

ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE ACTIVITY OF MARICULTURE***IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELA ATIVIDADE DE MARICULTURA**Sandra Maria Valdivino Perazzo¹**ABSTRACT**

The Swamp is a rich biodiversity and ecosystem has a key role to play numerous species. When subjected to environmental impact, all marine reproductive cycle is disturbed. Currently, the regions of swamps of the North coast of Pernambuco State come suffering great devastation caused by accelerated growth of the production of aquatic organisms, whose irregular form of exploitation threatens the ecosystem and the local population. Faced with this reality it is intended, in this work, using remote sensing and the geographic information system, identification of environmental impacts caused by mariculture due to activity from a multitude of resources such as land, water, energy, food, labor, fertilizers, antibiotics and equipment which must be used rationally, so that this activity is perennial and gainful employment, thus contributing for the study of potential impacts from industry of aquatic organisms. The end result of the project was the generation of a SIG applied to mariculture in Itapissuma (PE), which can serve as an important tool for mapping the actions arising from this activity in the region of mangroves. With GIS, you can still perform queries regarding location, area, owner, as well as provide spatially referenced information update, bringing with it a better planning and expansion of new areas, as well as local environmental conditions checks. **KEY-WORDS:** Mariculture; Mangroves; Environmental impact; Remote sensing and geographical information system.

RESUMO

O mangue é um ecossistema de biodiversidade riquíssima e apresenta um papel fundamental para a reprodução de inúmeras espécies. Quando submetido ao impacto ambiental, todo o ciclo de reprodução marinha é perturbado. Atualmente, as regiões de mangues do litoral norte do Estado de Pernambuco vêm sofrendo grande devastação, provocada pelo acelerado crescimento da produção de organismos aquáticos, cuja irregular forma de exploração ameaça o ecossistema e a população local. Diante dessa

¹Mestranda do Mestrado Profissional em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste - Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Pós-Graduada em Gestão Pública de Instituições de Educação Profissional e Tecnológica Pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE. Email: sandraperazzo@yahoo.com.br.

realidade pretende-se, neste trabalho, utilizar o sensoriamento remoto e o sistema de informação geográfica, na identificação dos impactos ambientais provocados pela maricultura devido à atividade de uma infinidade de recursos, como terra, água, energia, ração, mão de obra, fertilizantes, antibióticos e equipamentos que devem ser utilizados de forma racional, para que essa atividade seja perene e lucrativa, contribuindo, assim, para o estudo da potencialidade dos impactos provenientes da indústria de organismos aquáticos. O resultado final do Projeto foi a geração de um SIG aplicado à maricultura do município de Itapissuma-PE, o qual pode servir como uma ferramenta importante para mapear as ações advindas dessa atividade na região de mangues. Com o SIG, podem-se ainda realizar consultas referentes à localização, área, proprietário, como também possibilitar a atualização de informações espacialmente georreferenciadas, trazendo com isso, um melhor planejamento e expansão de novas áreas, além de verificações de condições ambientais do local de cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: Maricultura; Manguezais; Impacto ambiental; Sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica.

1. INTRODUÇÃO

A conversão de áreas de mangue em viveiros, para o cultivo de organismos aquáticos, 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, essa prática tem se constituído na principal ameaça aos manguezais em muitos países (STEVENSON, 1997), o que confere uma imagem negativa à aquicultura (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 esse fato foi o cultivo de camarão, respondendo por 35% desse declínio (VALIELA; BOWEN; YORK, 2001).

Dentre as atividades agroindustriais que mais se desenvolvem nos últimos anos no Brasil, merece destaque a carcinicultura marinha que, no período entre 1997 e 2003, passou a 3.548 ha para 14.824 ha de viveiros construídos (ROCHA; RODRIGUES; AMORIM, 2004). Essa rápida expansão da atividade, principalmente no nordeste brasileiro, associada ao histórico de conversão de áreas de manguezal em viveiros de

cultivo, tem levado a carcinicultura a ser considerada a principal responsável pela diminuição da cobertura de mangue no litoral brasileiro.

