



Utilização de *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828) no tratamento dos efluentes do cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931)

GEORGE ALVES MODESTO¹, ENOX PAIVA MAIA¹, ALFREDO OLIVERA² & LUIS OTAVIO BRITO³

¹ *Aquarium Aqüicultura do Brasil. Várzea da Ema, zona rural, cx postal 05, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil*

² *Departamento de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil*

³ *Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Av. General. San Martin, 1371 – Bongi, Recife, Pernambuco, Brasil, CEP 50761-000, Escritório Municipal de Itamaracá. Email: engpescalo@hotmail.com*

Resumo. O excesso de nutrientes é o principal responsável pela deterioração da qualidade da água dos efluentes da carcinicultura, ocasionando crescimento descontrolado do fitoplâncton, tornando essas águas potencialmente apropriadas para o cultivo de moluscos bivalves. O trabalho teve como objetivo avaliar a utilização da ostra nativa *Crassostrea rhizophorae* no tratamento de efluentes provenientes dos viveiros de camarão. O crescimento foi praticamente o mesmo entre as três densidades de estocagem, já a sobrevivência foi maior em densidades de 250 ostras/travesseiro. Ocorreu uma redução de 6,85% na concentração do fitoplâncton após a filtração pelas ostras. As análises de nutrientes demonstraram redução dos teores de nitrato em 9,13% e de fosfato em 6,75%.

Palavras chaves: ostras, camarão, nutrientes, fitoplâncton.

Abstract. Use of *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828) in the treatment of effluents the *Litopenaeus vannamei* culture (Boone 1931). The excess of nutrients is the principal responsible for the deterioration of water quality of the effluents of shrimp farming, cause the uncontrolled growth of the phytoplankton, becoming these waters potentially appropriated for the cultivation of bivalve's mollusks. The work aimed available it was utilized the native oyster *Crassostrea rhizophorae* in the effluent treatments from shrimp ponds. The growth was practically the same among the three stocking densities, though the survival was higher in densities of 250 oysters/pillow. There was a reduction of 6.85% in the concentration of phytoplankton after the filtration of oysters. The analysis of nutrients showed reduction in the proportion of nitrate in 9.13% and phosphate in 6.75 %.

Key words: oyster, shrimp, nutrients, phytoplankton.

Introdução

O resultado da produção de camarão em 2004 apresentou sinais de problemas, com um total de 75.904 t, 15% a menos do que a produção de 2003 (Rodrigues 2005). Nos anos seguintes 2005, 2006, 2007 e 2008 a produção foi de 63.500 t, 67.100 t, 57.000 t e 84.000 t, respectivamente (Carvalho & Lemos 2009). Apesar da retomada da produção, é imprescindível a adoção de medidas preventivas para reduzir o impacto sócio-ambiental.

Recentemente alguns manuais sobre cultivo sustentável de camarões marinhos têm sido

publicados com o intuito de orientar técnicos e produtores. Dentro das preocupações podemos destacar o tratamento dos efluentes provenientes dos viveiros.

Para o tratamento de efluentes têm sido propostos métodos físicos e biológicos. Entre os métodos físicos destaca-se aquele que propõe o uso de tanques de sedimentação. Os métodos biológicos, por sua vez, consideram que os efluentes, por serem ricos em nutrientes e microorganismos, tornam-se potencialmente apropriados para o cultivo de moluscos bivalves e macroalgas.

Os moluscos teriam o papel de filtrar os sólidos orgânicos em suspensão, e as macroalgas ajudariam na diminuição dos nutrientes inorgânicos (Vinatea 1999).

A utilização de organismos biorremediadores (ostras e macroalgas) é uma forma de explorar o uso dos efluentes da carcinicultura como fonte de energia e ao mesmo tempo reduzir descargas ao ambiente (Marinho-Soriano *et al.* 2007, Jones *et al.* 2002).

A prática da biorremediação em carcinicultura vem sendo praticada na Tailândia e Filipinas desde 1998. Nas Filipinas é conhecida como “mangrove friendly aquaculture program” ou programa de aquicultura amigável com o manguezal, onde se utiliza o molusco do gênero *Sonneratia*, conhecido como imbao, que se encarrega de minimizar o impacto sobre o meio ambiente (Olivera & Brito 2005).

Este molusco é cultivado nas gamboas (canais) situadas externamente às comportas de drenagem das fazendas de camarão, com salinidade entre 33 e 36 ppm, pH entre 5,29 e 6,19 e oxigênio dissolvido entre 0,51 e 3,97 mg/L, alcançando em três meses um comprimento médio de 57,4 mm, segundo o Centro de Desenvolvimento da Aquicultura e da Pesca do Sudoeste da Ásia – SEAFDEC (Olivera 2001).

Dentre os diversos ramos da aquicultura, a ostreicultura merece destaque, considerando que as ostras, como organismos filtradores, alimentam-se em sua maioria diretamente do fitoplâncton e detritos orgânicos. Organismos com essas características alimentares representam maior viabilidade econômica na produção quando comparado com outras atividades aquícolas (Olivera 1998).

