

A Potencialidade da Tecnologia Airborne Laser Scanning no Planejamento e Implantação de Projetos de Carcinicultura marinha

Della Giustina, E. ¹
Prof. Dr. Loch, C. ²
Prof. Dr. Seiffert, W.Q. ³
Nürnberg, S. ⁴
Soares, Leandro ⁵

UFSC- Departamento de Engenharia Civil
88010-970 Florianópolis SC

¹ edellag@yahoo.com.br

² ecv1clo@ecv.ufsc.br

⁵ eng.soares@hotmail.com

⁴ sueling13@hotmail.com

³ UFSC – Departamento de Ciências Agrárias
88010-970 Florianópolis SC
seiffert@cca.ufsc.br

Resumo : O desenvolvimento da carcinicultura nas áreas costeiras tem gerado controvérsias, particularmente com relação aos seus custos ambientais. A correta localização destes empreendimentos constitui fator chave do ponto de vista técnico, econômico e, sobre tudo, ambiental. Os estudos para conhecimento das relações espaciais existentes entre os elementos do meio físico destas áreas devem ser direcionadas a evitar a ruptura no equilíbrio dinâmico afetados pela atividade. O recente desenvolvimento da tecnologia ALS tem se tornado uma importante fonte de dados para aplicações de planejamento e gestão ambiental nas zonas costeiras. Esta tecnologia possui um grande potencial no estudo de ambientes costeiros. A percepção deste potencial na concepção e implantação dos projetos de carcinicultura tem levado o autor deste trabalho a propor este tema como tese de mestrado. Através de dados topográficos precisos, geração de mapas tridimensionais acurados e atualizados, MDTs (Modelos Digitais do Terreno) e MDEs (Modelos Digitais de Elevação) de alta resolução disponibilizar-se-á suportes para concepção e implantação. Disponibilizando assim projetos modelados e testados em um ambiente virtual antes da construção.

Palavras Chaves – Carcinicultura, Gestão ambiental, Airborne Laser Scanner(ALS)

Abstract : Shrimp farming development in coastal areas has caused many controversies, particularly regarding to environmental degradation. The correct location of these ventures is a key factor at the technical, economic and, above all, environmental approach. Studies to acquire knowledge about spatial relationships between elements related to the environment of these areas should be directed to avoid disruption in dynamic balance affected by the activity. The recent development of ALS technology has become an important data source for planning and environmental management applications in coastal areas. This technology has a great potential in coastal environmental studies. Identifying this potential in shrimp farming projects design and implementation has led the author of this paper to present this issue as a master's thesis proposal. Precise topographical data, accurate and updated three-dimensional mapping generation and high resolution Digital Terrain Models (DTMs) and Digital Elevation Models (DEMs) support a basis for media design and deployment. Also, then, turn available projects shaped and tested in a virtual environment before building

Keywords – Shrimp farming, Environmental Management, Airbone Laser Scanner (ALS)

1 MIRC - Manejo Integrado de Recursos Costeiros

A zona costeira abrange um espaço com fronteiras abertas entre a terra, a atmosfera, os oceanos e os corpos de água doce. O funcionamento do ambiente que ali se estabelecem é dinâmico, pois dominam interações interdependentes provocadas pelas variações climáticas hidrológicas, oceanográficas e antrópicas (SEIFFERT *et al.* 2001).

São inúmeras as atividades sócio-econômicas existentes na região costeira, dentre as mais tradicionais: o turismo, a pesca, a agricultura, indústria e a navegação e mais recentemente a aqüicultura. O direcionamento ou re-direcionamento destes usos pode afetar diretamente as necessidades e aspirações das comunidades envolvidas.

Segundo BELTRAME (2003), o Manejo Integrado dos Recursos Costeiros (**MIRC**) é um instrumento próprio para a pesquisa e manejo destes ambientes. Deve ter como proposta básica o guia de desenvolvimento das áreas costeiras, pautando-se na linha do desenvolvimento sustentável.

TOBEY *et al.* (1998) salienta que o MIRC nos últimos 25 anos preconizou que os usos conflitantes da costa e dos estuários necessitam aproximar-se e reforçar o planejamento e o manejo destes ambientes. Desta forma o manejo integrado dos recursos costeiros pode ser utilizado como instrumento prático e viável para o planejamento da zona costeira, não considerando apenas uma atividade, mas todas as atividades presentes, observando as características e particularidades locais.

