

# **A participação da aqüicultura na conversão de áreas de manguezal em viveiros no litoral norte do estado de Pernambuco/Brasil: uma análise a partir de dados de sensoriamento remoto e SIG.**

Ariana Silva Guimarães<sup>1</sup>  
Paulo Travassos<sup>2</sup>  
Pedro Walfir Martins e Souza Filho<sup>3</sup>  
Fabrício Dias Gonçalves<sup>3</sup>  
Francisco Costa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
ariana@dsr.inpe.br

<sup>2</sup>Laboratório de Ecologia Marinha - Departamento de Pesca e Aqüicultura - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n  
Dois Irmãos - 52171-960 – Recife - PE, Brasil.  
p.travassos@depaq.ufrpe.br

<sup>3</sup>Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido - Centro de Geociências - Universidade Federal do Pará. Caixa Posta 8608 - 66075-110 – Belém - PA, Brasil  
{walfir, fdias, frc}@ufpa.br

**Abstract.** The conversion of mangroves areas to shrimp culture ponds has been pointed as the main responsible by the reduction on the surface of this ecosystem in the northeastern Brazilian coast. With the aim to quantify the participation of this activity in the decrease of mangrove surface on the north coast of the Pernambuco state, a study was developed using remote sensing techniques and Geographical Information System, taking into account the period from 1973 to 2005. The results showed a reduction of 2,052 ha of mangrove surface, which 197 ha were converted in aquaculture ponds, showing that the effective contribution of the aquaculture activity in the reduction of mangrove was 9,6%. Other activities from antropic origin, as agriculture and urban expansion can be considered as the main responsible for this scene of reduction in the mangrove surface in the northern coast of Pernambuco state.

**Palavras-chave:** shrimp ponds, estuarine zones, image processing, viveiros de camarão, zonas estuarinas, processamento de imagens.

## **1. Introdução**

A conversão de áreas de mangue em viveiros de cultivo de peixe é uma prática antiga em países asiáticos, sendo relatada há mais de 500 anos (Diegues, 1990). No Brasil, a construção de viveiros em manguezais vem sendo registrada desde o século XVII (Cavalcanti, 2004) com a chegada dos holandeses em Recife. Nas últimas décadas, esta prática tem se constituído na principal ameaça aos manguezais em muitos países (Stevenson, 1997) o que confere uma imagem negativa à aqüicultura (Primavera, 2006). Somente no Equador, estima-se que cerca de 1/3 dos 30.000 ha de viveiros de cultivo de camarão foram construídos em áreas de mangue (Diegues, 1990), enquanto que na região Indo-Pacífica esses valores chegam a cerca de 12.10<sup>6</sup> ha (Saenger, 1983). No sudoeste da Ásia, onde estão 35% dos 18.10<sup>6</sup> ha de florestas de mangue do mundo (Spalding et al., 1997), foram registradas as maiores taxas de redução da superfície de manguezal, cerca de 70 a 80% nas Filipinas e Vietnã (Primavera, 2006). Globalmente, mais de 1/3 das florestas de mangue tem desaparecido nas últimas duas décadas e a atividade humana que mais contribuiu para este fato foi o cultivo de camarão, respondendo por 35% desse declínio (Valiela et al., 2001).

O litoral brasileiro possui uma das maiores áreas de manguezal do mundo, distribuídos ao longo de aproximadamente 6.800 km de costa (Kjerfve e Lacerda, 1993), desde o rio Oiapoque, na divisa do Amapá com a Guiana Francesa (04°30'N), até à praia do Sonho, em Santa Catarina (28°53'S) (Schaeffer-Novelli, 1989) totalizando quase 1,3.10<sup>6</sup> ha de manguezal (Spalding et al., 1997). Embora protegidos pela legislação vigente no País, estas áreas de mangue vêm sofrendo alterações significativas, sobretudo em razão de ações antrópicas, diretas e indiretas, associadas à expansão urbana, portuária, turística e agroindustrial, principalmente nos litorais nordeste e sudeste (Lacerda et al., 2006; Vannuci, 2002).