A estrutura física das fazendas de cultivo de camarão que inclui: viveiros de engorda, canais de abastecimento e drenagem, bacias de decantação e canais de recirculação oferecem aos produtores oportunidades para implantação de cultivos de diferentes espécies de organismos aquáticos (Mello 2007).

O cultivo de ostras é desenvolvido a partir de estruturas simples e a sua implantação, além de fornecer outra opção de renda para as fazendas, aumentando a lucratividade dos empreendimentos, têm um papel importante do ponto de vista ambiental (Mello 2007).

O descarte de efluentes, ricos em nutrientes, além de provocar um impacto ambiental nas áreas estuarinas, caracteriza-se como um desperdício de energia 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 (Guimarães 2008).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a utilização da ostra *Crassostrea rhizophorae* como biofiltro dos efluentes provenientes dos viveiros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.

Material e métodos

O experimento foi realizado numa fazenda de engorda de camarões marinhos, localizada na Ilha dos Veados, município de Aracati (Lat. 04° 33' S, Long. 37° 46' W), estado do Ceará, distante cerca de 150 km de Fortaleza.

A fazenda possui uma área de 300 ha de espelho d'água, formada por 54 viveiros de tamanhos que variam de 1,5 a 8,5 ha, com uma densidade média de 60 camarões por m².

Foram instaladas estruturas de mesas para criação de ostras em três distintos canais de drenagem da fazenda, onde cada estrutura de mesa recebeu nove travesseiros, representados por três diferentes densidades de estocagem, perfazendo um total de 27 travesseiros, sendo nove com 250 ostras (Tratamento 1), nove com 500 ostras (Tratamento 2) e nove com 750 ostras (Tratamento 3), totalizando 13.500 ostras com 42,4 mm de comprimento inicial.

Para a quantificação das variáveis hidrológicas e do fitoplâncton, foram realizadas duas amostras semanais nos três pontos de cultivo das ostras, obedecendo aos seguintes critérios:

Bloco I – Antes das “mesas”;

Bloco II – Depois das “mesas”;

Os valores de oxigênio e temperatura (oxímetro YSI-55 modelo 55/12FT) foram determinados no período da manhã entre 04:00 e 05:00 horas, e para o período da tarde entre 13:00 e 15:00 horas. Semanalmente foi avaliado o pH (pH 10 YSI) e a salinidade (refratômetro Bernauer modelo F-3000), durante a baixa mar e a preamar.

Para a quantificação dos teores de amônia, nitrito, nitrato e fosfato, as amostras foram coletadas nos três pontos de cultivo duas vezes por semana, sendo resfriadas e transportadas em caixas térmicas por um período de aproximadamente 12 horas para o Laboratório de Limnologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Foram realizadas as análises de acordo com os seguintes métodos: amônia – segundo Koroleff (1976), nitrito – Golterman *et al.* (1978); nitrato – Macherett (1978), fosfato – digestão com persulfato

(K₂S₂O₈) segundo A.P.H.A. (1995).

As amostras de fitoplâncton foram coletadas verticalmente na direção sedimento-superfície, de modo que foi percorrido toda coluna de água, utilizando um coletor com garrafa plástica removível de 600 mL. Com intuito de tornar as amostras mais representativas foi utilizada à filtragem do fitoplâncton. O material foi concentrado em uma mini-rede de 15 µm, de um volume de 600 mL para 15 mL, representando assim uma amostra 40 vezes mais concentrada. O material recém-coletado foi imediatamente fixado com formol a 4% e tamponado com bórax (1%) (Sipaúba- Tavares & Rocha 2001).

Para quantificação (cel./mL) das amostras de microalgas foi utilizada câmara de Sedgewick-Rafter e microscópio óptico binocular (OLYMPUS CH30) com aumento de 800 vezes de imagem total. As amostras foram analisadas a partir de três diferentes subamostragens, sendo inicialmente misturadas. As densidades fitoplanctônicas foram estimadas de acordo a metodologia de preparação das amostras representadas pelas seguintes fórmulas:

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

Em que:

DFP - Densidade fitoplanctônica;

nm - Número de microalgas encontradas na câmara;

nq - Número de quadrados percorridos na câmara;

F - Fator de correção de filtragem (40).

Na identificação das microalgas planctônicas, os principais grupos taxonômicos foram considerados de acordo com Stanfford (1999).

As ostras foram cultivadas empregando-se o método de mesas, considerado a mais adequada às características biológicas da espécie, bem como às características dos sistemas de drenagem das fazendas de camarão (Olivera 2001).

As mesas são estruturas retangulares, de madeira, formadas por um sistema suporte, construídas a partir de um conjunto de estacas ligadas entre si por ripas e cordas, de forma a manter as ostras suspensas no volume de água. Este sistema permite explorar as áreas de variação da maré.

