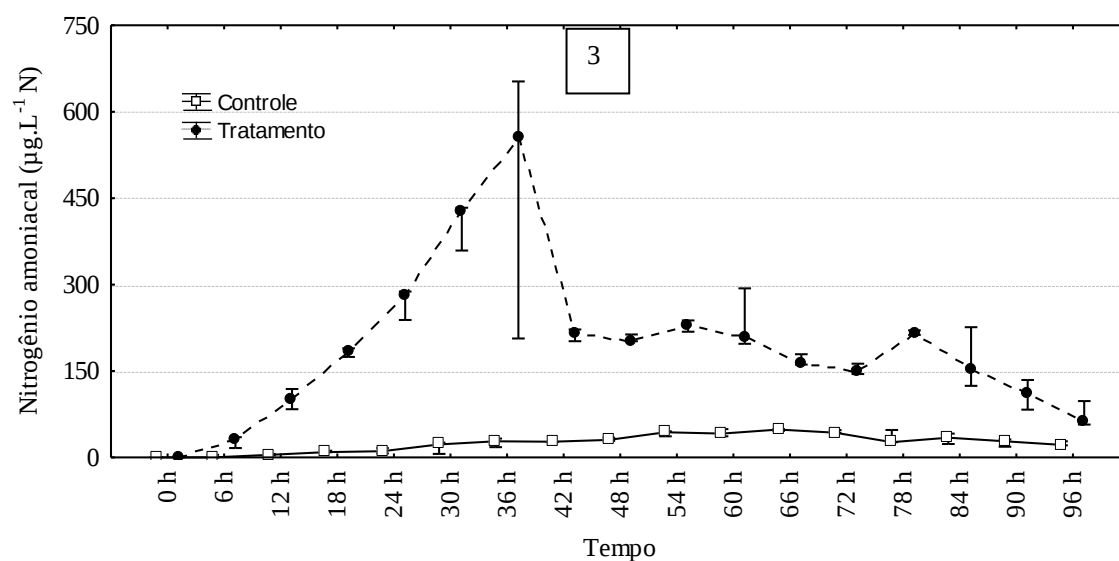


Gráfico 3 Concentração da Amônia durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

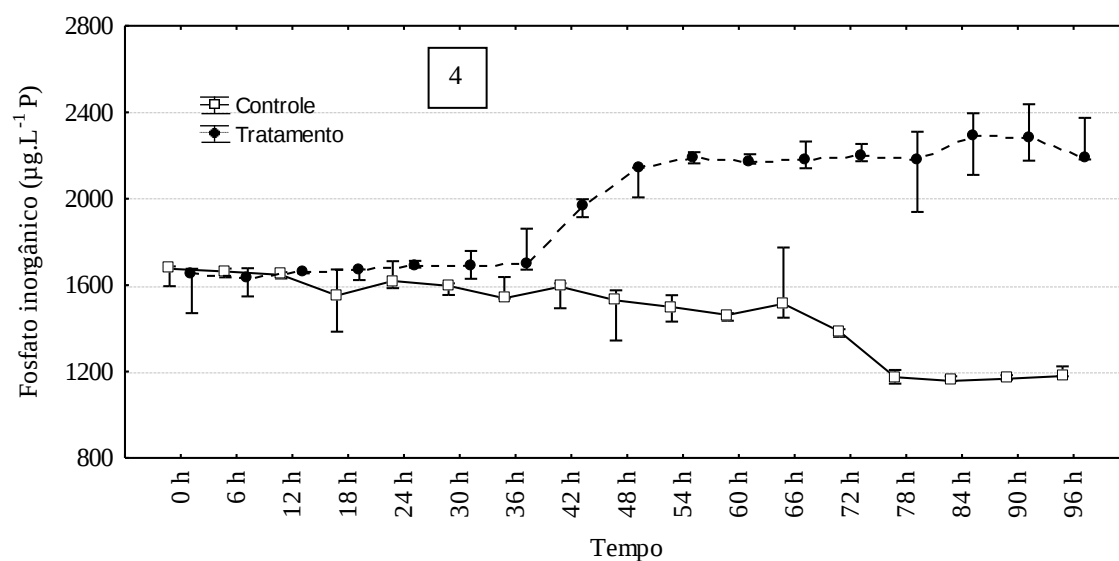


Gráfico 4-Concentração do ortofosfato durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

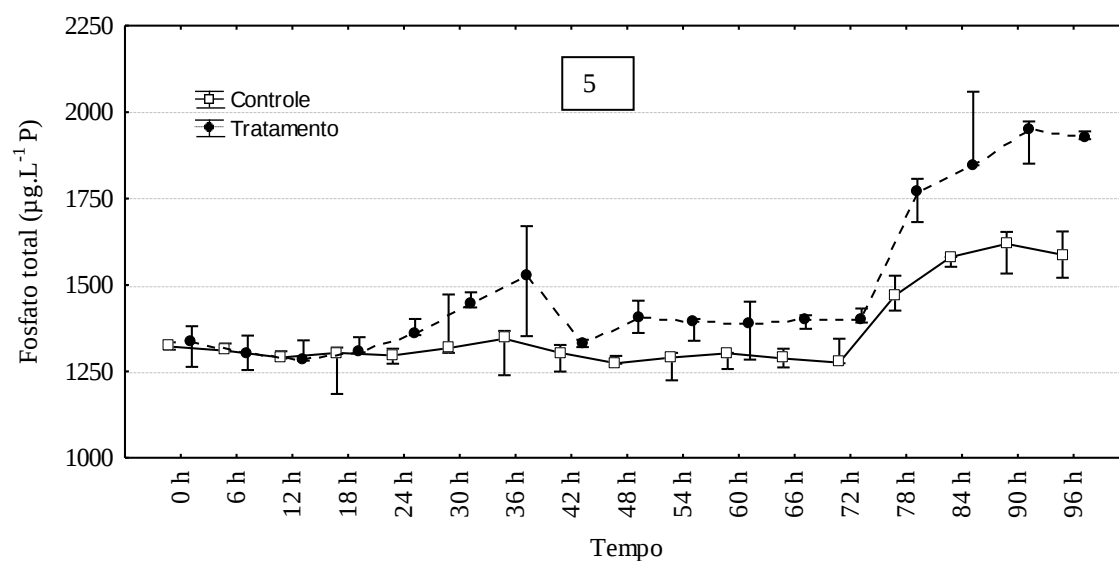


Gráfico 5- Concentração do fósforo total durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