Dentre as atividades agroindustriais que mais se desenvolveram nos últimos anos no Brasil, merece destaque a carcinicultura marinha que, no período entre 1997 e 2003, passou de 3.548 ha para 14.824 ha de viveiros construídos (Rocha et al., 2004). Esta rápida expansão da atividade, principalmente no nordeste brasileiro, associada ao histórico de conversão de áreas de manguezal em viveiros de cultivo, tem levado a aquíicultura a ser considerada a principal responsável pela diminuição da cobertura de mangue no litoral brasileiro.

Como as conversões das áreas de mangue em viveiros de cultivo ainda não foram quantificadas no Brasil, este fato tem contribuído para potencializar ainda mais o conflito entre empresários, ambientalistas e comunidades tradicionais. Neste contexto, o presente trabalho tem como principal objetivo quantificar a supressão de áreas de mangue do litoral norte do Estado de Pernambuco ao longo das últimas três décadas, identificando a real participação da aquíicultura neste processo. Espera-se, desta forma, fornecer informações que venham a contribuir para a conservação deste ecossistema.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo situa-se no litoral norte do Estado de Pernambuco, estendendo-se desde a Ilha de Itamaracá (Barra do Forte Orange, ao sul da ilha) até a margem direita do rio Goiana, limite com o estado da Paraíba. Nesta área estão localizados os estuários dos rios Goiana e Megaó, ao norte, e todo o complexo estuarino do Canal de Santa Cruz/Ilha de Itamaracá.

Com base na classificação de Köppen, esta região apresenta clima úmido tropical, com temperatura média acima de 18°C no inverno, o qual é caracterizado por precipitações pluviométricas de mais de 2.000 mm no litoral (SRH/PE, 2001). Este clima, característico de baixas latitudes, propicia o desenvolvimento de vegetação megatérmica, adaptada a temperaturas constantemente altas e a chuvas abundantes, como o mangue.

### 2.2. Obtenção dos dados

As imagens utilizadas neste trabalho foram adquiridas pelos satélites/sensores LANDSAT-1/MSS, LANDSAT-5/TM, LANDSAT-7/ETM+ e CBERS-2/CCD. Uma descrição das principais características destes sensores e imagens encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Principais características dos sensores remotos e imagens utilizadas.

Satélite	Sensor	Órbita	Ponto	Resolução espacial (m)	Data de aquisição	Condição de maré
CBERS-2	CCD	146	108 e 109	20	19/8/2005	Baixa
LANDSAT-7	ETM+	214	65	30	04/8/2001	Baixa
LANDSAT-5	TM	214	65	30	11/1/1999	Alta
LANDSAT-5	TM	214	65	30	05/6/1988	Alta
LANDSAT-1	MSS	229	65	80	29/8/1973	Baixa

### 2.3. Processamento das imagens

O processamento digital das imagens foi realizado utilizando o programa PCI Geomatics V. 9.1 (PCI GEOMATICS, 2004). Para se eliminar o efeito atmosférico foram examinados os níveis de cinza presentes nas imagens. Os valores dos efeitos atmosféricos da análise dos níveis digitais em cada banda de cada imagem foram subtraídos. Após a correção atmosférica, aplicou-se o realce *Adaptive* por manipulação de histograma nas diferentes bandas de cada imagem.

O registro das imagens foi realizado por modelos polinomiais, a partir de GCPs (*Ground Control Points* – Pontos de Controle de Terreno) obtidos em uma imagem LANDSAT-7/ETM+ (órbita/ponto: 214/65 com data de passagem de 04/08/2001), disponibilizada pela Global Land Cover Facility (<http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>), já ortorretificada, a fim de minimizar os erros de registro. Neste procedimento foi obtida uma acurácia média de 0,46 *pixel*.

Em função da área de estudo representar uma pequena parcela da imagem, foi necessário realizar um recorte em todas as imagens. Além disso as imagens CCD precisaram ser mosaicadas, uma vez que a área de estudo, com este sensor, é coberta por duas cenas: órbita/ponto 146/108 e 146/109. A fim de obter um mosaico com resposta espectral e radiométrica o mais homogêneas possível, foi realizada a normalização e o balanceamento de cores nas imagens que formaram o mosaico.

Foram testadas as classificações supervisionadas e não supervisionadas e as classes de interesse definidas foram mangue, água, área urbana, viveiro, apicum e tabuleiro costeiro.