Sobre as mesas são colocados os travesseiros, que são estruturas retangulares construídos com poliéster, de meio metro quadrado, com uma abertura de malhas de 10 mm entre nós. Estes são colocados a uma altura de 70 cm do fundo, sendo as ostras submetidas a dois castigos diários, de acordo com a variação da maré, no intuito de reduzir

possíveis competidores, parasitas, e algas periféricas.

Duas vezes por semana os travesseiros foram limpos externamente e internamente, sendo retiradas as ostras para limpeza. Esta limpeza constituía na retirada de sedimento e organismos incrustantes, utilizando para isto um hidrocompressor.

As sementes ou “spats” foram adquiridas no estado de Sergipe, através de coletas em ambiente natural, utilizando para isso garrafas plásticas descartáveis de refrigerante recortadas e sobrepostas, que serviam de substrato para a fixação das larvas, onde eram selecionadas por tamanho e transportadas em caixas de isopor, sem água, apenas envolvidas por esponjas umedecidas com o propósito de evitar o ressecamento.

Para a aclimação foram utilizados tanques circulares de fibra com capacidade para 400 L, onde as ostras eram acondicionadas em estruturas de lanternas, que são estruturas cilíndricas e teladas com uma abertura de malhas de 1 mm, com 5 andares de 20 cm de altura e 40 cm de diâmetro.

As ostras chegaram em caixas de isopor contendo água com salinidade de 22 ppm, sendo depois transferidas para tanques de fibra. A água dos canais da fazenda apresentavam salinidade de 33 ppm. Para a aclimação foi utilizado sopradores de ar e a mudança de salinidade de 1 ppm/h e de temperatura 2 °C/h, totalizando um período de 11 horas de aclimação. Após a aclimação, foi realizado o povoamento nas estruturas de cultivo.

Durante os três meses do experimento foram realizadas biometrias quinzenais, através do uso de um paquímetro com precisão de 0,01 mm, em uma amostra de 5 % de cada travesseiro, totalizando 3 biometrias por tratamento.

As medidas utilizadas foram: comprimento, largura e altura, onde o comprimento corresponde à máxima dimensão entre a região antero - posterior, a largura corresponde à distância máxima entre o eixo ventral, e a altura a máxima dimensão entre a região dorso-ventral.

Mensalmente era verificada a taxa de sobrevivência das ostras (*S*), que foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$S = NT / No \times 100$$

Onde:

NT = Número de indivíduos sobreviventes ao final do período avaliado.

No = Número inicial de indivíduos colocados nos “travesseiros”.

Todos os dados gerados foram submetidos à

análise estatística utilizando o programa STATGRAPHICS versão 7, para Análise de Variância (ANOVA), seguido do teste Tukey, quando necessário, para comparação de médias entre os resultados obtidos, com nível de significância $p < 0,05$.

Resultados

Em relação ao ganho no comprimento, largura e altura, não houve diferença significativa para os diferentes tratamentos (250, 500, 750 ostras/travesseiro) (Tabela I).

A sobrevivência das ostras nas diferentes densidades para os diferentes tratamentos (250, 500, 750 ostras/travesseiro), apresentou diferença significativa (Tabela I).

Tabela I. Média e erro padrão dos dados de produção das ostras para os diferentes tratamentos.

	Tratamentos		
	1	2	3
Ganho de comprimento (mm)	13,1a ± 5,8	13,3a ± 4,2	13,3a ± 6,3
Ganho de largura (mm)	8,0a ± 4,9	8,1a ± 3,8	8,7a ± 6,0
Ganho de altura (mm)	6,6a ± 1,8	7,0a ± 2,4	6,7a ± 3,1
Sobrevivência (%)	44,6a ± 8,5	27,6b ± 7,0	16,6b ± 7,6

Letras diferentes (a, b) entre as médias na linha horizontal, diferenciam os tratamentos pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

As densidades do fitoplâncton durante os três meses foram para o bloco I $121,43 \times 10^4$ cel./mL, $126,85 \times 10^4$ cel./mL, $113,5 \times 10^4$ cel./mL, e para o bloco II $112,92 \times 10^4$ cel./mL, $115,45 \times 10^4$ cel./mL, $108,37 \times 10^4$ cel./mL.

Sendo a média do bloco I $120,59 \times 10^4$ cel./mL e para o bloco II foi de $112,24 \times 10^4$ cel./mL, apresentando uma redução significativa de 6,85 % (Fig. 1).