2 Aqüicultura

Nos últimos anos aqüicultura tornou-se uma atividade econômica importante nas áreas costeiras de muitos países no mundo. Oferece oportunidades para alívio pobreza, desenvolvimento comunitário e segurança alimentar para as populações litorâneas que padecem pela falta de oportunidade de emprego e pela degradação acelerada de alguns de seus ecossistemas.

A carcinicultura é um dos ramos da aqüicultura global de maior velocidade de crescimento. Os seus processos de expansão e desenvolvimento em todo o mundo, embora com registros de interiorização menos intensificada, ocorrem preferencialmente nas áreas costeiras.

No Brasil, sexto maior produtor mundial em 2003, o cultivo de camarões realizado na região costeira é uma das atividades que gera maior número de empregos e receita por ha. A renda de apenas 1,0 ha de viveiros de camarão equivale a uma área de 40 ha de serrado utilizado na produção de gado de corte MADRID (1999) SAMPAIO & COUTO (2003) mostraram que a cadeia produtiva do camarão cultivado, constituída de laboratórios de pós-larvas, fazendas de engorda e centros de processamento, gera 1,89 emprego direto por hectare de viveiro em produção e 1,86 emprego indireto por hectare, somando um total de 3,75 empregos diretos e indiretos por hectare, sendo superior a outras atividades primárias típicas da Zona da Mata.

O desenvolvimento da carcinicultura nas áreas costeiras tem gerado controvérsias, particularmente com relação aos seus custos ambientais e benefícios sociais. Rápida expansão do cultivo de camarões em alguns países da América Latina e Ásia têm chamado atenção da necessidade de um plano de estratégia de desenvolvimento. Tais estratégias devem ser direcionadas para atingir o potencial do setor apontando para o crescimento econômico e diminuição da pobreza, ao mesmo tempo que controlando o negativo ambiental e os impactos sociais (WORLD BANK, 2002).

3 O planejamento na construção de viveiros.

A construção dos viveiros para carcinicultura deve satisfazer algumas condições, a fim de otimizar a ocupação do terreno e minimizar custos de implantação, bem como, otimizar as condições de manejo nas futuras instalações. Para isto devem ser analisados, prioritariamente, os seguintes recursos: água, solo e relevo (POLI *et al.* 2004). O planejamento da atividade tem sido dificultado principalmente devido a ausência de informações precisas sobre a disponibilidade destes recursos, dentre outros (KAPETSKY *et al.* 1988).

O conhecimento do meio físico, através de dados coletados em séries temporais passadas, permite

identificar as suas características particulares que decidirão de forma direta no planejamento das fazendas de cultivo. Além das informações sócio-econômicas e interpretação de fotos aéreas, o levantamento do cadastro técnico das propriedades, bem como o levantamento topográfico da área de interesse, são também necessários (BELTRAME , 2003).

O custo de implantação de um projeto depende das características da área a ser escolhida (topografia, tipo de solo, cobertura vegetal e necessidade de drenagem) , do design e da estratégia de construção dos viveiros e demais instalações .

Ono & Kulbitza (2002) referem-se à construção de viveiros como o maior item de investimento em piscicultura, podendo encontrar uma diversidade de instalações, que podem variar de R\$ 5.000,00 a 45.000,00 por hectárie construído. A carcinicultura brasileira, no entanto, experimentou um desenvolvimento rápido a partir do ano 2.000, resultando em incrementos consideráveis de produção e produtividade. O deslumbre por uma atividade que oferecia taxas internas de retorno (TIR) variando de 20 a 40% levou a uma inovação tecnologia tanto no processo produtivo quanto na tecnologia de construção. Estas novidades tecnológicas levam a investimentos variando de R\$ 35.000 a R\$ 100.000 por hectárie.

De acordo com BEZERRA (2006), em informações levantadas para o estado do Ceará, para implantação de um projeto de pequeno porte , o custo médio por hectare foi de R\$ 46.788,96. Dentre os principais custos de implantação estão o valor da terra e a remoção de material para confecção dos viveiros, que podem chegar a 15% e 40% dos investimentos, respectivamente, em projeto implantados no estado RN e CE.