Na classe mangue considerou-se apenas a vegetação de mangue, enquanto que na classe água foram contemplados o mar, rios e estuários. Como as imagens foram obtidas em diferentes condições de maré, as planícies lamosas quando expostas nas imagens obtidas em condição de maré baixa foram classificadas como água, a fim de manter o mesmo padrão das imagens obtidas em condição de maré alta. Na classe área urbana considerou-se apenas cidades de tamanho expressivo e próximas às áreas de manguezal. A linha de praia foi agregada a essa classe em função da similaridade da assinatura espectral e por não interferir na análise deste trabalho. Os viveiros foram classificados agrupados enquanto que a classe apicum contemplou a área de salgado transicional entre o ecossistema manguezal e o ecossistema terrestre. Finalmente, a classe tabuleiro costeiro agregou todas as demais áreas não contempladas com classe específica, como por exemplo plantações, mata atlântica, mancha urbana, situadas em áreas de terra firme.

Na classificação não supervisionada a imagem foi classificada automaticamente em 16 classes e, posteriormente, essas classes foram agrupadas manualmente em função das classes de interesse. Os algoritmos de classificação utilizados foram: *K-Means*, *Fuzzy K-Means* e *IsoData*.

Para a classificação supervisionada, foram obtidas amostras de 13 classes (água do mar, água do rio, apicum, área urbana, banco de lama, mangue, mata densa, mata pouco densa, nuvem, plantações, solo exposto, sombra de nuvem e viveiro) a fim de distinguir ao máximo as classes de interesse das demais classes, principalmente no tocante ao mangue e à mata densa, uma vez que no litoral norte de Pernambuco a presença de fragmentos de mata atlântica é alta e sua resposta espectral é bastante semelhante à resposta da vegetação de mangue. Esta dificuldade em distinguir espectralmente mangue e mata atlântica também foi encontrada em outros trabalhos realizados na mesma região (Lino, 2005).

Após a classificação supervisionada, as 13 classes foram agrupadas nas classes de interesse e testaram-se os algoritmos *Maximum Likelihood Classification*, *Parallelepiped Classification* e *Minimum Distance Classification*. Foram ainda testados os filtros do tipo "passa baixa" *Average Filter*, *Median Filter* e *Mode Filter* com máscara de 3x3 *pixel*.

Para elaboração dos mapas e manipulação espacial de dados foi utilizado o programa ArcGIS V. 9.0 (ESRI, 2001). As imagens raster classificadas e filtradas pelo programa PCI Geomatics V. 9.1 foram convertidas em polígonos, gerando um arquivo do tipo *shapefile*, reconhecido pelo ArcGIS V. 9.0.

Os polígonos foram classificados em mangue, água, área urbana, viveiro, apicum e tabuleiro costeiro e posteriormente editados manualmente por classificação visual direta, que contou em alguns casos, com o auxílio do mapa de uso e ocupação do solo do Diagnóstico Sócio Ambiental do Litoral Norte de Pernambuco (CPRH, 2003). A área de cada polígono foi calculada e somada à sua respectiva classe, obtendo-se dessa forma a área em ha de cada classe.

Para análise da evolução temporal os *layers* referentes aos anos de 1973 e 2005 foram inseridos no mesmo arquivo, procedendo-se a união das classes iguais. A análise temporal avaliou a evolução das áreas de mangue e viveiro através de análise booleana, atribuindo valor 1 para a presença da classe no ano respectivo e valor 0 para a ausência da mesma. Cruzando essas informações, foi possível quantificar as áreas de aumento (0 em 1973 e 1 em 2005), diminuição (1 em 1973 e 0 em 2005) e, ainda, as que se mantiveram estáveis (1 em 1973 e 1 em 2005). Utilizando o mesmo método, foi possível avaliar a conversão das áreas de mangue em viveiro, cruzando as informações das áreas que eram mangue em 1973 e viveiros em 2005.

### 3. Resultados e discussão

As áreas ocupadas por vegetação de mangue e viveiros de aquícultura foram calculadas para cada ano estudado, possibilitando, além da análise da evolução temporal dessas áreas, a determinação da real contribuição da aquícultura na supressão das áreas de mangue do litoral norte de Pernambuco. O erro areal foi também calculado e para os anos de 1973, 1988, 1999, 2001 e 2005 foi de 0,430ha, 0,016ha, 0,016ha, 0,014ha e 0,003ha, respectivamente.