O litoral do Estado de Pernambuco apresenta extensão de 87 km e abrange quinze municípios. Nele, estão inseridas quatorze áreas estuarinas, formadas pelas desembocaduras de vinte e sete rios (BRAGA, 2000).

O Município de Itapissuma, desmembrado do Município de Igarassu, foi criado pela Lei Estadual nº 8.952, de maio de 1982, e instalado em 1º de janeiro de 1983, estando situado a 36 km de distância da capital pernambucana. Possui uma área de 74,3 km² e sua população é de, aproximadamente, 20.405 habitantes (MORAES, 1999). A sua localização, muito próxima ao grande Recife, sua beleza natural e a sua alta produtividade pesqueira têm feito com que essa região seja agredida por diversas ações antrópicas, como a urbanização, aterros imobiliários, turismo, despejo de dejetos e a pesca predatória, fatores que ameaçam a sua sustentabilidade (BARROS et. al., 2000). Segundo Macedo, Flores-Montes e Lins (2000), as áreas estuarinas sofrem forte agressão ambiental, devido às explorações pesqueiras, derrubadas de mangues, turismo ou simples especulação imobiliária.

Estima-se, na região de Itapissuma, que o número de pescadores (homens e mulheres) totaliza cerca de 4,2 mil pessoas, no entanto, apenas 35% dos homens e 33% das mulheres foram cadastrados no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama –, em 1996. Estima-se que 70% da população do município esteja envolvida direta ou indiretamente com a produção, beneficiamento e o comércio do pescado. Itapissuma é o único município da região que apresenta todos os pontos de desembarque no canal de Santa Cruz, com frota pesqueira formada exclusivamente por canoas, o que corresponde a cerca de 20% da produção pesqueira marítima do Estado (LIMA; QUINAMO, 2000).

O uso do sensoriamento remoto é considerado uma ferramenta imprescindível no aceleramento e na redução de custos dos mapeamentos e da detecção de mudanças geoambientais.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como principal objetivo mostrar que as técnicas de sensoriamento remoto permitem a supressão de áreas de mangue no

Município de Itapissuma, no litoral norte do Estado de Pernambuco ao longo dos últimos 35 anos, identificando a real participação da maricultura nesse processo. Espera-se, dessa forma, fornecer informações que venham a contribuir para a conservação desse ecossistema.

O Município de Itapissuma-PE apresenta vários problemas sócio-ambientais, dos quais destacamos:

- A poluição, o desmatamento da vegetação de mangue, a pesca predatória de alguns invertebrados e peixes, acúmulo de lixo (principalmente doméstico) e a falta de saneamento básico;
- A atividade marginal é responsável pela subsistência de um grande número de pescadores. Para os mais antigos, a pesca representa a única atividade remunerada para manter a família;
- O percentual de pescadores(as) cadastrados no Ibama é irrelevante.

Os problemas enumerados retratam uma séria ameaça às vastas áreas de mangues, que representam um valor cultural, econômico e científico muito grande para o Município de Itapissuma-PE.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS

O impacto ambiental surgiu a partir do momento em que o homem começou a evoluir em seu modo de vida. Nos primórdios da humanidade, o homem mantinha uma relação de veneração com o meio ambiente. Com o passar do tempo, descobriu o fogo, mas o impacto gerado por esse elemento era irrelevante para a natureza. Depois passaram a cultivar alimentos e criar animais, com isso o impacto ambiental começou a aumentar gradativamente, pois, para plantar e para o gado pastar, era necessário

derrubar árvores de determinados lugares, além do mais a madeira derrubada servia para construir abrigos mais confortáveis e obtenção de lenha. A partir desse momento, começaram a se tornar mais viáveis os impactos ambientais causados pelos homens, tais como: diminuição da biodiversidade, erosão, inversão térmica, ilha de calor, efeito estufa, destruição da camada de ozônio, as chuvas ácidas e mudanças climáticas (MUNDO EDUCAÇÃO, 2010).

A legislação brasileira considera impacto ambiental

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, ART. 1).

De acordo com Tauk (1996), essas alterações ambientais precisam ser quantificadas, pois apresentam variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas.