Para minimizar esse custo é necessário que se tenha um bom estudo topográfico da área que possibilite determinar o formato e a dimensão real, bem como a determinação das posições planimétricas e altimétricas dos pontos que permitam a representação do terreno.

Para se evitar a ruptura no equilíbrio dinâmico do ambiente costeiro, os projetos de carcinicultura devem favorecer a preservação da capacidade de suporte de uma determinada área. Para isto, serão necessários estudos para conhecimento das relações espaciais existentes entre os elementos do meio físico.

A identificação e a seleção das áreas adequadas para a carcinicultura são extremamente críticas, não só para assegurar o sucesso da produção, mas, especialmente para os demais aspectos do manejo dos ecossistemas costeiros. Por isto a concepção e planejamento deve contribuir para evitar conflitos com as comunidades tradicionais e com outras atividades econômicas da área em questão.

A correta localização constitui fator chave do ponto de vista técnico, econômico e ambiental, devendo os critérios específicos formar a base para o controle e o manejo da atividade. A abordagem do planejamento territorial através de distintos propósitos, tanto para empreendimentos de carcinicultura quanto para demais atividades, deve estar em consonância com a legislação ambiental para que se possa estabelecer os usos e conflitos de ocupação e a aplicabilidade de medidas mitigadoras visando a minimização dos impactos ambientais.

A FAO et al. (2006), em seu documento “ *International Principles for Responsible Shrimp Farming.*”, propõem uma série de orientações a serem seguidas no planejamento e execução de um projeto de carcinicultura.

4 Sensoriamento Remoto

De acordo com LOCH (2001) sensoriamento remoto é a captação a distância de registros, dados e das informações das características da superfície terrestre sem o contato direto. Segundo RAMOS & LOCH (2004), obtenção das informações necessárias para a avaliação e gerenciamento ambiental, por sua vez, terá mais confiabilidade quanto maior for o grau de conhecimento da área em questão. Esse conhecimento pode ser bastante facilitado com a utilização dos dados obtidos através do uso do sensoriamento remoto.

O sensoriamento remoto, como ferramenta do Cadastro técnico Multifinalitário, é uma das tecnologias utilizadas em um projeto de gestão ambiental. Pode fornecer informações que, dependendo do cruzamento com informações fornecidas por outras tecnologias, pode gerar a confecção de mapas e o monitoramento de alterações de recursos naturais, bem como a modelagem de impactos provenientes de decisões de gestão ambiental. Essas informações podem ser utilizadas por diferentes instituições, de acordo com a sua finalidade e seu modo de trabalho. Essas informações devem ser planejadas para atender a diferentes

finalidades ainda durante o seu processo de geração.

O Sensoriamento Remoto, através de fotos aéreas, imagens de satélite e mais atualmente o laser scannig, tem comprovada utilidade na coleta de informações e sua fácil integração com outras ferramentas. Junto com Sistema de Posicionamento Global (GPS) o Cadastro Técnico Multifinalitário incorporados aos SIGs – Sistemas de Informações Geográficas - atuam como ferramentas à orientar a tomadas de decisões que devem favorecer a preservação da capacidade de suporte de uma determinada área.

Neste contexto as informações fornecidas pelas técnicas de sensoriamento remoto são bastante úteis na elaboração de um inventário de uma área onde se deseja implantar uma unidade de produção de camarões marinhos no qual se deseja seguir o manejo integrado de cursos costeiros. Segundo COSTA *et al.* (2002), um inventário físico espacial de uma determinada área poderia contemplar um diagnóstico das potencialidades, possibilidades, condições favoráveis, restrições, conflitos e problemas ambientais.

Nos últimos anos, inovações no sensoriamento remoto, como laser scanner, abriram novas possibilidades da aplicação de sensoriamento remoto para a solução de problemas de planejamento e gestão.

O laser scannig é um sistema ativo de sensoriamento remoto que integra não somente a informações detalhadas sobre a geometria, mas igualmente sobre as características da reflectância da superfície de terra no comprimento de onda do laser, que é tipicamente nos espectros infravermelhos próximos BERNHARD & PFEIFER (2007).