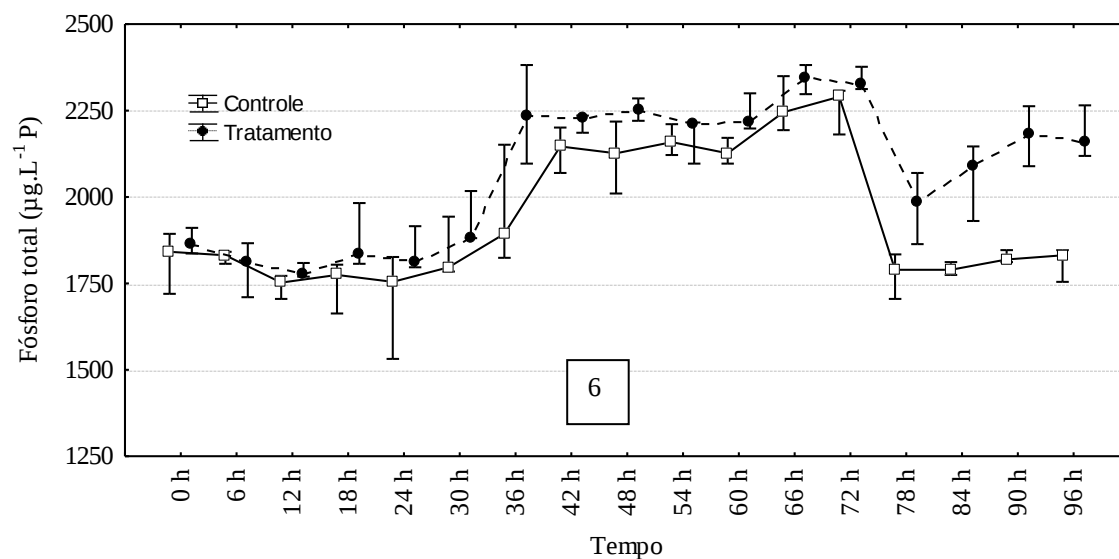


Gráfico 6 - Concentração do fósforo total durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

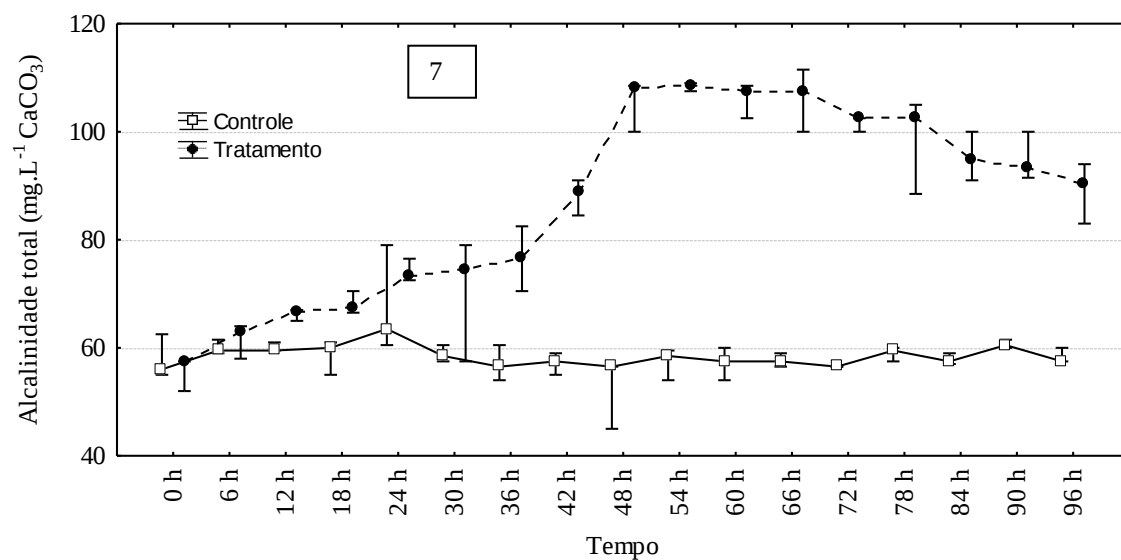


Gráfico 7 - Concentração da alcalinidade durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

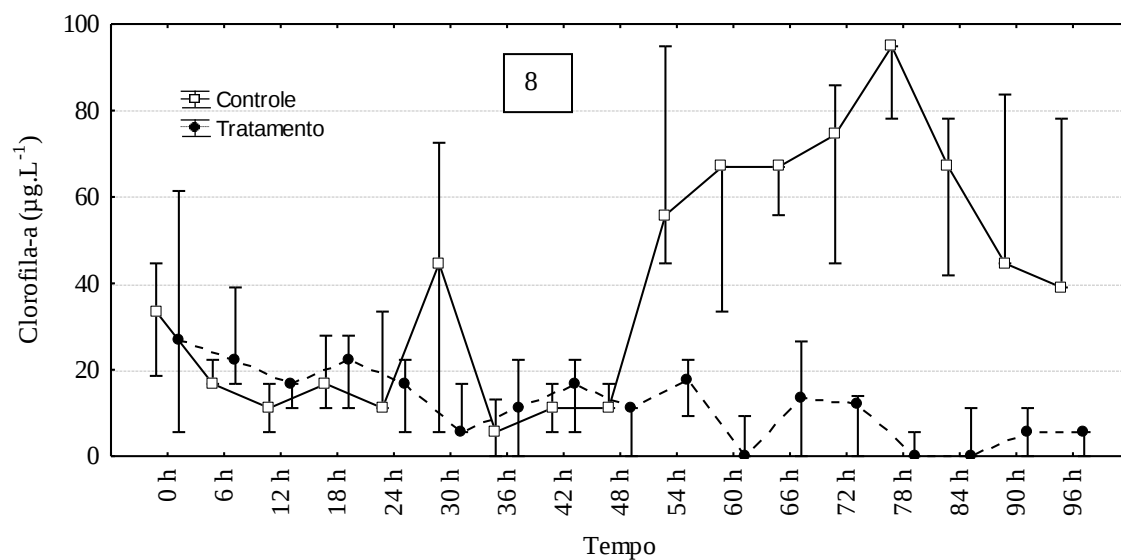


Gráfico 8 - Concentração da clorofila-a durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