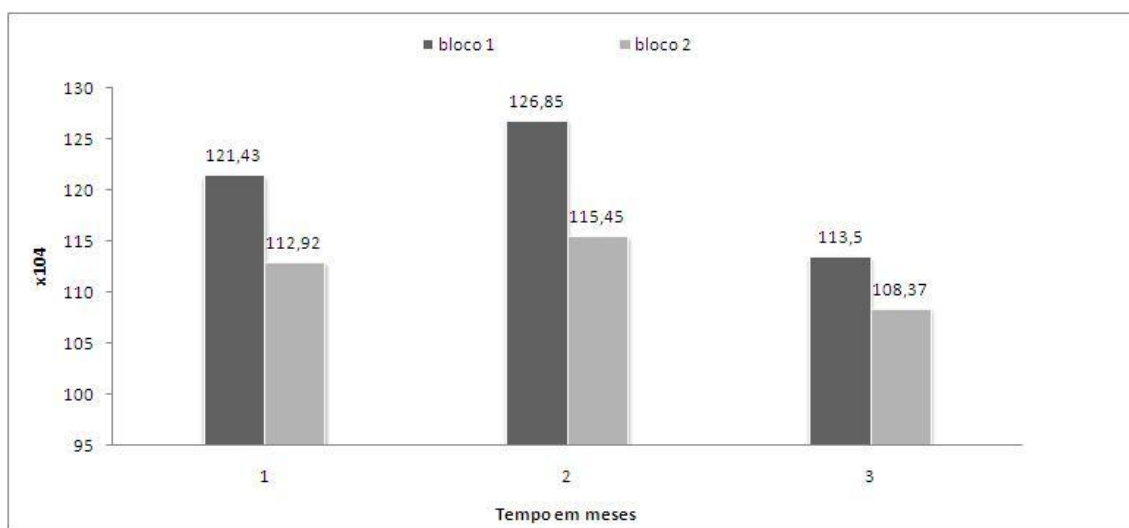


Figura 1. Concentração fitoplanctônica ($\times 10^4$) na drenagem dos viveiros antes e depois das estruturas de cultivo durante o experimento.

Nos canais de drenagem a média do oxigênio dissolvido no período da manhã foi de 2,4 mg/L, 2,1 mg/L e 3,3 mg/L, no período da tarde foi de 7,8 mg/L, 6,8 mg/L e 10,1 mg/L. A temperatura no período da manhã foi de 27,1 °C, 28 °C, 28,4 °C, no período da tarde foi de 29 °C, 29,7 °C, 30,3 °C. A salinidade foi de 40 ppm, 44 ppm e 47 ppm, respectivamente durante os três meses de coleta. O pH manteve-se numa faixa que variou de um mínimo de 7,6 até um máximo de 8,7 durante o experimento.

O valor médio geral para a concentração de

amônia total durante o período de estudo foi de 1,35 mg/L e 1,47 mg/L para os blocos I e II, respectivamente, ocorrendo um aumento significativo de 8,47 % na concentração dos efluentes. O valor médio geral para a concentração de nitrito durante o período de estudo foi de 0,11 mg/L para os blocos I e II. O valor médio geral para a concentração de nitrato durante o período de estudo foi de 0,64 mg/L e 0,59 mg/L para os blocos I e II, respectivamente, ocorrendo uma redução significativa de 9,13 % na concentração dos efluentes. O valor médio geral para a concentração de fosfato durante o período de estudo foi de 1,92

mg/L e 1,79 mg/L para os blocos I e II, respectivamente, ocorrendo uma redução significativa de 6,75 % na concentração dos efluentes (Fig. 2).

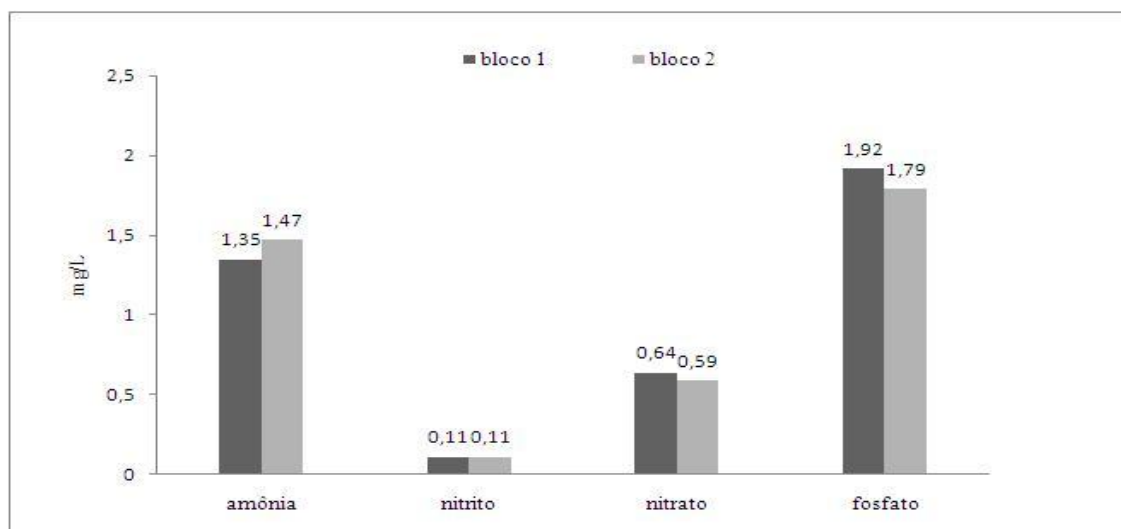


Figura 2. Concentração dos nutrientes dissolvidos (mg/L) na drenagem dos viveiros antes e depois das estruturas de cultivo durante o experimento.