5 Airborne Laser scannig (ALS)

O emprego da tecnologia LASER, uma das mais importantes desenvolvidas neste século, (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) na medida de distâncias, não constitui uma novidade, visto que instrumentos topográficos e geodésicos a laser têm sido utilizados em levantamentos terrestres desde meados da década de 60. Em meados da década de 70, uma associação entre a NASA e o National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) resultou num programa para a coleta de dados atmosféricos, oceanográficos e topográficos, por meio de sistemas de sensoriamento remoto a laser denominados LIDAR, acrônimo para Light Detection and Ranging. (BRANDALIZE, 2004).

Atualmente, segundo FOWLER (2001) *apud* BRADALIZE (2004), os três tipos de sistemas LIDAR existentes são: LIDAR topográficos, LIDAR batimétricos ou hidrográficos e os utilizados em estudos atmosféricos. Segundo LILLESAND & KIEFER (2000), o LIDAR topográfico é um sistema ativo que envolve o uso de uma radiação laser emitida em direção à superfície do terreno e que tem por objetivo a determinação das elevações desta superfície.

Segundo BALTSAVIAS (1999)a, o uso desta tecnologia para medir características de superfície e propriedades da paisagem se deu principalmente pelas atividades de pesquisa do Instituto de Fotogrametria da Universidade de Stuttgart, pelo Prof. F. ACKERMANN em 1988. Desde o final da década passada o interesse pelo Airborne Laser Scanning (ALS) tem aumentado fortemente.

BALTSAVIAS (1999)b, afirma que em 1996 havia só uma companhia vendendo sistemas de ALS comerciais e os provedores de serviço poderia ser contado com os dedos de uma mão. Hoje, há vários fabricantes de sistemas completos ou componentes de ALS, enquanto o número de empresas que provêem serviços saltaram exponencialmente no nível mundial.

Este recente desenvolvimento da tecnologia ALS tem se tornado uma importante fonte de dados para aplicações de planejamento e gestão ambiental nas zonas costeiras. Entre outros, incluem medidas de batimetria (GUENTHER *et al.* 2000), dinâmica de onda do mar (HWANG *et al.* 2000), determinação de modelos de terreno em áreas arborizadas (KRAUS & PFEIFER, 1998) estudo da geomorfologia das áreas de marés (LOHANI & MASON, 2001) e morfologia de duna (RANGO *et al.* 2000).

Vários autores tem se dedicado a estar avaliando esta nova tecnologia em aplicação em áreas costeiras, principalmente em estudos visando o gerenciamento ambiental. BRANDALIZE (2004) coloca que FLOOD, M (2000) se dedicou a estudos a aplicações da técnica ALS no gerenciamento de zonas costeiras no ano 2000, POPULUS *et al.* (2001) discutiu os resultados obtidos em levantamentos realizados, sobre áreas costeiras, empregando a técnica ALS. Estudos posteriores realizados em 2004, por este mesmo autor, demonstra o emprego da técnica ALS na determinação do relevo e no mapeamento da biodiversidade de áreas costeiras. VAN DE KRAATS (1999) avaliou a elevação da zona costeira utilizando técnicas ALS.

A altimetria através do imageamento LASER é a ferramenta ideal para obter a terceira dimensão para propósitos de cartografia topográfica. Sua habilidade para transpor a vegetação permite a determinação precisa de elevação de chão até mesmo dentro de uma densa vegetação, enquanto reduz os custos e esforço de tempo por traçar as curvas topográficas. Esta técnica estabelecendo e atualizando mapas topográficos com informações em 3D precisas, pode ser assim de grande utilidade quando se coloca a sua utilização em projetos de carcinicultura. Os projetos de carcinicultura na fase de concepção e planejamento carecem de uma grande quantidade de dados topográficos precisos visando tanto a viabilidade econômica como a sustentabilidade ambiental do empreendimento.

Através dos produtos oriundos de levantamento Laser scanner, tem-se a possibilidade de gerar mapas tridimensionais acurados e atualizados para otimização de projetos e processos de construção (DALMOLIN & SANTOS, 2004). Os produtos gerados pelo laser scanning como MDTs (Modelos digitais do terreno) e MDEs (Modelos Digitais de elevação) de alta resolução provêem dados do terreno que podem servir como suporte a análises de características de interesse tais como declividade, aspecto topográfico, e outras características de forma da terra. Tendo como base o MDT, os projetos em fase de concepção e implantação podem ser modelados e testados em um ambiente virtual antes da construção. É possível ainda combinar o projeto e o modelo do terreno para criar uma visualização do impacto de projetos de carcinicultura no ambiente em que serão implantadas.