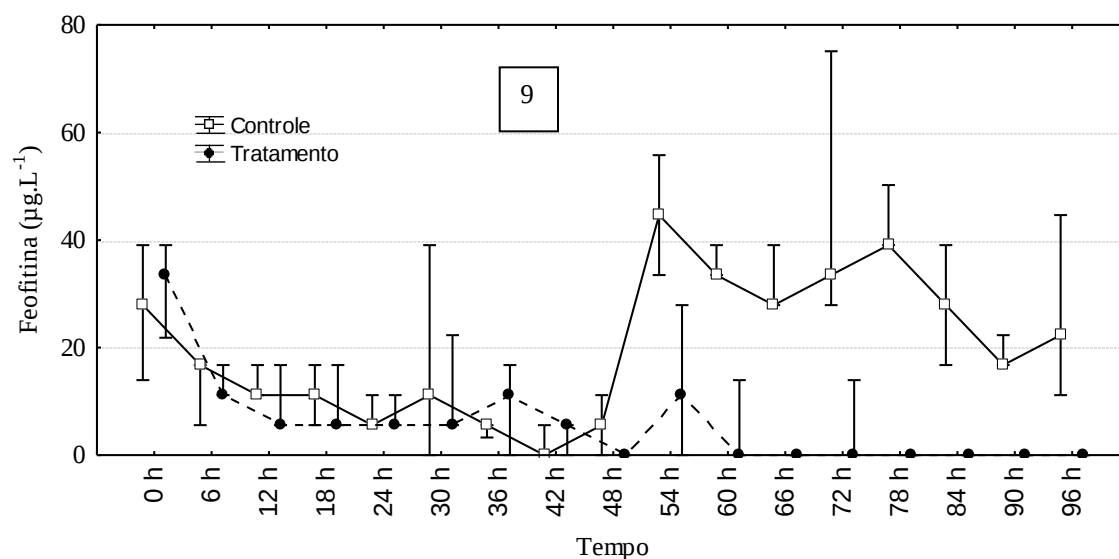


Gráfico 9 Concentração da feofitina durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

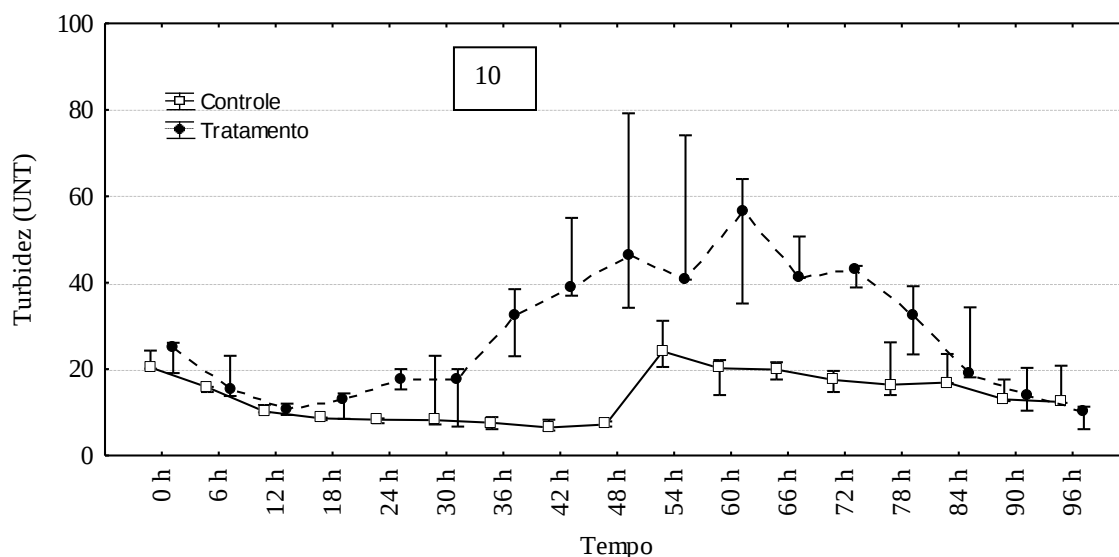


Gráfico 10 - Concentração da turbidez durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

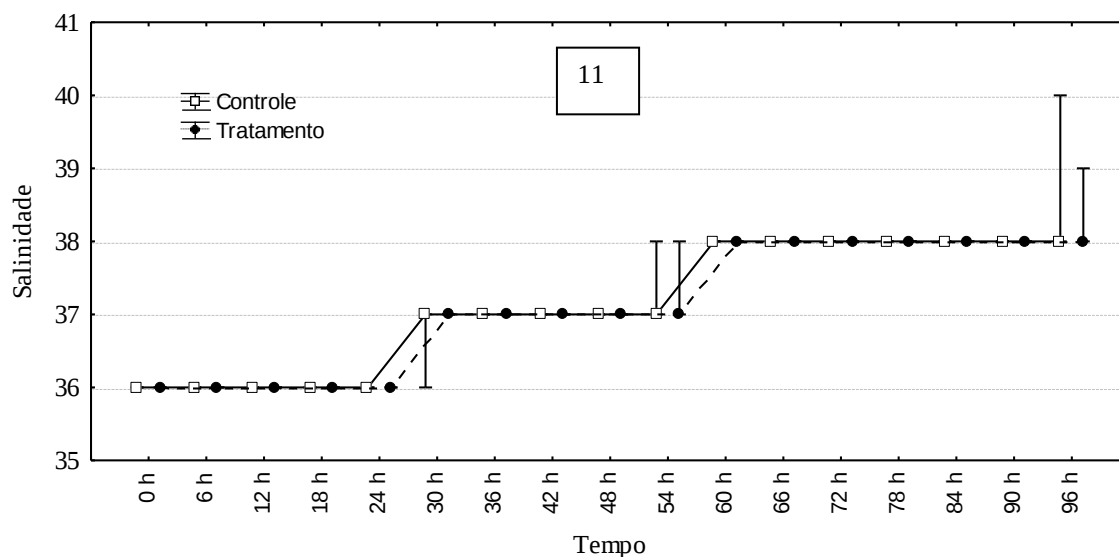


Gráfico 11 - Concentração da salinidade durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