Discussão

Littlewood (1991) registrou um crescimento de comprimento para *Crassostrea rhizophorae* variando entre 7,5 e 10,5 mm/mês (Jamaica), 12,6 e 15 mm/mês (Cuba) e entre 3 e 6 mm/mês (Porto Rico). Enquanto Santos (1978), em seus experimentos realizados na Bahia, o crescimento médio do comprimento para *Crassostrea rhizophorae* foi de 0,64 mm/mês. No presente estudo obteve-se um crescimento médio de comprimento de 4,3 mm/mês, 4,4 mm/mês e 4,4 mm/mês para os tratamentos 1, 2, 3, respectivamente, estes resultados estão abaixo dos encontrados na Jamaica e em Cuba, próximos ao encontrado em Porto Rico e bem superior ao crescimento das ostras na Bahia. Densidades de 250 ostras por travesseiro de 0,5 m² mostrou ser a mais adequada para o cultivo em estruturas do tipo “mesa”

A quantidade e composição das comunidades fitoplânctônicas em viveiros de camarão é muito variada e depende de vários fatores como, por exemplo: quantidade e tipo de fertilizantes, quantidade de ração fornecida, água de abastecimento, quantidade de luz e calor, alguns autores sugerem para cultivos semi-intensivo uma densidade de fitoplâncton entre 80.000 – 120.000 cel./mL (Clifford 1992, 1994; Cabrera 1996), enquanto Nunes (2001) sugere entre 80.000 e 300.000 cel./mL. Em Taiwan em cultivos intensivos as densidades encontram-se entre 100.000 – 10.000.000 cel./mL de algas totais (Chien 1992). Nos canais de drenagem do experimento os valores

das densidades de fitoplâncton estavam bem acima do recomendado por Clifford 1992, 1994, Cabrera 1996, Nunes 2001.

As reduções significativas nas densidades de fitoplâncton após a passagem pelas estruturas de cultivo indicam que ostras filtram uma parcela do fitoplâncton antes de sua saída para os corpos receptores, minimizando a carga nos efluentes, porém é necessária utilização de outros organismos aquáticos para ampliar esta redução sobre a comunidade de algas. Segundo Erler *et al.* (2004) peixes onívoros podem ser utilizados com esta função.

Mello (2007) relata que dependendo do tempo de exposição das ostras a concentração de oxigênio dissolvido abaixo de 3 mg/L o risco de mortalidade é alto. Os estudos de Fernandes (1975) indicam que a quantidade mínima de oxigênio necessária ao cultivo de *Crassostrea rhizophorae* é de 1,18 mg/L. Para Frias & Rodrigues (1990), os locais em que a temperatura da água oscila entre 19 e 32°C são considerados de boa qualidade para o cultivo de *Crassostrea rhizophorae*.

A variável mais importante a considerar no cultivo de ostras é a salinidade. Em geral, os locais de maior crescimento no Brasil são aqueles de salinidades mais baixas (Fernandes 1975, Santos 1978, Johnscher-Fornasaro 1981, Poli *et al.* 1985). Segundo Fernandes (1975) as variações de salinidade influenciam intensamente o comportamento das ostras. Os locais com maior salinidade são aqueles em que há um maior número de larvas, mas o crescimento é maior em locais que

apresentam menores salinidades.

Guimarães *et al.* 2008 estudando a influencia da salinidade na sobrevivência das ostras encontraram valores significativamente mais elevados com 15‰, 20‰ e 25‰, enquanto 5‰, 10‰, 30‰ e 35‰ determinaram baixos valores de sobrevivência, mas foram semelhantes estatisticamente ao final do período de cultivo. Nas salinidades acima de 40‰ começou a ocorrer a total mortalidade das ostras, a partir do 4º dia. Os resultados indicam que o cultivo de *C. rhizophorae* deve ser realizado em áreas estuarinas com variação de salinidade entre 15 e 25‰.

A área adequada para o cultivo de *Crassostrea rhizophorae*, segundo Reyes *et al.* (1995) deve reunir as seguintes características: a salinidade deve estar entre 28 e 36‰; o pH entre 7,9 e 8,1; a concentração de oxigênio entre 2 e 5 mg/L e a profundidade deve estar entre 1 e 2 metros.

No experimento a concentração de oxigênio dissolvido, temperatura e pH estiveram dentro do valores adequados para a espécie. Os dados de crescimento não foram tão significativos quando comparados com outros registros de crescimento citados por Littlewood (1991) na Jamaica e em Cuba, provavelmente devido à alta salinidade encontrada nos canais de drenagem, resultando num maior gasto energético das ostras para a osmoregulação.

Estudos demonstram que a filtração pelas ostras apresenta significativa redução na concentração de bactérias, fitoplâncton, nitrogênio total e fósforo, sólidos suspensos dos efluentes dos viveiros de camarão marinho (Jones & Preston 1999). No presente estudo ocorreu uma redução do fitoplâncton, nitrato e fósforo.