A partir dos dados obtidos, verificou-se que a superfície e distribuição espacial da floresta de mangue variaram bastante ao longo das últimas três décadas na área de estudo (Figura 1). Quatro diferentes fases, caracterizadas tanto pelo incremento quanto pela redução de manguezal, assim como pelo rápido crescimento da aquícultura nos anos recentes, foram identificadas.

- Fase 1 (1973 a 1988): caracterizada pela redução de 1.280ha de área de mangue, atribuída à grande expansão urbano-agrícola da região, que além de ter os efluentes domésticos, agrícolas e industriais direcionados aos estuários, foi realizada em alguns locais sob áreas de mangue e alagados (CPRH, 2003; INCRA, 2000; FUNTEPE, 1995; FUNTEPE, 2000);

- Fase 2 (1988 a 1999): caracterizada pelo incremento de 621ha de área de mangue, atribuído aos longos períodos de seca e ao elevado grau de represamento dos rios na região (Lacerda et al., 2006), que contribuíram para a diminuição do fluxo de água doce, permitindo uma maior entrada de água salina no estuário, favorecendo, conseqüentemente, a expansão dos manguezais em áreas mais internas dos estuários, onde anteriormente as condições ambientais não permitiam tal expansão;

- Fase 3 (1999 a 2001) – caracterizada pela redução de 255ha de área de mangue, atribuída à rápida ocupação do litoral por atividades como turismo, aquícultura e a própria expansão urbana. Em relação à aquícultura, a inadequada aplicação das leis de proteção ao ambiente aliada à inexistência de uma legislação específica de regulamentação para implantação de fazendas aquícolas, contribuíram para este cenário;- Fase 4 (2001 a 2005) – caracterizada pelo incremento de 388ha de área de mangue, atribuído à salinização generalizada dos estuários do nordeste, muito provavelmente, como indicativo de mudanças climáticas globais por um possível aumento do nível do mar, ou ainda, ao uso inadequado dos recursos hídricos, como construção de açudes e represas (Lacerda e Marins, 2002; Marins e Dias, 2003; Marins et al.,

2003). Vale ressaltar, que nesta fase, a implantação da legislação específica que trata do licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira (CONAMA, 2002) e a pressão dos ambientalistas e das comunidades tradicionais contribuíram de forma significativa para uma maior conservação dos ecossistemas costeiros, em especial os manguezais.

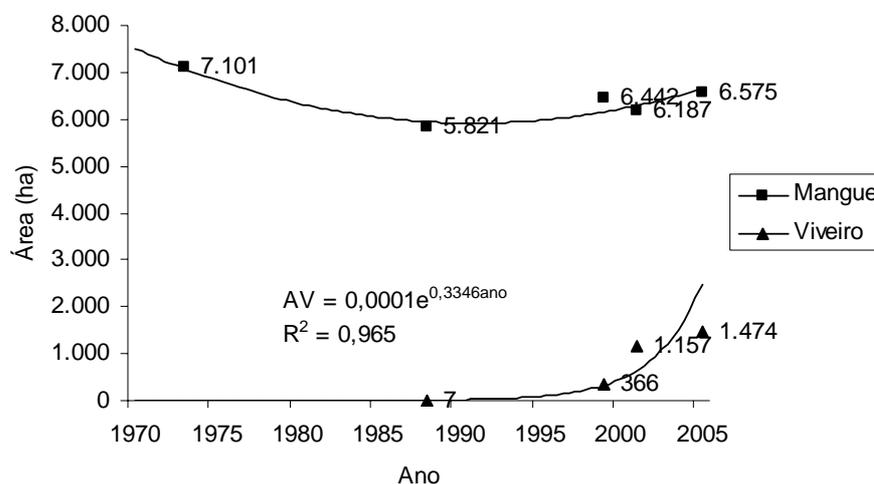


Figura 1. Evolução temporal da superfície de mangue e viveiro no litoral norte de Pernambuco, no período de 1973 a 2005.