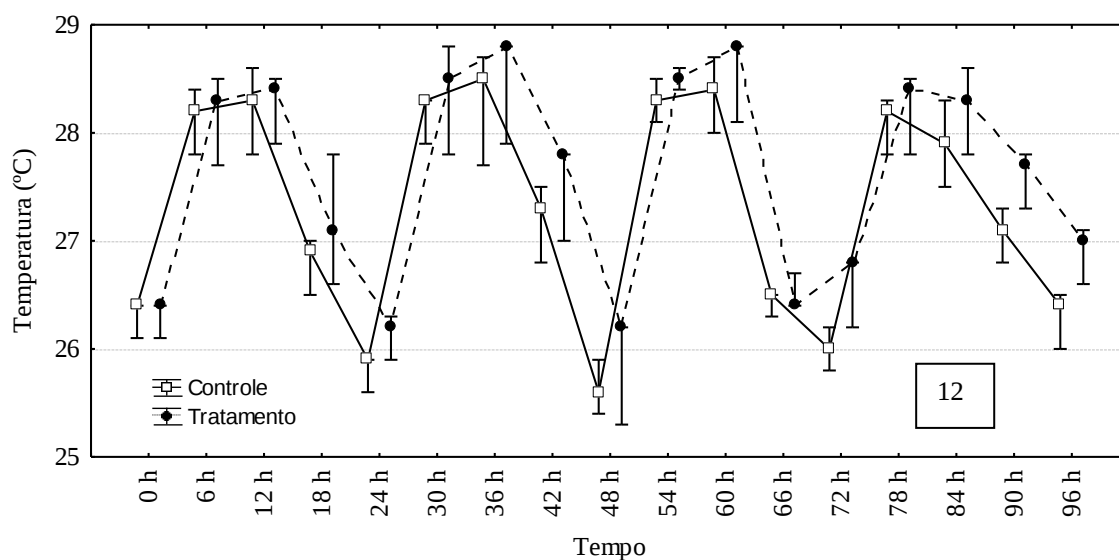


Gráfico 12 - Concentração da Temperatura durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

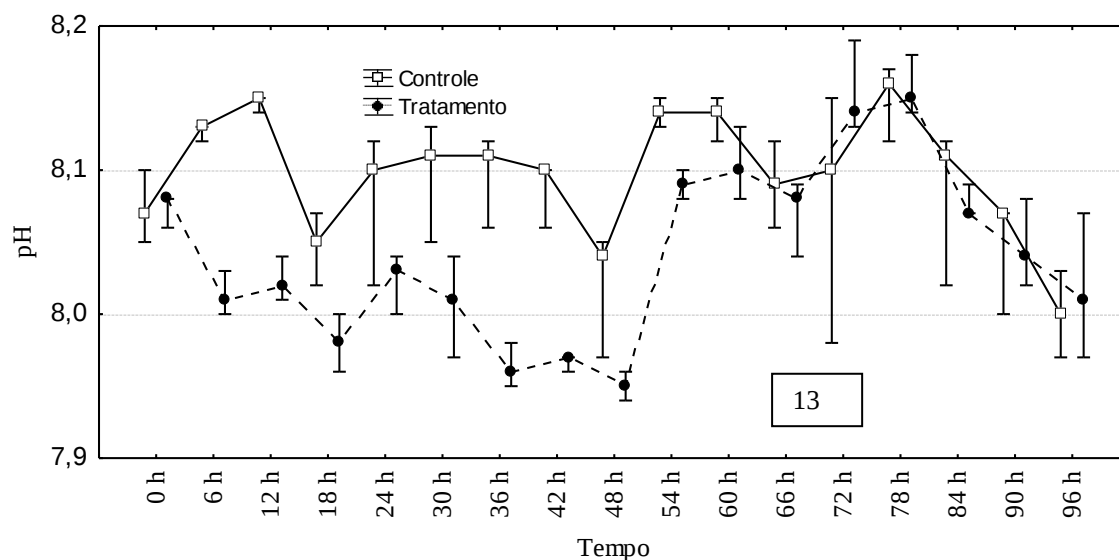


Gráfico 13 - Concentração do pH durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