De acordo com o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) os limites nos efluentes para águas salina em relação às concentrações de oxigênio dissolvido, pH, amônia total, nitrito, nitrato, fósforo são 6,0 mg/L, 6,5 a 8,5, 0,4 mg/L, 0,07 mg/L, 0,4 mg/L, 0,4mg/L (Alves & Mello 2008), enquanto o GAA (Aliança Global de Aqüicultura) e de 4,0 -6,0 mg/L, 6,5-9,5 a 6,0 -9,0, 5,0-3,0 mg/L, 0,5-0,3 mg/L (Boyd 2003).

As análises de nutrientes em relação a antes e depois das camas demonstram que as ostras, aumentam as concentrações de amônia em 8,47%, e reduz as concentrações de nitrato em 9,3% e de fosfato em 6,75%. As concentrações média de oxigênio dissolvido, pH nos canais de drenagem estão dentro do recomendado pelo GAA e CONAMA. Os nutrientes dissolvidos não estão dentro do recomendado pelo GAA e CONAMA.

A amônia e o nitrito são elementos muito

tóxicos, sendo encontrados em altas concentrações em efluentes domésticos, industriais e em sistemas de cultivo super-intensivo. Nos organismos aquáticos, a amônia quando se encontra em alta concentração no meio pode causar diversos efeitos: reduz a excreção do organismo podendo paralisar ou reduzir o consumo de alimento, interferindo no crescimento; ter efeito na osmoregulação, aumentando a permeabilidade das membranas e reduzindo a concentração interna de íons; no transporte de oxigênio nos tecidos; no estado fisiológico, causando estresse e tornando o organismo susceptível a doenças ou permitindo a fixação de microorganismos oportunistas, que também interferem no crescimento, pois afeta a taxa de filtração.

Para Guzinski (1996), a concentração subletal de amônia para *Crassostrea virginica* é de 7,2 mg/L. Segundo Nascimento *et al.* (1998), as ostras reduzem em 50% a sua atividade de filtração a partir de 0,14 mg/L de NH₃. Portanto, as condições ambientais dos locais dos experimentos apresentaram concentrações de amônia dentro do limite tolerado pelas ostras.

Referente à toxicidade do nitrito, em concentrações elevadas, afeta o transporte de oxigênio, danifica os tecidos e afeta o crescimento. Sua presença na água, juntamente com a amônia não ionizada, aumenta a toxicidade para os organismos aquáticos. Não ocorreu diferença na concentração de nitrito antes e depois dos canais de drenagem.

Resultados encontrados nesta pesquisa em relação ao aumento na concentração de amônia são semelhante aos encontrados por Jones *et al.* 2001, Gurjão *et al.* 2004, porém diferem dos resultados de Junior *et al.* (2005), Jones & Preston (1999), que encontraram uma redução na concentração de amônia após filtração das ostras no sistema de aqüários com camarões e ostras.

Para a concentração de nitrito Junior *et al.* (2005) também não encontrou diferença significativa com a utilização das ostras com biofiltros. Em relação ao fosfato ocorreu uma redução na concentração conforme observado nesta pesquisa.

A utilização de macroalgas e/ou ostra aumenta a sustentabilidade da aqüicultura, pois reduz a concentração de nutrientes na coluna de água, sólidos suspensos, fitoplâncton e bactérias (Jones *et al.* 2001, Henry-Silva & Camargo 2008, Ramos *et al.* 2008, Rocha *et al.* 2008). Outras pesquisas para tratamentos de efluentes com macroalgas e peixes (Erler *et al.* 2004) podem contribuir para aumentar a rentabilidade dos empreendimentos, assim como, reduzirem a descarga de efluentes nos ambientes costeiros.

Em relação ao fósforo este nutriente é considerado em águas continentais o principal fator limitante de sua produtividade. Além disso, tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial desses ecossistemas (Esteves, 1998). Redução da quantidade de fósforo nos efluentes reduz a eutrofização dos ambientes receptores, reduzindo o impacto ambiental.

Santos (2006) acredita que a cadeia produtiva do cultivo de camarões pode ser feita de maneira sustentável, através de medidas ecológicas tais como: não construção de viveiros em áreas de manguezal e matas ciliares, redução do uso de produtos químicos, construção de bacias de sedimentação, tratamento da água utilizada, conhecimento da capacidade de suporte do meio ambiente estuarino.

Segundo Campos *et al.* 2007 os viveiros são sistemas dinâmicos, apresentando variações ecológicas significativas, sendo necessário que os administradores de fazendas planejem o manejo da água (fertilização, calagem) e alimentação, a partir da disponibilidade do alimento natural, permitindo assim reduzir os custos de produção e de efluentes.