O objetivo de se estudarem os impactos ambientais é, principalmente, o de avaliar as consequências de algumas ações, para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente que poderá sofrer a execução de certos projetos ou ações, ou logo após à implementação deles (TAUK, 1996, p. 206).

Conforme o inciso II do artigo 6º da Resolução 001 CONAMA, o impacto ambiental pode ser positivo (trazer benefícios) ou negativo (adverso), e pode proporcionar ônus ou benefícios sociais.

O Código Florestal Brasileiro determina que as áreas de manguezal são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP). Como o Código não menciona especialmente o apicum, os tanques de carcinicultura foram e estão sendo construídos dentro do apicum, imediatamente na vizinhança da vegetação de mangue. Na Resolução nº 303, de 20 de março de 2002, o CONAMA determina que um manguezal não se limita à área coberta pela vegetação, abrange, também, os espaços arenosos à sua volta (apicum).

A atividade de aquicultura com o mangue é responsável por impactos ambientais negativos, os quais ocorrem tanto na aquicultura artesanal, de pequeno porte, como nos grandes projetos de carcinicultura, localizados nos municípios de Itamaracá, Itapissuma/Igarassu e Goiana. Isso como principal componente o corte/aterro de mangue para instalação/ampliação de viveiros ou para implantação de vias de acesso e o lançamento, nos corpos de água, de resíduos susceptíveis de causarem desequilíbrio no ambiente estuarino e comprometerem, em médio prazo, a função de “sementeira dos mares” que, segundo Vasconcelos Sobrinho (FIDEM, 1987), caracteriza o citado ambiente.

A construção de viveiros tem destruído grandes áreas de mangues que não são economicamente valorizados, embora sejam fonte de muitas atividades locais, que trazem como produtos madeira, cortiça e uma variedade de gêneros alimentícios. Além disso, a maior função ambiental dos mangues se dá como refúgio para desova e purificação da água em decorrência dessas construções, está havendo redução do *habitat* de numerosas espécies, extinguindo áreas de apicuns e de expansão da vegetação de mangue, além da impermeabilização das unidades do ecossistema manguezal. Com o desmatamento do mangue, várias áreas de mariscagem e captura de caranguejos são extintas, gerando um grande impacto social com a expulsão de marisqueiras e catadores de suas áreas de trabalho, o que acaba deslocando-os das comunidades tradicionais, para as cidades (OLIVEIRA; LUCA, 2000).

Com a operacionalização dos viveiros de organismos aquáticos, os recursos hídricos são contaminados e eutrofizados, comprometendo a qualidade das águas e de aquíferos como consequência disso, a biodiversidade fica ameaçada com o descaso do lançamento de afluentes sem tratamento, disseminando doenças em crustáceos, comprometendo a segurança alimentar das comunidades tradicionais (OLIVEIRA; LUCA, 2000).

O impacto ambiental dos efluentes da aquicultura depende das espécies que estão sendo cultivadas, da intensidade do cultivo, da densidade de animais, da composição da ração utilizada, das técnicas de alimentação dos animais e da hidrografia da região (OLIVEIRA; LUCA, 2000).

A intensificação da aquicultura necessita de grande aporte de água, fertilizantes, rações e produtos veterinários, que, eventualmente, vão para o ambiente. Em muitos lugares, a atividade é caracterizada pela pequena taxa de renovação de água e condições hidrodinâmicas, tornando a dispersão dos poluentes pouco eficientes para proteger os viveiros de seus próprios efluentes contaminados (OLIVEIRA; LUCA, 2000).

2.2 MARICULTURA

Maricultura é o cultivo de animais e plantas marinhas. A prática da maricultura costeira é uma forma de produção nova no Brasil e poderá assumir importância estratégica para a sobrevivência das comunidades litorâneas que começam a se interessar pela inclusão dessa modalidade, uma vez que importantes reservas litorâneas de pesca foram demasiadamente exploradas. Com o crescimento populacional e uma diminuição dos recursos marítimos, torna-se necessário encontrar alternativas para aumentar e/ou manter o padrão de vida das populações litorâneas e reduzir a pressão sobre os recursos marítimos (SEBRAE, 2005).