Estas fases mostram que além das atividades antrópicas realizadas diretamente na zona costeira, aquelas realizadas distantes do litoral podem, também, afetar a distribuição e extensão dos manguezais na zona costeira. É importante ressaltar que os efeitos negativos de ambientes estuarinos degradados não estão restritos exclusivamente a este ecossistema, uma vez que os mesmos são transferidos para além de suas fronteiras, provocando graves conseqüências econômicas (Dantas, 1981), ambientais e sociais associadas a este ecossistema.

No período entre 1973 e 2005 houve uma redução efetiva de 2.052ha de mangue no litoral norte de Pernambuco. Entretanto, em decorrência do aumento de 1.526ha ocorrido neste mesmo período, a perda final decorrente do balanço crescimento-redução de manguezal foi de apenas de 526ha. Por se tratar de um ecossistema dinâmico, a extensão e a distribuição espacial da floresta de mangue podem ser alteradas em resposta às mudanças ambientais, impostas principalmente por fatores antrópicos. Do total da área de mangue reduzida, 9,6% deve-se à conversão dessas áreas em viveiros para aqüicultura (Figura 2), ação já observada em outros trabalhos realizados na região nordeste do Brasil (Monteiro, 2005; Crepani e Medeiros, 2003).

Vale ressaltar que neste trabalho há uma diferenciação clara entre as áreas de mangue que foram convertidas para viveiros de aqüicultura, com ocorrência nas áreas mais internas do ecossistema manguezal, e as áreas de acréscimo e redução de mangue, com ocorrência nas áreas mais externas do ecossistema manguezal, em contato direto com a terra firme (Figura 2).

Dessa forma, podemos afirmar que no litoral norte de Pernambuco a aqüicultura é responsável pela perda de 197 ha de mangue. Valorar essa perda do ponto de vista social, econômico e ambiental é bastante complexo, uma vez que implica na valoração dos bens e serviços fornecidos por esse ecossistema, algo de difícil estimativa. Apesar disso, considerando-se que o valor médio global dos manguezais gira em torno de US\$ 9.990,00/ha/ano (Constanza et al., 1997), podemos estimar para a área de estudo, uma

perda anual de US\$ 20.499.480,00 e, especificamente para área convertida em viveiros, uma perda anual de US\$ 1.968.030,00. Por outro lado, se levarmos em consideração os empregos diretos gerados pela carcinicultura (1,89/ha) (Costa e Sampaio, 2003), podemos estimar cerca de 370 empregos gerados na área convertida em viveiros.

