

## **Maricultura e Meio Ambiente: tecnologias, impactos e sustentabilidade**

Marine aquaculture and environment: technologies, impacts and sustainability

FREITAS, Rodrigo Randow 1; COSTA, Karla Gonçalves 2; SILVESTRI, Fausto 3.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Departamento de Oceanografia, Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, [rodrigorandow@ig.com.br](mailto:rodrigorandow@ig.com.br); <sup>2</sup>Departamento de Ciências da Saúde, Biológicas e Agrárias - CEUNES/UFES. [karlacosta@ceunes.ufes.br](mailto:karlacosta@ceunes.ufes.br); <sup>3</sup>Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha, Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo. [silvestri@usp.br](mailto:silvestri@usp.br)

### **RESUMO**

No presente trabalho, apresentaremos a maricultura, vista como tecnologia de produção de alimento de origem marinha e possível alternativa para contribuir com a alimentação e superação da pobreza de grande parte da população, e suas implicações ambientais. Nós procuramos apresentar as diferentes tecnologias atualmente empregadas, bem como as alterações que a atividade pode causar no meio ambiente. Foi observado que a quantidade de impactos ambientais negativos se sobressai aos impactos positivos se a produção não for realizada de forma adequada e que os impactos ambientais positivos são benéficos dependendo do ponto de vista. Os estudos na área de maricultura são recentes, principalmente no Brasil. Assim a identificação de seus problemas focada nas possibilidades de correção ou redução das diferentes modalidades de impactos fazem parte da construção de uma metodologia mais adequada para o alcance da sustentabilidade tão desejada.

**PALAVRAS-CHAVE:** aqüicultura; impactos ambientais; biodiversidade; desenvolvimento sustentável.

### **ABSTRACT**

In the present work, we will present the maricultura, sight as technology of food production of sea origin and possible alternative to contribute with the feeding and ambient overcoming of the poverty of great part of the population, and its implications. We look for to present the different technologies currently employees, as well as the alterations that the activity can cause in the environment. He was observed that the amount of negative ambient impacts if sobressai to the positive impacts if the production will not be carried through of adequate form and that positive the ambient impacts are beneficial depending on the point of view. The studies in the maricultura area are recent, mainly in Brazil. Thus the identification of its problems focada in the correction possibilities or reduction of the different modalities of impacts is part of the construction of an adjusted methodology more for the reach of the sustentabilidade so desired.

**KEY WORDS:** aquaculture; environmental impacts; biodiversity; sustainability development. Texto abstarct com limitação

Correspondências para: [rodrigorandow@ig.com.br](mailto:rodrigorandow@ig.com.br)  
Aceito para publicação em 26/05/2009

## Introdução

Até bem pouco tempo atrás, os seres humanos consideravam os oceanos e águas litorâneas fontes inesgotáveis de alimento, capazes de sustentar toda população mundial ao longo de muito tempo. Acreditava-se que toda essa abundância surgia regularmente de maneira interrompida e que estava presente simplesmente para uso próprio (TUNDISI, 2005).

Com o crescente aumento da população e as técnicas de exploração predatória do ambiente aquático, principalmente da zona costeira, a oferta de recursos protéicos tem sido sistematicamente reduzida, tanto quantitativamente quanto qualitativamente (FIPERJ, 1997).

A ação negativa constante do homem sobre a natureza, promovendo desmatamento, lançando dejetos sem tratamento e substâncias químicas nas águas, aterrando manguezais que são berçários de diversas espécies e a pesca predatória, provoca a diminuição dos estoques pesqueiros, levando o pescador a deixar a pesca em busca de outras atividades (DIEGUES, 2001).

Segundo a Organização para a Agricultura e Alimentação das Nações Unidas -FAO (1997), a crise no setor pesqueiro provocada pela exploração desordenada da zona costeira com a conseqüente diminuição dos estoques marinhos torna a aqüicultura uma importante alternativa de produção de alimentos, contribuindo significativamente para a segurança alimentar e diminuição da pobreza no planeta.

A aqüicultura é definida como “o cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas”, além disso “a atividade de cultivo implica a intervenção do homem no processo de criação para aumentar a produção, em operações como reprodução, estocagem, alimentação, proteção contra predadores, etc.” (FAO, 1990).