Na aquicultura costeira, também conhecida como maricultura, predomina, em nível mundial, a população de algas e moluscos. A produção mundial da maricultura em 2002 foi de 26,6 milhões de toneladas, com um valor de US\$ 30,3 bilhões e representando 55% do volume total e 56% do valor da produção mundial da aquicultura. O potencial de crescimento e de futura expansão da maricultura tem sido reconhecido por muitos países, pelo setor privado, e por instituições financeiras, como Bancos de desenvolvimento e Órgão doadores, nos níveis nacionais e internacionais (BRASIL, 2011).

A produção nacional da maricultura, em 2002, totalizou 76,9 mil toneladas, cerca de 10% da produção da maricultura em todo o continente sul-americano, que foi de 766 mil toneladas. Os principais segmentos da maricultura brasileira em 2003 foram a

produção de camarões, com 90.190 toneladas, e a produção de moluscos, estimada em 11.000 toneladas (BRASIL, 2011).

Em todas as regiões do país existem maricultores instalados, apesar de, a maioria desses não estar legalizados. Essa condição de informalidade é um obstáculo, tanto para o maricultor, que não tem acesso ao crédito e a outras formas de incentivo, como também aos órgãos de fomento e ordenamento, que encontram dificuldades para obter informações sobre a produção nacional, a localização desses empreendimentos, os maricultores envolvidos e os empregos gerados (SEBRAE, 2005).

A falta de planejamento para o uso da terra e do mar prejudica a expansão da maricultura e pode levar a um desenvolvimento mal sucedido, cuja contribuição e potencial não são satisfatórios entre os setores mais pobres da sociedade. Outros efeitos indesejados, resultantes da falta de planejamento, são a exposição da maricultura à poluição aquática, causada por dejetos industriais, domésticos, agro-pastoril e até mesmo da própria aquicultura, e o desenvolvimento desenfreado, cujos resultados positivos podem ser obscurecidos por problemas ambientais, de utilização dos recursos naturais, problemas sociais, sanitários e, em alguns casos, problemas mercadológicos. Os mercados europeus e norte-americanos exigem, cada vez mais, produtos com grande sustentabilidade, sendo esse um padrão que tende a se estabelecer também no Brasil (BRASIL, 2011).

2.3 ECOSISTEMA MANGUEZAL

O Brasil tem uma das maiores extensões de manguezais do mundo. Esses ocorrem ao longo do litoral Sudeste-Sul brasileiro, margeando estuários, lagunas e enseadas, desde o Cabo Orange, no Amapá, até o município de Laguna, em Santa Catarina. Os mangues abrangem uma superfície total de mais de 10.000 Km², a grande maioria na Costa Norte. O Estado de São Paulo tem mais de 240 km² de manguezal (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2011).

O mangue é um ecossistema particular, que se estabelece nas regiões tropicais de todo o globo terrestre. Origina-se a partir do encontro das águas doce e salgada, formando a água salobra. Esse ambiente apresenta água com salinidade variável, sendo exclusivo das regiões costeiras (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2011).

O ecossistema manguezal geralmente está associado às margens de baías, enseadas, barras, desembocaduras de rios, lagunas e reentrâncias costeiras, onde haja encontro de águas de rios com a do mar, ou diretamente expostos à linha da costa. São sistemas funcionalmente complexos, altamente resilientes e resistentes e, portanto, estáveis. A cobertura vegetal, ao contrário do que acontece nas praias arenosas e nas dunas, instala-se em substratos de formação recente, de pequena declividade, sob a ação diária das marés de água salgada ou, pelo menos, salobra.

Schaeffer-Novelli e Cintron (1986) afirmam que são sete as espécies de mangue que ocorrem no Brasil: *Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*, *Avicennia schauaeiriana*, *A. germinans*, *laguncularia racemosa* e *conocarpus erecta*. Dessas, apenas *R. mangle* e *L. racemosa* são encontradas desde o Amapá até Santa Catarina. *A. schaueriana* distribui-se entre Santa Catarina e o Pará. *A. germinans* do Amapá ao Rio de Janeiro e *R. harrisonii* e *R. racemosa* do Amapá ao Maranhão.