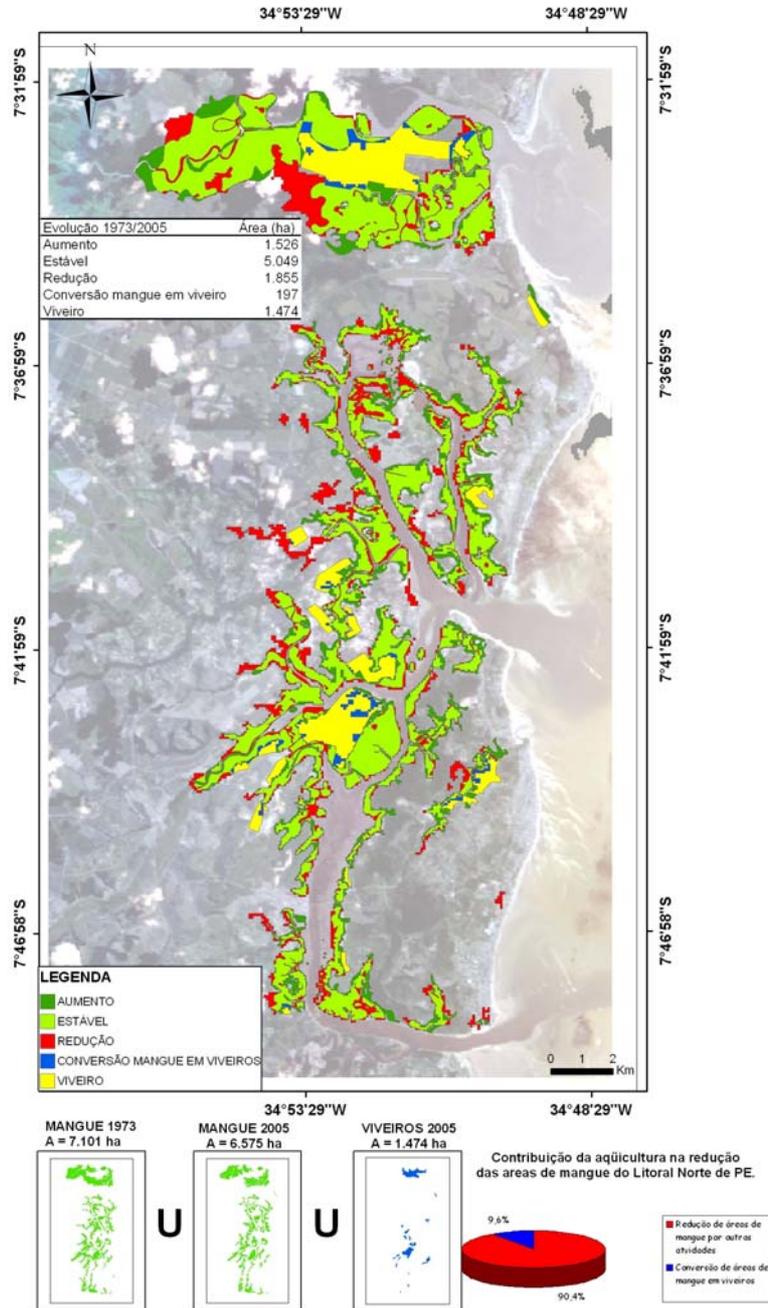


Figura 2. Evolução temporal e conversão de áreas de mangue em viveiros de aquíicultura, no litoral norte de Pernambuco, entre os anos de 1973 e 2005.

## 5. Conclusões

Em decorrência da limitada resolução espectral, principalmente nos sensores CCD e MSS, houve dificuldade na diferenciação de classes com respostas espectrais semelhantes (Manguezal e Mata Atlântica). Desta forma, o melhor resultado obtido foi com a classificação supervisionada, utilizando como algoritmo de classificação o *Maximum Likelihood Classification* para as imagens MSS, ETM+ e CCD, e o *Minimum Distance Classification*

para as imagens TM. Já para os filtros “passa baixa”, utilizou-se o *Mode Filter* nas imagens MSS, CCD e ETM+ e *Median Filter* nas imagens TM.

Em relação à evolução das áreas de mangue, entre os anos de 1973 e 2005 houve uma redução de 2.052ha. Dos fatores de origem antrópica responsáveis por este cenário, destacam-se o desenvolvimento de atividades agrícolas, a expansão urbana desordenada e o turismo, realizadas nas áreas mais externas do ecossistema manguezal, e a aqüicultura, desenvolvida nas áreas mais internas desse ecossistema.

Em função do histórico de conversão de áreas de manguezal em viveiros de cultivo e do rápido crescimento da carcinicultura brasileira, esta atividade vem sendo considerada como a grande responsável pela perda de áreas de mangue no Nordeste do País nos últimos anos. No litoral norte de Pernambuco, entretanto, este cenário não é real, uma vez que a contribuição desta atividade foi de 197 ha, ou seja, 9,6% do total de manguezal reduzido. Tendo em vista que alguns viveiros de camarão atualmente em atividade foram antigos viveiros de peixes, não é possível afirmar que a carcinicultura tenha sido a responsável isoladamente pela conversão do manguezal em viveiros.

Nesse contexto, a aqüicultura não pode ser responsabilizada, pelo menos no litoral norte de Pernambuco, como a principal atividade econômica responsável pela diminuição da superfície de manguezal.

### **Agradecimentos**

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI/INPE).

Centro de Sensoriamento Remoto do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH)

### **Referências Bibliográficas**

Cavalcanti L. B.; Santana M. F.; Luna J. A. C. Atividades de aqüicultura no estado de Pernambuco. In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M. F. (Org.). Oceanografia um cenário Tropical. Recife: Bagaço, 2004. cap. 26, p.749-761.

CONAMA. Resolução nº 312, de 10 de outubro de 2002. Diário Oficial da União 18 de outubro de 2002.

Constanza, R.; D’Arge, R.; Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Naeem, S.; Limburg, K.; Naeem, S.; O’Neill, R. V.; Paruelo, J.; Raskin, R.; Sutton, P.; Van Den Belt, M. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260, 1997.

Costa, E.; Sampaio Y. **Geração de empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva do camarão marinho cultivado no Brasil**. Recife: UFPE/ABCC, 2003. 19 p.