Só que, assim como outras formas de monocultura, a maricultura também explora o meio ambiente. VINATEA (1999), afirma que a

aqüicultura é uma tentativa deliberada por parte dos seres humanos de modificar e manipular as relações tróficas controladas pela natureza.

Todas as atividades produtivas são impactantes ao meio e que na aqüicultura esses impactos podem ser classificados em 03 conjuntos: aqueles oriundos do meio ambiente (exógenos); os resultantes da própria aqüicultura (endógenos) e os causados pela aqüicultura sobre o meio ambiente. Além disso, estes autores ressaltam que os referidos impactos podem ser positivos ou negativos (VALENTI *et al.*, 2000).

Os impactos causados pela maricultura na biodiversidade são raramente positivos, às vezes neutros, mas, normalmente, negativos. Esses impactos surgem principalmente da utilização dos recursos, tais como o espaço, a água, matéria-prima e alimento, bem como a partir da produção de resíduos de origens orgânica e inorgânicas (ex: produção de excretas, introdução de microorganismos patogênicos e parasitas no ambiente, acúmulo de restos de organismos cultivados e liberação de antibióticos nos efluentes de viveiros e laboratórios de cultivos). Impactos negativos podem ser diretos, por exemplo, pela introdução de material genético exótico no ambiente ou indireto, por perda de habitat e nicho ecológico (ROSS & KELLY, 1994).

Os cultivos de peixes, crustáceos e moluscos geram resíduos na forma de partículas e material solúvel orgânico e inorgânico. A natureza e quantidade do efluente variam com o *design* da fazenda de cultivo, espécies cultivadas e nível de intensificação. Em geral, fezes, excretas e pseudofezes são as principais fontes de nutrientes inorgânicos e orgânicos. A coluna de água é o recipiente para o material dissolvido, enquanto a maior proporção de resíduos sólidos precipita-se para o sedimento abaixo da área de cultivo ou na vizinhança imediata da fazenda (NUNES & PARSONS, 1998). Essa deposição quase que imediata de matéria orgânica diária no sedimento,

leva a um início de eutrofização com a diminuição da taxa de oxigênio dissolvido no meio. As bactérias, fungos e protozoários participam do processo de degradação da matéria orgânica e a liberação de gases tóxicos como enxofre se tornam inevitáveis. Nesse sentido, a alteração da comunidade marinha causada pelo acúmulo de matéria orgânica no sedimento já foi estudado por vários pesquisadores (MARQUES & BARBOSA, 2001; PRICE, 2001; NUNES & PARSON, 1998; GRANT *et al.*, 1995).

O ideal de uma aqüicultura sustentável, que seja coerente com os contextos econômico, social, ecológico, espacial e cultural (SACHS, 1997), encontra-se em uma fase inicial no Brasil, onde os erros estão sendo avaliados e estudados de forma que novas técnicas de gerenciamento possam ser adequadas visando um menor efeito no equilíbrio do ecossistema.

No presente trabalho, apresentaremos a maricultura, vista como tecnologia de produção alimentar e possível alternativa para contribuir com o déficit na demanda alimentar e superação da pobreza, bem como suas implicações ambientais.

### Resultados e discussão

De acordo com o relatório publicado pela FAO (2007), a maricultura corresponde a 36% do total da produção mundial de peixes, crustáceos e moluscos, sendo o restante da produção representado por organismos cultivados em águas continentais dulcícolas ou de baixas salinidades. Entre os organismos mais cultivados em águas marinhas e salobras, em termos de produção encontram-se as plantas aquáticas (13,9 mil ton.), seguido dos moluscos (13,2 mil ton.), crustáceos (3,6 mil ton.), peixes diádromos (2,8 mil ton.) e peixes marinhos (1,4 mil ton.).