A zona do apicum, segundo Bigarella (1994), faz parte da sucessão natural do manguezal para outras comunidades vegetais, sendo resultado da deposição de areias finas por ocasião da preamar. Manguezais são, geralmente, sistemas jovens uma vez que a dinâmica das marés nas áreas onde se localizam produz constante modificação na topografia desses terrenos, resultando numa sequência de avanços e recuos da cobertura vegetal.

A riqueza biológica dos ecossistemas costeiros faz com que essas áreas sejam os grandes “berçários” naturais, tanto para as espécies características desses ambientes, como para peixes anádromos (migram do mar para o rio para se reproduzir) e catádromos (migram do rio para o mar para desovar) e outros animais que migram para as áreas costeiras durante, pelo menos, uma fase do ciclo de vida.

A fauna e a flora de áreas litorâneas representam significativa fonte de alimentos para as populações humanas. Os estoques de peixes, moluscos e crustáceos apresentam

expressiva biomassa, constituindo excelentes fontes de proteína animal de alto valor nutricional. Os recursos pesqueiros são considerados como indispensáveis à subsistência das populações tradicionais da zona costeira, além de alcançarem altos preços no mercado internacional, caracterizando-se como importante fonte de divisas para o país.

A estrutura e a produtividade dos manguezais estão controladas, principalmente, pela frequência de inundação pelas marés, taxa de evaporação e aporte de água doce (pluvial e fluvial). Tais fatores estão diretamente relacionados à biodiversidade do ecossistema, sendo muitas espécies de importância econômica, e a alta produtividade primária e secundária (COELHO-JR, 1998).

2.4 SENSORIAMENTO REMOTO

Novo (1989, p. 308) define sensoriamento remoto como a utilização de sensores para aquisição de informações sobre objetos e fenômenos, sem que haja contato físico direto entre eles. É baseado em princípios físicos e matemáticos aplicados sobre o conhecimento das propriedades da energia eletromagnética transmitida, e sua interação com um sistema capaz de capturar essa energia e transformá-la em um registro possível de ser interpretado. A coleta de dados pelos sensores pode ser em nível suborbital e orbital. O suborbital geralmente tem como plataforma as aeronaves tripuladas e utiliza equipamentos como câmera fotográfica, imageadores e radares. Nos últimos anos foram desenvolvidos os espectrômetros de imageamento hiperespectrais que são instrumentos com capacidade de adquirir uma imagem para cada banda espectral, dentro da faixa do espectro eletromagnético em que opera (MOREIRA, 2001, p. 294).

Os sensores são os equipamentos a serem registrados e capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações (NOVO, 1989, p. 27).

O sensoriamento remoto é direcionado em estudos para fins de levantamentos, monitoriamento ou mapeamento, com uso de imagens de satélites. Pode ter aplicações em inúmeras áreas, como: agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos, florestas, etc. (FIGUEREDO, 2005, p.01).

O sensoriamento remoto, visto como sistema de aquisição de informações, pode ser subdividido em dois subsistemas, segundo Novo (1995, p.39): 1) subsistema de coleta de dados e 2) subsistema de análise de dados.

Para que o sistema de coleta de dados funcione, é necessário que sejam preenchidas algumas condições; a) existência de fonte de radiação; b) propagação de radiação pela atmosfera; c) incidência da radiação sobre a superfície terrestre. Da ocorrência de intencões entre a radiação e os objetos da superfície; e) produção de radiação que retorna ao sensor após propagar-se pela atmosfera.

Toda matéria a uma temperatura absoluta acima de zero (0°K) emite energia. Dessa maneira, todo corpo com temperatura absoluta acima de zero pode ser considerado como uma fonte de radiação. O sol é a principal fonte de energia eletromagnética disponível para o sensoriamento remoto da superfície terrestre.