Estudos demonstram a quantidade de nutrientes nas águas de drenagem dos viveiros possui uma tendência a aumentar de acordo com a redução do volume dos mesmos (Teichert-Coddington *et al.* 1999). A retenção destes efluentes através de canais ou bacias com utilização de ostras e/ou macroalgas como biofiltro tem a possibilidade de reduzir alguns nutrientes e fitoplâncton dos efluentes, possibilitando a recirculação desta águas para os viveiros. Reduzindo os custos com bombeamento e aproveitamento do alimento natural.

Além disso, estudos sobre tratamentos de efluentes podem mitigar as diferenças entre as instituições que cuidam do meio ambiente e o setor produtivo. Os resultados desse estudo demonstraram que ostras *Crassostrea rhizophorae* que podem ser utilizadas no tratamento de efluentes provenientes dos viveiros do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.

Referências

- Alves, C. S., Mello, G. L. 2008. **Manual prático de monitoramento de qualidade de água e solo em aquíicultura**. FAEPE, Recife, 47p.
- A.P.H.A/A.AW.W.A/W.E.F. 1995. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. A.P.H.A, Washington, 1082p.
- Boyd, C. E. 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, 226: 101 – 112.
- Cabrera, T. R. 1996. Dinámica y manejo del plancton en estanques de cultivo de camarón marino. **Soyanoticias**, 96: 22-24.
- Campos, A. A. B., Maia, E. P., Costa, W. M., Brito, L. O. & Olivera, A. 2007. Descrição dos principais grupos fitoplanctônicos do afluente e efluente em fazenda de criação do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com sistema de recirculação parcial de água. **Boletim Instituto Pesca**, 33 (1): 113 – 119.
- Carvalho, R., Lemos. D. 2009. Fatos e figuras; aquíicultura e consumo de carnes no Brasil e no mundo. **Panorama da Aquíicultura**, 19 (4): 46-49.
- Chien, Y. H. 1992. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. **World Aquaculture Society**, 9: 144-156.
- Clifford, H. C. 1992. Marine shrimp pond management. **World Aquaculture Society**, 9: 110-137.
- Cliford, H. C. 1994. El manejo de estanques camaroneros. In: **Seminario de Camaronicultura en México**. Sinaloa, México, 1994:11-12.
- Erler, D., Pollards, P., Duncan, P., Knibb, W. 2004. Treatment of shrimp farm effluent with omnivorous finfish and artificial substrates. **Aquaculture Research**, 35: 816 – 827.
- Esteves, F. A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência – FINEP, Rio de Janeiro, 600p.
- Fernandes, L. M. B. 1975. Aspectos fisio-ecológicos do cultivo da ostra-de-mangue – *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), Influência da salinidade. 81 pp. **Tese de Doutorado** – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Frias, J. A. & Rodrigues, R. 1990. Oyster Culture in Cuba: Current State, Techniques and Industry Organization. 51-74. In: NEWKIRK, G. F., FIELD, B. A. (Eds), **Oyster Culture in the Caribbean Workshop**. Kingston IDRC, 150p.
- Golterman, H. J., Clymo, R. S. & Ohnstad, M. A. M. 1978. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. Scientific Publications, London, 214p.
- Guimarães, I. M., Antonio, I. G., Peixoto, S. & Olivera, A. 2008. Influência da salinidade sobre a sobrevivência da ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae*. **Arquivo de Ciência do Mar**, 41 (1): 118-122.
- Guimarães, I. M. 2008. Utilização de ostra e macroalgas como biofiltro para efluentes de cultivo de camarão. 49 pp. **Dissertação de Mestrado** – Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