Tratam-se de diferentes sistemas de cultivo que podem variar de acordo com a tipo de organismo cultivado, a região e o ambiente de cultivo. Com relação a esses sistemas podemos

encontrar o sistema extensivo, onde os organismos são cultivados em pequenas densidades e que não requer o *input* de alimento artificial (ex: cultivo de tainhas em grandes viveiros escavados praticados na China e cultivos de macroalgas e mexilhões), o semi-intensivo, mais difundido mundialmente, que requer o emprego de alimento artificial e uso de aeradores (ex: cultivo comercial de camarões ou peixes em viveiros escavados), e o sistema intensivo, onde os organismos são cultivados em grandes densidades, requerendo uma elevada demanda de alimento, energia elétrica e renovação de água de água (criação de peixes em race-ways e tanques-rede) (BORGHETTI & SILVA, 2008).

Além disso, a maricultura, como tecnologia é praticada principalmente em sistemas de monocultivo e em menor e crescente escala os policultivos (ex: cultivo consorciado de camarões e tilápias ou ostras e mexilhões).

Recentemente observa-se uma tendência voltada a implantação tecnológica de sistemas integrados de cultivo com recirculação hídrica. São sistemas complexos que envolvem a integração de diferentes espécies com o total aproveitamento e reutilização da água (TROELL *et al.*, 2003; JÚNIOR *et al.*, 2005).texto

A seguir encontra-se uma descrição generalizada sobre diferentes modalidades de maricultura e possíveis conseqüências para o meio ambiente, focada nas atividades de malacocultura, carcinicultura e piscicultura marinha (principais formas de cultivo praticadas na região costeira brasileira).

### Malacocultura

A malacocultura, ou cultivo de moluscos, é uma atividade amplamente difundida a nível mundial. Os principais moluscos cultivados pertencem ao grupo dos bivalves, tais como ostras mexilhões e vieiras.

Segundo dados do IBAMA (2008), em 2006 o

Brasil apresentou uma produção total estimada de 15,5 mil toneladas de moluscos cultivados, sendo 95% produzido em Santa Catarina em sistema suspensos do tipo flutuante (espinhél ou "long-line" e balsa) ou fixo (varal) (FERREIRA & MAGALHÃES, 2004).

O cultivo de moluscos, especialmente mexilhões e ostras, tem sido considerados sistemas parcialmente auto-regulados e integrados ao ecossistema natural. Porém, quando cultivados em altas densidades, podem criar condições favoráveis para a formação da maré vermelha, nome que se dá à multiplicação maciça de organismos protistas, geralmente dinoflagelados.

Os mexilhões quando ingerem grandes quantidades desses organismos produzem biotoxinas, de alta toxidez para o ser humano. As marés vermelhas ocorrem, entre outros motivos, devido ao enriquecimento local de nutrientes associado a determinadas condições ambientais (SPENCER, 2002).

A contaminação por bactérias é um problema importante, principalmente em criações situadas próximo a aglomerados urbanos. Os mexilhões, como os demais bivalves, costumam reter e concentrar organismos patogênicos, agentes de doenças graves, como tifo, cólera, tuberculose e hepatite, motivo pelo qual devem ser submetidos a um tratamento de depuração, antes de serem comercializados (MARQUES, 1988).

Outro problema observado nas áreas de cultivo de moluscos é a biodeposição (soma de fezes e pseudofezes dos moluscos e fauna acompanhante) nos fundos das áreas cultivadas, alterando os fluxos das correntes da água e constituindo-se em regiões anóxicas, com condições indesejáveis até mesmo para o próprio cultivo (QUESADA *et al.*, 1998).

Aparentemente, o grau de extensão dos efeitos do cultivo de mexilhão difere consideravelmente entre locais. Vários fatores foram sugeridos por explicar estas diferenças, inclusive idade da

fazenda de cultivo, densidades de indivíduos nas cordas, estrutura física de fazenda de cultivo (densidade e orientação de cordas, distancia do fundo), hidrodinâmica, absorção de sedimento, etc. O fator importante é aquele que determina o destino final de matéria orgânica e seu impacto subsequente, e a dispersão de biodepósitos no local de fazenda de cultivo (CHAMBERLAIN *et al.*, 2001).