As fontes de radiação caracterizam-se por seu espectro de radiação eletromagnética. A radiação solar caracteriza-se pela máxima emissão na região visível do espectro.

2.5 IMAGENS DE SATÉLITES

As imagens de satélite são geradas por sistemas sensores que são acoplados a satélites artificiais. Os satélites são veículos espaciais colocados em órbita da Terra por meio de foguetes. Como eles ficam em órbita a muitos quilômetros da superfície, e por um longo período de tempo, os satélites permitem a obtenção de imagens de grandes extensões da superfície terrestre de forma repetitiva (CROSTA, 1993, p. 27).

As imagens coletadas por sensores remotos possuem algumas características que as diferenciam de outras imagens digitais e que são essenciais para se entenderem os fundamentos do processamento digital. Entre essas características, estão sua estrutura e sua resolução (CROSTA, 1993, p. 33).

2.6 RESOLUÇÃO DAS IMAGENS EM SENSORIAMENTO REMOTO

A resolução de imagens em sensoriamento remoto se desdobra na verdade em três diferentes (e independentes) parâmetros: resolução espacial, resolução espectral e resolução radiométrica (CROSTA, 1993, p. 41).

A resolução espacial é definida pela capacidade do sistema sensor em “enxergar” objetos na superfície terrestre; quanto menor o objeto possível de ser visto, maior a resolução espacial. A maneira mais comum de se determinar a resolução espacial de um sensor é pelo seu campo instantâneo de visada ou IFOV. Esse campo é determinado pelas propriedades geométricas do sistema sensor e define a área do terreno imageado que é “vista” pelo instrumento sensor de uma dada altitude e a um dado momento. O IFOV é medido pelas dimensões da área vista no terreno e, de uma forma simplificada, ele representa o tamanho do pixel. (CROSTA, 1993, p. 57).

A resolução espectral é um conceito inerente às margens multiespectrais de sensoriamento remoto. Ela é definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior é a resolução espectral de um sensor (CROSTA, 1993, p. 62).

A resolução radiométrica é dada pelo número de níveis digitais, representando níveis de cinza, usados para expressar os dados coletados pelo sensor. Quanto maior o número de níveis, maior é a resolução radiométrica. Para entender melhor esse conceito, pensemos numa imagem com apenas 2 níveis (branco e preto) em comparação com uma imagem com 32 níveis de cinza entre a segunda será maior do que na primeira e,

portanto, a segunda imagem terá uma melhor resolução radiométrica. O sistema visual humano não é muito sensível a variações em intensidade, de tal modo que dificilmente são percebidos mais do que 30 diferentes tons de cinza numa imagem; o computador, por sua vez, consegue diferenciar qualquer quantidade de níveis, razão pela qual se torna importante ter imagens de alta resolução radiométrica (CROSTA, 1993, p. 84).

2.7 IMAGENS COLORIDAS

As imagens obtidas por sensores eletrônicos, em diferentes canais, são individualmente produzidas em preto e branco. A quantidade de energia refletida pelos objetos vai determinar a sua representação nessas imagens em diferentes tons de cinza, entre o branco (quando refletem toda a energia) e o preto (quando absorvem toda a energia). Ao projetar e sobrepor essas imagens, através de filtros coloridos, azul, verde e vermelho (cores primárias), é possível gerar imagens coloridas. Nas imagens coloridas, a cor de um objeto vai depender da quantidade de energia por ele refletida, da mistura das cores (segundo o processo aditivo) e da associação das cores com as imagens (FLORENZANO, 2002).

2.8 SATÉLITE *LANDSAT*

A Agência Espacial Americana desenvolveu um projeto exclusivamente voltado à observação de recursos naturais terrestre, essa missão teve início na segunda metade dos anos 60 e foi denominada *Eart Ressources Technology Satellite* (ERTS), mas só em 1975 passou a se chamar *LANDSAT* (ROCHA, 2003, p. 30).