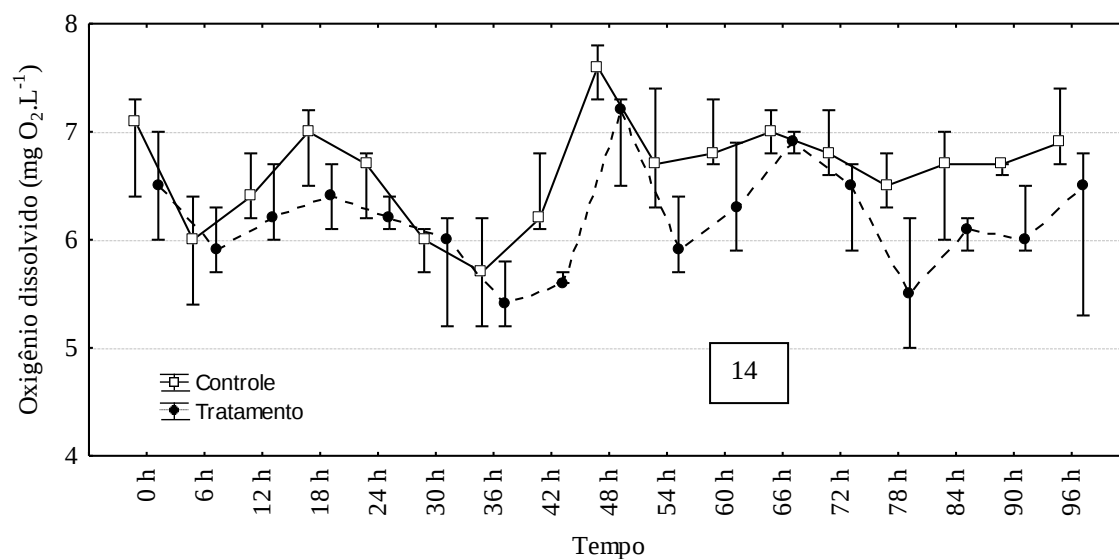
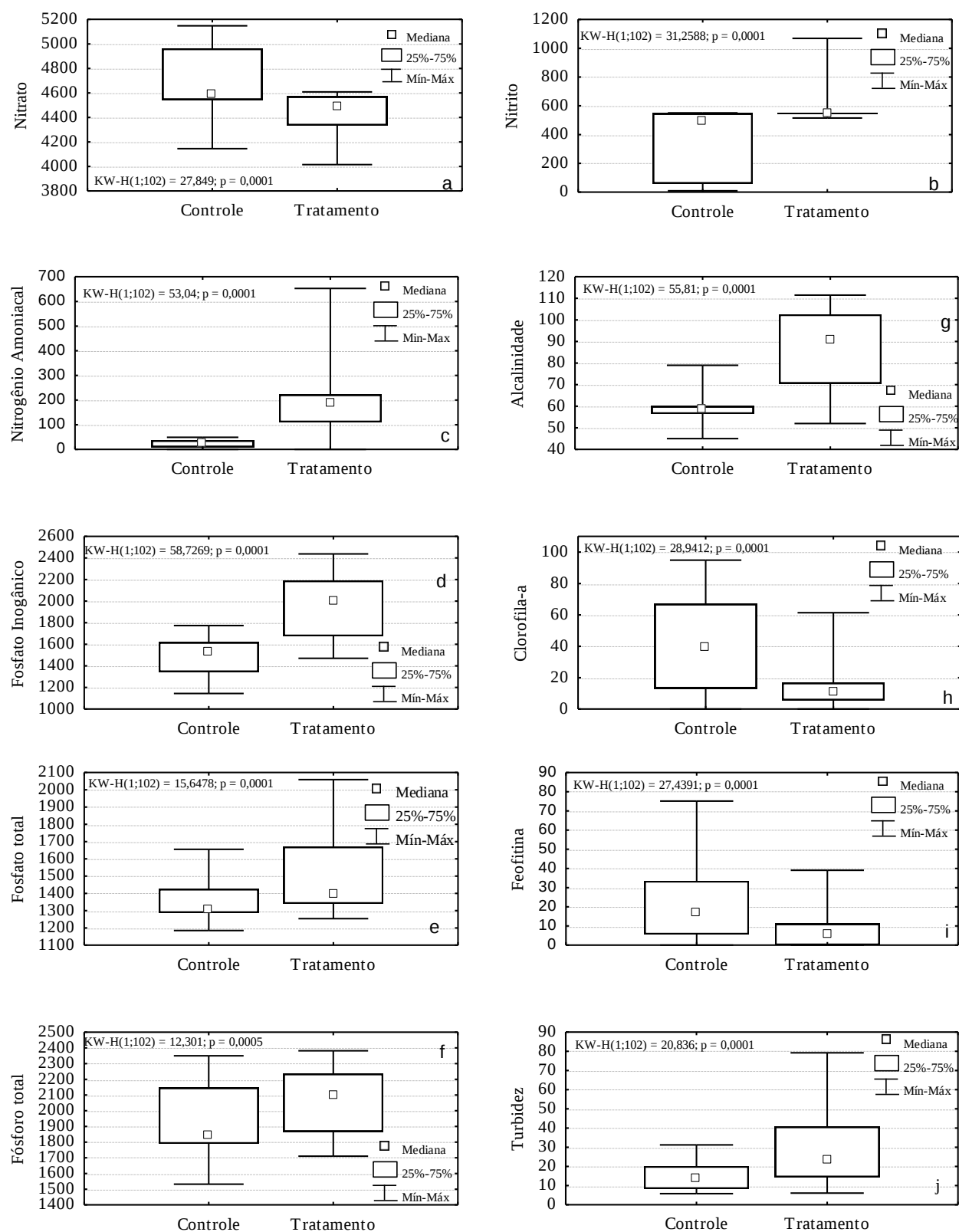
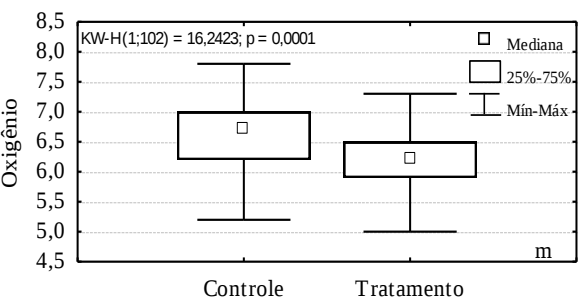
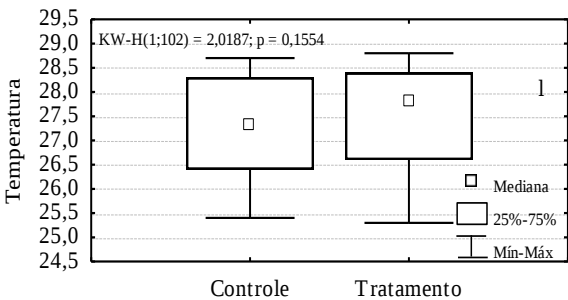
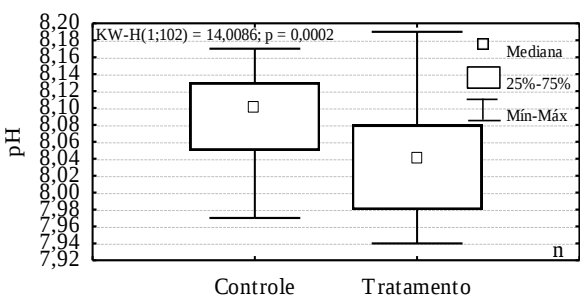
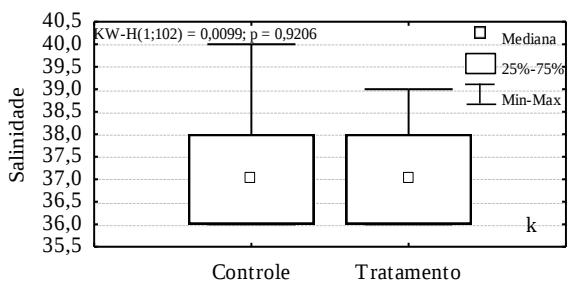


Gráfico 14 - Concentração do oxigênio dissolvido durante o experimento nos tratamentos Controle e *Anomalocardia brasiliana* (0 a 48h) e *Gracilaria* sp (48 a 96) de efluente de cultivo heterotrófico de camarão

Gráficos da diferença significativa de cada parâmetro analisado



SANTOS, T.C.P. Avaliação do desempenho da *Anomalocardia brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão



5. REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. R. et al. Evaluation of *Ulva lactuca* (Ulvales, Chlorophyta) growth in different salinities: an alternative for the treatment of carciniculture effluents in the south of Brazil. In: WORLD AQUACULTURE MEETING, 2003, Salvador. Book of Abstrat, Salvador: WAM, 2003. p.481-904.