Mesmo encontrando vários trabalhos relacionados as técnicas do ALS aplicados ao mapeamento e ao gerenciamento costeiro, há uma inexistência de trabalhos sobre o uso do laserscanning aplicados diretamente no planejamento e gestão de projetos de carcinicultura marinha. Neste sentido, este trabalho visa ressaltar a potencialidade da tecnologia ALS no MIRC, objetivando a confecção de projetos de aqüicultura marinha com ênfase na gestão ambiental e minimização dos custos de implantação.

6 Referências Bibliográficas

- BALTSAVIAS, E. P.** *A comparison between photogrammetry and laser scanning.* ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Zürich, v. 54, n. 2-3, p. 83-94, 15 jul. 1999a.
- BALTSAVIAS, E. P.** *Airborne laser scanning: existing systems and firms and other resources.* ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Zürich, v. 54, n. 2-3, p. 83-94, 15 jul. 1999a.
- BELTRAME, E.** *Seleção de sítios e planejamento da atividade de cultivo de camarões marinhos com base em geotecnologias.* Florianópolis. Programa de Pós-graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2003, 200p (Tese de doutorado)
- BERNHARD H.; PFEIFER N.;** *Correction of laser scanning intensity data: Data and model-driven approaches.* ISPRS Journal of Photogrammetric and Remote Sensing v.62 op 415-433, 2007.
- BEZERRA, MÁRCIO ALVES.** *Análise de investimento em carcinicultura em águas oligoalinas no estado do Ceará: Um estudo de caso.* Disponível em :<http://www.aqualider.com.br/download.php> . Acesso em 28 de Janeiro de 2008.
- BRANDALIZE, M.C. B..** *A qualidade cartográfica dos resultados do laserscanner aerotransportado.* Florianópolis. Pprograma de pós-graduação em engenharia civil - Universidade Federal De Santa Catarina – UFSC. 2004. 222 p (tese de doutorado).
- COELHO A. H.; ARAUJO VARGAS R M -** *Geração de modelos digitais de terreno a partir de dados de laser scanner aerotransportado em áreas de floresta usando o software livre GRASS .* Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3653-3660.
- COSTA, A.M.; UBERTI, A.A.A.; SANTANNA, W.C.** *Sensoriamento remoto aplicado à gestão ambiental: uma ferramenta para a análise multidisciplinar.* In: COBRAC 2002, 4o. Congresso Brasileiro de cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC, Florianópolis, 06-10 de outubro de 2002.
- DALMOLIN, Q.; SANTOS, D. R.** *Sistema Laserscanner: conceitos e princípios de funcionamento.* (3ª edição). Curitiba, UFPR, 2004.
- FAO/NACA/UNEP/WB/WWF. 2006.** *International Principles for Responsible Shrimp Farming.* Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). Bangkok, Thailand. 20 pp.
- GESAMP. 2001.** (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/IAEA/UN/UNEP. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). *Planing and management for sustenible coastal aquaculture development.* Rep. Stud. Gesamp (68) 90p.
- GUENTHER, G.C., BROOKS, M.W., LAROCQUE, P.E., 2000.** *New capabilities of the “SHOALS” irborne LiDAR bathymeter.* Rem. Sens. Environ. 73 (2), 247– 255.
- HWANG, P.A., KRABILL, W.B., WRIGHT, W., SWIFT, R.N., WALSH, E.J., 2000.** *Airborne scanning measurement of ocean waves.* Rem.Sens. Environ. 73 (2), 236– 246.