Segundo SUPLICY (2000), nem sempre a perturbação ambiental é necessariamente prejudicial. Em se tratando de cultivos de moluscos, quando estes são implantados e operados em densidades dentro dos limites impostos pela capacidade sustentável do local, podem agir como criadores/atratores de peixes. Somente quando acima das densidades desejáveis e, principalmente, em locais rasos com limitada circulação de água é que os biodetritos (fezes e pseudofezes) e animais que despencam dos cultivos podem levar a impactos negativos sobre o sedimento.

#### **Carcinicultura marinha**

O cultivo de camarões é modalidade mais expressiva de maricultura praticada no litoral brasileiro com uma produção estimada de 65,0 mil toneladas em 2006 (IBAMA 2008). Mais da metade da produção nacional esta consolidada em grandes empreendimentos com mais de 50 ha de lâmina d'água, o que corresponde a 5,2% do número total de produtores (BORGHETTI & SILVA, 2008).

Os camarões são cultivados principalmente em empreendimentos localizados a poucos metros da linha de costa, em viveiros de terra escavados. Paralelamente, tecnologias alternativas vêm sendo desenvolvidas na região Sul do Brasil, como o cultivo de camarões em cercados voltados para comunidades tradicionais, com baixo custo de produção e tecnologia acessível ao pequeno produtor (CAVALLI *et al.*, 2007)

A principal espécie de camarão marinho

cultivado no Brasil é o camarão branco *Litopenaeus vannamei*, organismo exótico com pacote tecnológico consolidado e com elevado desempenho zootécnico.

A atividade tem afetado diretamente os ecossistemas costeiros, transformando habitats estuarinos em fazendas de cultivo, sendo que entre os principais impactos destacamos: destruição/alteração de ecossistemas (manguezais e etc.); alterações hidrológicas; hipernutrição dos corpos d'água adjacentes por causa dos efluentes provenientes dos cultivos; eutrofização das águas; geração da "poluição biológica" dos estoques de espécies nativas, através da fuga dos espécimes cultivados; enfermidades; introdução de espécies exóticas; uso da água e entrada da biota do cultivo nos corpos d'água (estuários por exemplo), uso de produtos químicos (terapêuticos, desinfetantes, reagentes para o tratamento da água e do solo, pesticidas, fertilizantes e aditivos usados comumente nas rações); salinização de grandes extensões de terra e deposição de sedimentos nos viveiros (NUNES & PARSON, 1998; QUESADA *et al.*, 1998; WAINBERG & CÂMARA, 1998).

#### **Piscicultura marinha**

A rigor, a piscicultura marinha ainda não existe em escala comercial no país. O desenvolvimento de projetos pilotos de cultivo de bijupirá (*Rachycentron canadum*), que visam inserir o Brasil na atividade, estão sendo realizados nos estados da Bahia e São Paulo em parceria com Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca – SEAP. Assim sendo, o problema enfrentado pela piscicultura marinha é justamente o atraso com que essa atividade começa a ser introduzida no país (OSTRENSKY & BOERGER, 2008).

Entre os anos de 1997 a 2003 foram cultivadas no Brasil as seguintes espécies marinhas: carapeba, curimã, mero, pescada, robalo e tainha. Em 2004 não foi registrado o cultivo de nenhuma

espécie marinha na piscicultura em escala comercial (BOSCARDIN, 2008).

Cultivos de peixes requerem pelo menos dez vezes a produção de peso do peixe em ração. Mais que 90% do alimento fornecido se espalha ao redor ou abaixo, no fundo do viveiro, na forma de resíduos provenientes de ração não absorvida e excretas de peixes. Os cultivos que utilizam gaiolas flutuantes são associados a um problema principal em sua metodologia, isto é, a maioria da ração para peixe na verdade se espalha na redondeza, aumentando a quantidade de matéria orgânica na água e sedimento (TSUTSUMI, 1991; QUESADA *et al.*, 1998).

O aumento de matéria orgânica e deposição de sedimentos sob os cultivos aqüícolas diminuem a quantidade de oxigênio dissolvido que ocasionam na formação do gás sulfídrico no meio, reduzindo a abundância da macrofauna, selecionando a comunidade em espécies mais tolerantes aos níveis de oxigênio, diminuindo, assim, a diversidade da fauna (PEARSON & ROSEMBERG, 1978).