CPRH. Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco. Recife: Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2003. 214 p.

Crepani, E.; Medeiros, J. S. Carcinicultura em apicim no litoral do Piauí: uma análise com sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. Anais... São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 1541-1548.

Dantas, F. A. C. A importância dos estuários. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2., 1981, Recife. Anais... Artigos, p. 197-205.

Diegues, A. C. Comunidades Litorâneas e os Manguezais do Brasil. In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo, 2., 1990. São Paulo. Anais... Artigos, p. 1-21.

ESRI. Using ArcView GIS. New York: ESRI, 2001. 350 p.

- FUNTEPE. Demonstrativos das áreas de assentamento, por esfera de governo, em Pernambuco. Recife: FUNTEPE, 1995.
- FUNTEPE. Relação das áreas de assentamento do FUNTEPE, por município. Recife: FUNTEPE, 2000.
- INCRA. Relação de projetos de assentamentos do INCRA em Pernambuco. Brasília: INCRA, 2000.
- Kjerfve, B.; Lacerda, L. D. Mangroves of Brazil. In: Lacerda, L. D. (Ed.). **Conservation and sustainable utilization of mangrove forest in Latin America and Africa regions**. Okinawa: ITTO/ISME, 1993. cap 1, 272p.
- Lacerda, L. D.; Maia, L. P.; Monteiro, L. H. U.; Souza, G. M.; Bezerra, L. J. C.; Menezes, M. O. T. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais. *Ciência hoje*, v. 39, n. 229, p. 24-29, 2006.
- Lacerda, L. D.; Marins, R. V. River damming and changes in mangrove distribution. *ISME/Glomis Electronic Journal*, v. 2, n. 1, p. 1-4, 2002.
- Lino, M. A. S. **Levantamento das áreas de manguezais do Município de Paulista/PE, através de sensoriamento remoto**. 2005. 33 p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Faculdade Frassinetti do Recife, Recife. 2005.
- Marins, R. V. ; Dias, F. J. S. Alteração na hidroquímica do Estuário do Rio Jaguaribe: descarga ou retenção de sedimentos. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 9., 2003. Belém. Anais... Artigos, p. 480-482.
- Marins, R. V.; Lacerda, L. D.; Abreu, I. M.; Dias, F. J. S. Efeitos da açudagem no rio Jaguaribe. *Ciência Hoje*, v. 33, n. 197, p. 666-670, 2003.
- Monteiro, L. H. U. **Estudo das áreas de mangues entre os estados Piauí e Pernambuco com um enfoque para o estado do Ceará nos anos de 1978 e 1999/2004 utilizando sensoriamento remoto**. 2005. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas e Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2005.
- PCI GEOMATICS. *Geomatica: User Manual (PCI geomatics, Version 9.1)*. Canada: PCI, 2004.
- Primavera, J. H. Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, v. 49, p. 531-545, 2006.
- Rocha, I. P.; Rodrigues, J.; Amorim, L. A carcinicultura brasileira em 2003. *Revista da ABCC*, v. 6, n. 1, p. 30-36, 2004.
- Saenger, P. E.; Hegerl, E. J.; Davie, J. D. S. Global status of mangrove ecosystems. *Commission on Ecology Papers: IUCN*, v. 3, n. 3, p. 1-88, 1983.
- Schaeffer-Novelli Y. Manguezais brasileiros: região sudeste-sul. In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste: Síntese dos Conhecimentos, 1989. São Paulo. Anais... Artigos, p. 78.
- Spalding, M.; Blasco, F.; Field, C. **World mangrove atlas**. Okinawa: International Society for Mangrove Ecosystems, 1997. 178 p.
- SRH/PE. Diagnóstico dos recursos hídricos da bacia do rio Goiana e dos grupos de bacias de pequenos rios litorâneos gl-1 e gl-6. Recife: Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco, 2004. 125 p.
- Stevenson, N. J. Disused shrimp ponds: options for redevelopment of mangroves. *Coastal Management*, v. 25, p. 425-35, 1997.
- Valiela I.; Bowen, J. L.; York, J. K. Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments. *Bioscience*, v. 51, n. 10, p. 807-815, 2001.
- Vannucci, M. **Os manguezais e nós**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 244 p.