AVELINE, L. C. Fauna dos Manguezais Brasileiros. **Revista Brasileira de Geografia**, v 4, n. 42, 786-821, 1980.

BARRACLOUGH, S. L. e FINGER-STICH, A. Environmental and social impacts: conflits and “externalities”. In **Some ecological and social implications of commercial shrimp farming in Asia**. Disponível: <http://www.unrisd.org/engindex/publ/list/dp74/shenv.htm> em 20/Jun/2009

BOYD, C.E. Water and bottom soil quality management in freshwater aquaculture ponds. In: Aquacultura Brasil '98 Anais... Recife: Persona. v 1, p. 303-312. Recife. 1998

_____. **Bottom soils, sediment and pond aquaculture**. Ed. Chapman e Hall. New York. 348p. 1995

_____. **Developments in aquaculture and fisheries science: Water quality management for ponds/fish culture**. New York: Elsevier, 1992.

_____. **Water Quality in ponds for Aquaculture**. Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co. Alabama, 1990.

BRETT, J. Salmon research and hydroelectric power development. **Bull.Fish. Research**, Canada, 114, p. 1-26, 1958.

BROWDY, C. L.; HOPKINS, J. S. Swimming through troubled water. Proceeding of special session on shrimp farming. San Diego; **The world Aquaculture society**. 253p. (ed) 1995.

SANTOS, T.C.P. Avaliação do desempenho da *Anomalocardia brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão

BUSCHMANN, A. H.; TROELL, M.; KAUTSKY, N. Integrated algal farming: a review. **Cahiers Biologie Marine**, v.42, p. 83-90, 2001.

CHOPIN, T. et al. Integrated seaweed into marines aquaculture systems: a key toward sustainability. **Journal of Phycology**, v. 37, n 6, p. 975-986, 2001.

DEBOER, J.A. Nutrients. In: LOBBAN, C .S.; WYNNE, M. J. (eds). **The biology of seaweeds**. University of California: Berkeley, 1981. p.354-392.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. (Eds.). **Standard Methods for the examination of water e wastewater**. Washington: American Public Health Association (APHA), 1995. 157p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos da Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FAST, A.; BOYD, C. Water circulation, aeration and other management pratices. In: FAST, A.; LESTER J. (Eds.). **Marine Shrimp Culture : Principles and Pratices**, Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1992.

FELFÖLDY, L.; SZABO, E.; TOTHL, L. **A bológiai vizminösités**. Budapest: Vizügyi Hidrobiológia Vizedok, 1987.

Food and Agriculture Organisation (FAO). Aquacult-PC: **fishery information, data and statistics (FIDI), time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities)**. Programa computacional. Rome, 2008.

_____. **El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura** Roma:, 2004.

GLENN, E.P. et al. Correlation between *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) biomass production and water quality factors on a tropical reef in Hawaii. **Aquaculture**, v.178, p. 323–331, 1999.

GOLTERMAN, H. J.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. London: Blackwell Science Pub., 1978.

GOMES, I. Effluent treatment of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1831) in laboratory, using three stages, sedimentation, oyster filtration and macroalgae absorption. In: WORLD AQUACULTURE MEETING, 2003, Salvador. Book of abstract, v.2, Salvador: WAM, 2003.

GUIMARÃES, I.M. **Utilização de ostra e macroalga como biofiltro para efluentes de cultivo de camarão marinho**. 2008. 49f. Dissertação (Mestrado em Recursos pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, 2008.

PESSOA, M. N. **Desempenho zootécnico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) cultivado com ração peletizada e extrusada**. 2008. 54f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, 2008.

HANISAK, M.D. The nitrogen relationships of marine macroalgae. In: CARPENTER, E. J.; CAPONE, D. G. (eds). **Nitrogen in the Marine Environment**. New York: Academic Press Inc., 1983. 900p.

JONES, A.B.; PRESTON, N.P. Sidney rock oyster, *Saccostrea commercialis* (Iredale & Roughley), filtration of shrimp farm effluent: the effects on water quality. **Aquaculture Research**, v.30, p. 51-57, 1999.

JONES, A.; PRESTON, P.; DENNISON, W. The efficiency and condition of oyster and macroalgae used as biological filters of shrimp pond effluent. **Aquaculture Research**, v.33, n.1, p. 1-19, 2002.

_____. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. **Aquaculture**, v.193, n.1 p.155-178, 2001.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (ed.). **Methods of seawater analysis**. New York: Verlag Chemie Weinheim, 1976. p. 117-187.

KURODA, E. K. et al. Determinação de clorofila pelo Método espectrofotométrico visando o monitoramento da eficiência do tratamento de águas para abastecimento. In: XXIII ABES CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande. Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2005. p. 1-12.

LEFEBVRE, S.; BARILLÉ, L.; CLERC, M. Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) feeding responses to a fish-farm effluent. **Aquaculture**, v.187, n.1-2, p.185-198, 2000.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis:** some revised methods for limnologists. London: Science Public., 1978.

MADENJIAN, C. H.; ROGERS, G.; FAST, A. Predicting night time dissolved oxygen loss in prawn ponds of Hawaii: part I. Evaluation of traditional methods. **Aquacultural Engineering**, n.6, p.191-208, 1987.

MALTZ, A. & FAERMAN, L. Moluscos comestíveis do Brasil: berbigões e mexilhões comuns do litoral paulista. **Anais de Farmácia e Química de São Paulo**, São Paulo, v.9, p. 45-49, 1958.

MARINHO-SORIANO, E.; MORALES, C.; MOREIRA, W.S.C. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) in shrimp pond effluents in Brazil. **Aquaculture Research**, v.33, n.13, p. 1081-1086, 2002.

MATOS, J. et al. Experimental integrated aquaculture of fish and red seaweeds in Northern Portugal. **Aquaculture**, v.252, n.1, p.31-42, 2006.