NUNES & PARSON (1998) propuseram diferentes alternativas para a diminuição de impactos causados pela deposição dos resíduos sólidos no sedimento.

Com relação ao cultivo de peixes marinhos em tanques escavados recomenda-se: o tratamento de efluentes através de construção de lagoas de sedimentação para decantação e oxidação biológica de material orgânico; policultura ou cultura integrada com organismos filtradores como ostras; proteção ou reflorestamento de áreas adjacentes aos manguezais para funcionar como zona de proteção das áreas de cultivo; rodízio de local cultivado para permitir recuperação de sedimento por dispersão natural e desintegração de resíduos; redução da densidade de organismos cultivados; uso de dispositivos como bombas submersíveis e misturadores para dispersar material orgânico depositado no

sedimento; redução ou eliminação completa de descarga de água de lagoas para águas adjacentes.

O cultivo de espécies voltado para o repovoamento de lagoas e estuários está sendo testado em todo mundo, alcançando sucesso em locais que a população natural foi quase totalmente dizimada por efeitos antrópicos. A introdução de espécies cultivadas em ornamentação de lagos artificiais ou, até mesmo, em aquários, diminui as caças predatórias nos ambientes naturais e o impacto em áreas sensíveis como recifes de corais e manguezais (HILSDORF & PETRERE Jr., 2002).

O mercado de peixes ornamentais constitui, a nível mundial, uma interessante oportunidade para diversificação da produção no ramo da piscicultura marinha. Uma prova disso são os dados da balança comercial norte-americana que em 2000 registraram um valor de 50 milhões US\$ na importação de peixes ornamentais, valores comparados com a importação de ostras e mexilhões (Di SANTO *et al.*, 2001).

### Conclusões

Procurando apresentar as diferentes alterações que a maricultura pode causar no meio ambiente, foi observado que a quantidade de impactos ambientais negativos se sobressai aos impactos positivos se não produzido de forma adequada. E, que os impactos ambientais positivos são benéficos dependendo do ponto de vista. Fica claro que uma pequena alteração ambiental leva a um ciclo que afeta o próprio cultivo.

Os objetivos sociais aos quais a aqüicultura foi baseada não merecem ser descartados. O ideal de uma maricultura integralmente sustentável deve ser colocado em prática, melhorando o manejo das áreas utilizadas em cultivos, empregando alternativas ambientalmente coerentes e que estão sendo cuidadosamente estudadas para que eliminem ou diminuam os impactos negativos já comprovados.

Os estudos na área de aqüicultura marinha são recentes, principalmente no Brasil. Assim as descobertas de seus problemas e as possibilidades de correção destes fazem parte de um processo de construção de uma metodologia voltada para o alcance da sustentabilidade tão desejada.

### Referências Bibliográficas

- BORGHETTI, J. R. & SILVA, U. A. T. Principais Sistemas produtivos empregados comercialmente. In: Ostrensky, A.; Borghetti, J. R.; Soto, D. (Orgs.) **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília. (2) 73-94 pp. 2008.
- BOSCARDIN, N. R. A produção aqüícola brasileira. In: Ostrensky, A.; Borghetti, J. R.; Soto, D. (Orgs.) **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília. (1) 27-72 pp. 2008.
- CAVALLI, R. O.; WASIELESKY, W.; POERSCH, L. H.; PEIXOTO, S. Sistemas de cultivo aqüícolas costeiros no Rio Grande do Sul. In: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H.; CAVALLI, R. O. (Orgs.) **Sistemas de cultivos aqüícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 316 p. 2007.
- CHAMBERLAIN, J. *et al.* Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. **ICES Journal of Marine Science** 58: 411-416. 2001.
- DIEGUES, A. C. **Ecologia Humana e Planejamento Costeiro**. 2ª. ed. – São Paulo: NUPAUB, USP. 225p. 2001.
- Di SANTO, O.; GAGLIARDI, F.; MUGNAI, F.; RICCARDI, F.; SEVERATI, A. Specie ornamentali ed acquariofilia. In: CAUTADELLA, S. & BRONZI, P. **Acquacoltura Responsabile: verso le produzioni acquatiche del terzo millennio**. Roma. (3.11) 483-489pp. 2001.
- FAO. The definition of aquaculture and collection of statistics. **Aquaculture Minutes**. Rome, n.7. 1990.
- FAO. Aquaculture development. **FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries**. Rome, nº5. 1997.

- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2006**. Rome. 180p. 2007.
- FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, A. R. M. Cultivo de mexilhões. In: POLI, C. R. & BELTRAME, E. (Orgs.). **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Multitarefa. Florianópolis. 221-250 pp. 2004.
- FIPERJ. **Manual para iniciação em ostreicultura**. Rio de Janeiro. 36p. 1997.
- GRANT, J. *et al.* A multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. **Estuaries** 18: 124-144. 1995.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília: Ibama, 174 p. 2008.
- HILSDORF & PETRERE JR.. Conservação de peixes na bacia do rio Paraíba do Sul. **Ciência Hoje**. Vol. 30, nº 180. 62-65. 2002.
- JÚNIOR, V. C.; ANDRADE, L. N.; BEZERRA, L. N.; GURJÃO, L. M. & FARIAS, W. R. Reúso de água em um sistema integrado com peixes, sedimentação, ostras e macroalgas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), Campina Grande. 118-122pp. 2005.
- MARQUES, H. L. A. Mexilhões: Biologia e Criação. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**. São Paulo. 32p. 1988.
- MARQUES, M. M. & BARBOSA, F. Na fauna do fundo, o retrato da degradação. **Ciência Hoje** 30: 72-75. 2001.
- NUNES, A. J. P. & PARSONS, G. J. Dynamics of tropical coastal aquaculture systems and the consequences to waste production. **World Aquaculture**. 29(2): 27-37. 1998.
- OSTRENSKY, A. & BOERGER, W. A. Principais problemas enfrentados atualmente pela aqüicultura brasileira. In: Ostrensky, A.; Borghetti, J. R.; Soto, D. (Orgs.) **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília. (5) 135-158 pp. 2008.
- PEARSON, T. H. & ROSENBERG, R. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. **Oceanography and Marine Biology Annual Review** 16: 229-311. 1978.
- PRICE, A. R. G. The marine chain in relation to biodiversity. **The Scientific World**. Vol.1, 579-587. 2001,
- QUESADA, J. E. *et al.* Aqüicultura sustentável: Construindo um conceito. **Anais do Aqüicultura Brasil 98**. Recife. Vol.2. 515-525. 1998.
- ROSS L. G. & KELLY L. A. Aquaculture and biodiversity. **Royal Swedish Acad Sciences**. Stockholm. 23 (8): 497-502. 1994.
- SACHS, Y. Desenvolvimento Sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações sócio-urbanas: os casos da Índia e do Brasil. In: VIEIRA, P.; WEBER, J. (org.), **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento**. São Paulo: Cortez. 469p. 1997.
- SPENCER, B. E. **Molluscan shellfish farming**. Blackwell, Oxford. (11) 228-244 pp. 2002.
- SUPLICY, F. A capacidade de suporte nos cultivos de moluscos. **Panorama da Aqüicultura**. Vol 10 (57):21-24. 2000.
- TROELL, M.; HALLING C.; NEORI, A.; CHOPIN, T.; BUSCHMANN, A. H.; KAUTSKY, N.; YARISH, C. Integrated mariculture: asking the right questions. **Aquaculture** Vol. 226, 69-9. 2003.
- TSUTSUMI, H. *et al.* Benthic faunal succession in a cove organically polluted by fish farming. **Marine Pollution Bulletin**. Great Britain. Vol. 23, 233-238. 1991.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2ª. Ed. RIMA. 248p. 2005.
- VALENTI, W. C. *et al.* **Aqüicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável**. Editor: Wagner Cotroni Valenti. Brasília: CNPq/ Ministério da Ciência e Tecnologia. 399p. 2000.
- VINATEA, L. A. A. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: Subsídios para formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Editora da UFSC, Florianópolis. 310pp. 1999.
- WAINBERG, A. A. & CÂMARA, M. R. Carcinicultura no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Interações ambientais e alternativas mitigadoras. **Anais do Aqüicultura Brasil 98**. Recife. Vol.2. 527-544. 1998.