- KAPETSKY, J.M.; MCGREGOR, L. & NANNE, E.H 1987** . *A geographical Informgation system and satellite remote sensing to plan for aquaculture development*;a FAO-UNEP/GRID cooperative study in Costa Rica. FAO Fisheries Technical Paper, n . 287 51p.
- KRAUS K , PFEIFER N.;***Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data* . ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 53 (1998) 193–203
- LI, Z.; ZHU, Q.; GOLD, C.** *Digital Terrain Modeling: principles and methodology*. Ed. CRC Press, 2004, 323p.
- LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. LIDAR.** In: *Remote sensing and image interpretation*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 700-710
- LOCH, C. :** *A preservação do meio ambiente e a agrimensura*. V Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura. Anais. Campos do Jordão, 1991.
- LOCH, C.** *A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais*. 4ªed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. 118p.
- LOCH, C.** *Monitoramento global e integrado de propriedades rurais a nível municipal, utilizando técnicas de sensoriamento remoto*. 1990. Florianópolis, SC, Ed. UFSC.
- LOHANI B., MASON D.C.** *Application of airborne scanning laser altimetry to the study of tidal channel geomorphology*. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 56 (2001) **100– 120**
- MAGNUSSEN, S., BOUDEWYN, P., 1998.** *Derivations of stand heights from airborne laser scanner data with canopy-based quantile estimators*. Can. J. For. Res. 28 (7), 1016– 1031.
- POLI, C. R.; B. POLI. A.T.; ANDREATTA E.: BELTRAME E.** *Aqüicultura – Experiências Brasileiras*. Multitarefa, Florianópolis 2004. 406 pg
- POPULUS J, G BARREAU, J FAZILLEAU, M KERDREUX & J L'YAVANC,.** *Assessment of the lidar topographic technique over a coastal area*. CoastGIS'01, Second International Symposium on GIS and Computer Mapping (Halifax) June 2001.
- POPULUS J., LAURENTIN A., ROLLET C., VASQUEZ M, GUILLAUMONT B., BONNOT-COURTOIS C.** *Surveying coastal zone topography with airborne remote sensing for benthos mapping*. EARSeL eProceedings v 3, 1/2004.
- RAMOS, P. R.; LOCH, C.;** *Sensoriamento Remoto como Ferramenta para a Gestão Ambiental e o Desenvolvimento Local*. COBRAC 2004 · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis · 10 a 14 de Outubro 2004.
- RANGO, A., CHOPPING, M., RITCHIE, J., HAVSTAD, K., KUSTAS, W., SCHMUGGE, T., 2000.** *Orphological characteristics of shrub coppice dunes in desert grasslands of southern New Mexico derived from scanning LiDAR*. Rem. Sens. Environ. 74 (1), 26–44.
- ROCHA, I. P., RODRIGUES, J. & AMORIM, L. A** *Carcinicultura Brasileira em 2003*. Revista da ABCC, Recife, n.1, p. 30-36, 2004.
- SAMPAIO, Y. COUTO É.;** *Geração de empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva do camarão cultivado marinho*. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE . Departamento de economia. Em <http://www.abccam.com.br/> acessado em 12/01/2008.
- SCHAFER A. G.; LOCH R. E. N, -** **Aplicação dos dados do sensor Laserscanner para modelagem do terreno visando projetos rodoviários**. Anais, XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 749-756.
- SEIFFERT, W. Q.** *Modelo de planejamento para gestão territorial da carcinicultura marinha*. Florianópolis. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil- PPGEC – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.2003, 214p (Tese de doutorado).
- SEIFFERT, W. Q.; LOCH, C.; BELTRAME, E. 2001.** *Carcinicultura Marinha e o Manejo Integrado de Recursos Costeiros*. Panorama da Aqüicultura. v.11. n.68. p.53-55.
- TOBEY, J.; CLAY, J.; VERGNE, P. 1998.** *Maintaining a Balance: the economic, environmental and social impacts of shrimp farming in Latin America*. Coastal Resources Management Project II. Coastal Resources Center. University of Rhode Island.
- VAN DE KRAATS E, 1999.** *Airborne laser scanning: an operational remote sensing technique fordigital elevation mapping in coastal areas*, in: Geomatics and Coastal Environment. Actes de Colloques, edited by J Populus and L Loubersac, (Editions de l'Ifremer, Brest, France) 149-158
- WORLD BANK, NACA, WWF & FAO, 2002.** *Shrimp Farming and the Environment*. A World Bank, NACA, WWF and FAO. Synthesis report. Work in Progress for public discussion. Published by the consortium, 119 p.