- Gurjão, L. M. 2004. Uso integrado de sedimentação, ostras e macroalgas para tratamento de efluentes de carcinicultura. 50 pp. Dissertação de Mestrado – Fortaleza, Universidade Federal do Ceará.
- Guzenski, J. 1996. Comparação do efeito da salinidade e concentração de substâncias húmicas no crescimento de *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828). 101 pp. **Dissertação de Mestrado** – Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Henry-Silva, G. G. & Camargo, A. F. M. 2008. Impacto das atividades de aqüicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas. **Boletim Instituto Pesca**, 34 (1): 163 – 173.
- Johnscher-Fornasaro, G. 1981. Observações sobre populações da ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em ambientes ecologicamente diferentes do litoral do estado de São Paulo. 163 pp. **Dissertação de Mestrado** – São Paulo, Universidade de São Paulo.
- Jones, A.B., Preston, N.P. & Dennison, W.C. 2002. The efficiency and condition of oysters and macroalgae used as biological filters of shrimp pond effluent. **Aquaculture Research**, 33: 1-19.
- Jones, A. B., Dennison, W. C. & Preston, N. P. 2001. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. **Aquaculture**, 193: 155 – 178.
- Jones, A. B. & Preston, N. P. 1999. Oyster filtration of shrimp farm effluent, the effects on water quality. **Aquaculture Research**, 30: 51–57.
- Júnior, V. C., Andrade, L. N., Bezerra, L. N., Gurjão, L. M. & Farias, W. R. L. 2005. Reúso de água em um sistema integrado com peixes, sedimentação, ostras e macroalgas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9: 118-122.
- Koroleff, F. 1976. Determination of nutrients. 117-187. In: Grasshoff, K. (Ed), **Methods of seawater analysis**. Verlag: Chemie Weinheim, 300p.
- Littlewood, D. T. J. 1991 Oyster cultivation in the Caribbe with emphasis on mangrove oysters in Jamaica. **World Aquaculture**, 122: 70-73.
- Mackereth, F. J. H., Heron, J. & Talling, J.F. 1978. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Scientific Publications, London, 121p.
- Marinho-Soriano, E., Camara, M. R., Cabral, T. M. & Carneiro, M. A. A. 2007. Preliminary evaluation of the seaweed *Gracilaria cervicornis* (Rhodophyta) as a partial substitute for the industrial feeds used in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming. **Aquaculture Research**, 38: 182-187.
- Mello, G. L. 2007. **Policultivo de ostras e camarões marinhos em viveiros de aqüicultura**. FAEPE, Recife, 23p.
- Nascimento, I.; Mangabeira, F. C.; Evangelista, A. J. A.; Santos JR., A., Pereira, S. A.; Silvany, M. A. A. E, Carvalhal, D. F. 1998. Cultivo integrado de camarões e ostras: a busca de uma tecnologia limpa para o desenvolvimento sustentável. In: **aqüicultura Brasil, 98** Recife, Pernambuco, 1998: 503-525.
- Nunes, A. J. P. 2001. Alimentação para camarões marinhos – Parte II. **Panorama da Aqüicultura**, 11 (63): 13-23.
- Olivera, A. & Brito, L. O. 2005. Treating shrimp farming effluent using the native oyster, *Crassostrea rhizophorae*, in Brazil. **World Aquaculture**, 36 (3): 60 – 63.
- Oliveira, J. M. 1998. Efeitos da densidade populacional e renovação da água no crescimento e sobrevivência larval da ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). Dissertação de Mestrado – Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Olivera, A. 2001. Os moluscos bivalves e a biorremediação dos impactos da carcinicultura. **Revista da ABCC**, 3 (2): 41-43.
- Poli, C. R.; Poli, A.T; Silveira, JR., N.; Magalhães, A. R. M. 1985. Sobrevivência de *Crassostrea rhizophorae* (Guliding, 1828) exposta ao ar em diferentes temperaturas. In: **Seminário sobre ciências do mar**. Florianópolis, Santa Catarina, 1985:113-118.
- Ramos, R., Vinatea, L., Andreatta, E., Costa, R. H. R. 2008. Tratamento de efluentes de tanques de criação de *Litopenaeus vannamei* por sedimentação e absorção de nutrientes pela macroalga *Ulva fasciata*. **Boletim Instituto Pesca**, 34 (3): 345 - 353.
- Rocha, N. M., Junior, J. S., Farias, W. R. L. 2008. Reutilização de água em um sistema integrado com camarões, sedimentação, ostras e macroalgas marinhas. **Revista Ciência Agronômica**, 39 (4): 540-547.
- Reyes, L. M. A., Pérez, C. N., Ramírez, P. R. D., Leporeau, J. A. F., Silva, L. M., Silgado, J. M., Umbreit, F. N., Gómez, H. R., Perea, L. S., García, P. A. S., Isaza, A. V., Daza, P. V. & Virviescas, M. T. 1995. El cultivo de las

- ostras de mangue. 153-208. In: GOMEZ, H. R., ROMERO, G. P. & LARA, O. M. (Eds), **Fundamentos de Acuicultura Marina**. INPA- Instituto Nacional de Pesca e Aqüicultura da Colômbia, 515p.
- Rodrigues, J. 2005. Carcinicultura Marinha - Desempenho em 2004. **Revista da ABCC**, 7 (2): 38-44.
- Santos, J. E. 2006. A carcinicultura no ceará: principais impactos ambientais em uma fazenda no Cumbe – estuário do rio Jaguaribe. 80 pp. Dissertação de Mestrado – Ceará, Universidade Federal do Ceará.
- Santos, J. J. 1978. Aspectos da ecologia e biologia da ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) na Bahia de Todos os Santos. 166 pp. Tese de Doutorado – São Paulo, universidade de São Paulo.
- Sipaúba-Tavares, L. H. & Rocha, O. 2001. **Produção de plâncton (zooplâncton e fitoplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. RIMA, São Carlos, 106p.
- Stanford, C. 1999. **A guide to Phytoplankton of Aquaculture Ponds**. Collection analysis and Identification, Queensland, 59p.
- Teichert-Coddington, D. R., Rouse, D. B., Potts, A. & Boyd, C. E. 1999. Treatment of harvest discharge from intensive shrimp ponds by settling. **Aquacultural Engineering**, 19: 147 – 161.
- Vinatea, L. 1999. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. UFSC, Florianópolis, 166p.

Received August 2009

Accepted April 2010

Published online March 2011