NASCIMENTO, I. et al. Cultivo integrado de camarões e ostras: a busca de uma tecnologia limpa para o desenvolvimento sustentado. In: AQUICULTURA BRASIL' 98 – Desenvolvimento com sustentabilidade, 1998, Recife. Anais de Aquicultura Brasil, Recife: ABRAQ, 1998. p.503-514.

SANTOS, T.C.P. Avaliação do desempenho da *Anomalocardia. brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão

NELSON, D. L.; COX M. M. Lehninger Principles of Biochemistry, 4th ed., W.H. Freeman. 2004

NELSON, S. Cultivation of *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) in shrimp-farm effluent ditches and floating cages in Hawaii: a two-phase polyculture system. **Aquaculture**, v.193, n.3, p.239-248, 2001.

NEORI, A.; RAGG, N.; SHPIGEL, M. The integrated culture of seaweed, abalone, fish and clams in modular intensive land-based systems: II. Performance and nitrogen portioning within an abalone (*Haliotis tuberculata*) and macroalgae culture system. **Aquacultural Engineering**, v.17, n.4, p.215-239, 1998.

NUNES, A. J. P. Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. **Panorama de Aquicultura**, v.12, n.71, p.27-39, 2002.

NUSCH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.** v.14, p.14-36, 1980.

OLIVERA, A. Shrimp farming effluent treatment using the “Native Oyster” *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) in Rio Formoso community-PE, Brasil. In: WORLD AQUACULTURE MEETING, 2003, Salvador. Book of Abstrat, Salvador: WAM, 2003. p.481-904.

PRIMAVERA, J. H. Tropical shrimp farming is sustainability. In: **Tropical mariculture**. Academia press: London, p. 257 -289. 1998

PAEZ-OSUNA, F. Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in north-western, México. **Marine Pollution Bulletin**, v.5, n.34, p.290-297, 1997.

PAEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective. **Enviromental Pollution**, v.112, n.2, p.229-231, 2001.

SANTOS, T.C.P. Avaliação do desempenho da *Anomalocardia brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão

PEREZ, E.; BLASCO, J.; SOLE'M. Biomarker responses to pollution in two invertebrate species: *Scrobicularia plana* and *Nereis diversicolor* from the Cadiz bay (SW Spain). **Marine Environment Research**, n.58, p.275-9, 2004.

PESSOA, M. N. **Desempenho zootécnico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) cultivado com ração peletizada e extrusada**. 2008. 54f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, 2008.

PIPER, R. et al. **Fish Hatchery Management**: Fish and Wildlife Service. Washington,D.C.: United States Departament of the Interior, 1989.

POLI, C. R. Cultivo de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*, 1852). In: POLI, C. R.; TECLIA, A.; POLI, B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. (eds). **Aquicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa Editora Ltda, 2004. p. 251-266 .

PRUDER, G. Marine Shrimp pond effluent: Characterization and environmental impact. In:WYBAN, J.(ed). **Proceedings of the special session on shrimp farming**. Baton Rouge: World aquaculture society, p. 187-190, 1992.

QIAN, P. Y. et al. Integrated cultivation of the red alga *Kappaphycus alvarezii* and the pearl oyster *Pinctada martensi*. **Aquaculture**, n.147, p.21-35, 1996.

RAMOS, R.; VINATEA, L. A.; COSTA, R. Tratamiento de efluentes del cultivo de *Litopenaeus vannamei* por sedimentación y filtración por la ostra *Crassostrea rhizophorae*. **Lat. Am. J. Aquat. Res**, v.36, n.2, p.235-244, 2008.

RITVO, G.; DIXON, J. B.; LAWRENCE, A. L.; SAMOCHA, T. M.; NEILL, W. H. e SPEED, M. F.; Accumulation of chemical elements in Texas shrimp pond soils. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 29, nº 4. P. 422-431. 1998

SANTOS, T.C.P. Avaliação do desempenho da *Anomalocardia brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão

ROCHA, P.I. Um análise da produção, demanada e preços do camarão no mercado internacional. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC)**, v.2, p.38-44, 2005.

SANDIFER, P.; HOPKINS, J. Conceptual design of a sustainable pon-based shrimp culture system. **Aquaculture Engineering**, v.15, p. 41-52, 1996.

SANTELICES, B.; DOTY, M. S. A Review of *Gracilaria* Farming. **Aquaculture** **78**, p. 95-133, 1989.

SAWYER, C.; MCCARTY, P. **Chemistry for Enviromental Engineering**. New York: McGraw-Hill Inc., 1978.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Alguns aspectos ecológicos e análise da população de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) na praia do Saco da Ribeira, Ubatuba Estado de São Paulo**. 1976. 119f. Tese (Doutorado em zoologia) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1976.

SERICANO,. The Mussel watchapproach and its applicability to global chemical contamination monitoring programmes. In: CONTI, M. E.; BOTRE, F. (eds). The control of morine pollution:current status and futuretrends. **International Journal Environment Pollution**, v.13, n.1-6, p340-50, 2000.

SHPIGEL, M.; NEORI, A. The integrated culture of seaweed, abalone, fish and clams in modular intensive land-based systems: I. Proportions of size and projected revenues. **Aquaculture. Engineering**, v.15, p.313-326. 1996.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia dos sistemas de cultivo. In: VALENTI, W. C. **Carcinicultura de água doce**. São Paulo: FAPESP, 1998. p.47-75.

SOARES, R. R. Estudo de propriedades da clorofila-a w feofitina visando a terapia fotodinâmica.2006. 92f. Tese (mestrado). Dep. Química. Universidade Estadual de Maringá

SANTOS, T.C.P. Avaliação do desempenho da *Anomalocardia. brasiliiana* e *Gracilaria* sp. como biofiltros de efluentes de camarão

SPEER B. R. Photosynthetic Pigments .University of California. 1997

VIDOTTI, E. C; ROLLEMBERG, M. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à biorremediação e a química analítica. **Química. Nova**, v. 27, n.1, p.139-145. 2004.

VINATEA, L. A; **Princípios Químicos de Qualidade de Água**. Florianópolis: UFSC, 1997.

WAINBERG, A. A. Impactos sócio-econômicos, geração de emprego, renda e divisas. In: PROJETO PRORENDIA RURAL (org.). **I Seminário Internacional: perspectivas e implicações da carcinicultura estuarina no estado de Pernambuco**. Recife: Bagaço, 2000.

WAINBERG, A. A. e CAMARA, M. R. Carcinicultura no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: interações ambientais e alternativas mitigadoras. In: **Aquacultura Brasil '98**. Anais... Recife: Persona. v. 2, p. 527-544 1998.

WANG, Y. et al. Study on the contamination of heavy metals and their correlations in mollusks collected from coastal sites along the Chinese Bohai Sea. **Environment International** 131, p.1103-1113. 2005.

XIE B.; ZHUHONG, D.; XIAORONG, W. Impact of the intensive shrimp farming on the water quality of the adjacent coastal creek from Easter China. **Marine Pollution Bulletin**, v.48, p.543-553. 2004.

YOSHIMURA, C. Y. **Avaliação do potencial de cultivo e produção de ágar de Gracilaria domingensis e de Gracilaria caudata na Enseada de Armação do Itapocoroy (Penha, Santa Catarina)**.2006. 163f. Tese (Doutorado em Botânica) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2007.

ANEXOS

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

Brazilian Journal of Agricultural Sciences

ISSN 1981-1160. Recife, v.1, n.único, out.-dez., 2006

www.agraria.ufrpe.br

Diretrizes para Autores

Objetivo e Política Editorial

A **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aqüicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

Forma e preparação de manuscritos

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.ufrpe.br>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Composição sequencial do artigo

a. Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.

b. Nome(s) do(s) autor(es): por extenso apenas o primeiro nome e o sobrenome e separados por vírgula, e somente a primeira letra do nome e dos sobrenomes deve ser maiúscula. Colocar referência de nota no final do sobrenome de cada autor para fornecer, logo abaixo, endereço institucional, incluindo telefone, fax e e-mail. Os autores pertencentes a uma mesma instituição devem ser referenciados por uma única nota. A condição de bolsista poderá ser incluída. Não deve ser colocado ponto ao final de cada nota;

c. Os artigos deverão ser compostos por, **no máximo, 6 (seis) autores**;

d. Resumo: no máximo com 15 linhas;

e. Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;

f. Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;

g. Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;

h. Key words: no mínimo três e no máximo cinco;

i. Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;

j. Material e Métodos;

k. Resultados e Discussão;

l. Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;

m. Agradecimentos (facultativo);

n. Literatura Citada.

Observação: Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a seqüência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

Edição do texto

a. **Idioma:** Português, Inglês e Espanhol

b. **Processador:** Word for Windows;

c. **Texto:** fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;

d. **Espaçamento:** duplo entre o título, nome(s) do(s) autor(es), resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;

e. **Parágrafo:** 0,5 cm;

f. **Página:** Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;

g. Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;

h. As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;

i. Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)

- Títulos de tabelas e figuras, para artigos escritos em português ou espanhol, deverão ser escrito em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9. A tradução em inglês deverá ser inserida logo abaixo com fonte Times New Roman, estilo itálico e tamanho 8. Para artigos escritos em Inglês, as traduções podem ser realizadas em português ou espanhol;

- As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um

ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

Exemplos de citações no texto

- a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire,2007).
- b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).
- c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

Literatura citada

A citação dos artigos relacionados com o tema do trabalho publicados anteriormente na **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, não é obrigatória, porém é recomendável. O corpo editorial da revista poderá sugerir a inclusão de alguma referência significativa se julgar oportuno.

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo **25 citações bibliográficas**, sendo a maioria em **periódicos recentes (últimos cinco anos)**.

As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

a. Livros

Mello, A.C.L. de; Vêras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da . Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 49p.

b. Capítulo de livros

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

c. Revistas

Rocha, A.T.; Oliveira, A.C.; Rodrigues, A.N.; Lira Júnior, M.A.; Freire, F.J. Emprego do

gesso do Araripe na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.3, n.4, p.307-312, 2008.

d. Citações no prelo (aceitas para publicação) devem ser evitadas.

Brandão, C.F.L.S.; Marangon, L.C.; Ferreira, R.L.C.; Silva, A.C.B.L. e. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu–Pernambuco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 2009. No prelo.

e. Dissertações e teses

Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

f. Trabalhos apresentados em congressos (Anais, Resumos, Proceedings, Disquetes, CD-ROMS)

Dubeux Júnior, J.C.B.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Cunha, M.V. da . Fluxo de nutrientes em ecossistemas de pastagens: impactos no ambiente e na produtividade. In: Simpósio sobre o Manejo da Pastagem, 23, 2006, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2006. v.único, p.439-506.

No caso de disquetes ou CD-ROM, o título da publicação continuará sendo Anais, Resumos ou Proceedings, mas o número de páginas será substituído pelas palavras Disquetes ou CD-ROM.

g. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol)

Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. <http://www.ccs.neu.edu/home/lpb/mud-history-html>. 10 Nov. 1997.

h. Citações de comunicação pessoal deverão ser referenciadas como notas de rodapé, quando forem imprescindíveis à elaboração dos artigos.

Outras informações sobre a normatização de artigos

1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;

2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;

3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;

4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;

5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;

6) Evitar parágrafos muito longos;

7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;

8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;

9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;

10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;

11) Nos exemplos seguintes o **formato correto** é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = **10 h**; 32 minutos = **32 min**; 5 l (litros) = **5 L**; 45 ml = **45 mL**; l/s = **L.s⁻¹**; 27°C = **27 °C**; 0,14 m³/min/m = **0,14 m³.min⁻¹.m⁻¹**; 100 g de peso/ave = **100 g de peso por ave**; 2 toneladas = **2 t**; mm/dia = **mm.d⁻¹**; 2x3 = **2 x 3** (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = **45,2-61,5** (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (**45%**). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Exs.: **20 e 40 m**; **56,0, 82,5 e 90,2%**). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;

12) No texto, quando se diz que um autor citou outro, deve-se usar apud em vez de citado por. Exemplo: Walker (2001) apud Azevedo (2005) em vez de Walker (2001) citado por Azevedo (2005). Recomendamos evitar essa forma de citação.

13) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;

14) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, seqüência de autores e quaisquer outras alterações que no sejam por solicitadas pelo editor.

Procedimentos para encaminhamento dos artigos

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.ufrpe.br> ou <http://www.proqualiti.org.br/sistema/index.php?journal=agraria>

O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail agrarias@prppg.ufrpe.br.