A maior parte da missão foi gerenciada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e pela *U.S. Geological Survey* (USGS) e envolveu o lançamento de

sete satélites. A série LANDSAT continua em atividade até hoje, o que significa mais de 38 anos, contribuindo para a evolução das técnicas de sensoriamento remoto em instituições do mundo todo. O primeiro satélite da série foi lançado em 1972, desenvolvido diretamente para atuar em pesquisas de recursos naturais, denominado ERTS-1 ou LANDSAT-1. Levou dois instrumentos a bordo: as câmaras RBV (*Return Beam Vidicon*) e MSS (*Multispectral Scanner System*) (ROCHA, 2003, p. 33).

Figura 1 – Satélite LANDSAT 5



Fonte: Google, 2011.

2.9 SATÉLITE *QUICKBIRD*

O satélite é capaz de realizar visadas no ângulo de imageamento, o que permite agilidade na obtenção de imagens de determinado local, além da geração de pares estereoscópicos (EMBRAPA, 2009).

Devido à alta resolução espacial oferecida pelo satélite, possui aplicações diretas na área de mapeamentos urbanos e rurais que necessitam de alta precisão dos dados (cadastramento, redes, planejamento, telecomunicações, saneamento, transportes), além de aplicações

voltadas à área ambiental, dinâmica de uso e cobertura das terras, agricultura e recursos florestais (EMBRAPA, 2009).

Figura 2 - Imagem do satélite Quickbird



Fonte: Google, 2011

3. METODOLOGIA

Inicialmente, foram obtidas pela CONDEPE/FIDEM ortofotocartas da década de 1970 e imagens do ano de 2005 do satélite QUICKBIRD ortorretificadas, ambas no formato TIFF. Foi criado um banco de dados onde foram reunidas as informações pertinentes a área de estudo.

Após a criação do Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi iniciado o processo de vetorização dos alvos: vegetação (mangue), hidrografia e viveiros para os anos de 1975, 1990, 2005 e 2010. Esse procedimento foi realizado em tela no modo manual. Com os temas vetoriais concluídos, calcularam-se então as áreas dos temas em estudo.

A fim de se retratar a evolução das áreas, foram geradas cartas imagens referentes aos anos, ora citados, evidenciando os temas de vegetação, hidrografia e viveiros. Para o ano de 2010, foram feitos os cruzamentos entre os vetores de 1975 e 2010, analisando-se cada tema individualmente.

Com o tratamento digital, foi possível enquadrar todas as imagens utilizadas neste trabalho ao mesmo sistema de coordenadas geográficas. Após a quantificação das áreas impactadas, foram geradas cartas imagem que possibilitaram o mapeamento, a classificação, o cálculo de áreas e a observação das modificações ocorridas no estuário entre o ano de 1975 e 2010. Ademais, foram produzidas representações evidenciando apenas o tema em estudo e a área dos mesmos, uma vez que foram produzidas em cima de imagens não confiáveis cartograficamente.

Pelos resultados obtidos (Tabela 1), podemos observar que, nos últimos 35 anos, ocorreram mudanças significativas na área de estudo.

Tabela 1 - Descrição da evolução das áreas dos polígonos temáticos nos últimos 35 anos

ÁREA DOS POLÍGONOS (ha)				
	1975	1990	2005	2010
Viveiros	266,03	266,03	299,34	332,11
Hidrografia	697,43	670,86	638,68	638,68
Vegetação	828,34	X	935,44	936,08

Fonte: Elaboração própria.

Embora o levantamento de dados, realizado no início do trabalho, aponte a atividade de maricultura como a grande responsável pela redução da vegetação (mangue), após calcular a área dos polígonos do tema em questão, pode-se concluir o aumento dela, no respectivo campo de estudo. Foi detectado um aumento na área total de mangue de aproximadamente 66 ha. Nesta análise temporal, não consta o valor da área da vegetação referente ao ano de 1990, uma vez que esta é representada por uma imagem do satélite LANDSAT, o qual tem uma resolução espacial de 30m, diferente das ortofotocartas e imagens do satélite QUICKBIRD de resolução espacial de 62 cm. Logo a área da vegetação obtida

pela imagem do satélite LANDSAT não permite uma visualização tão detalhada, a ponto de ser comparada a área obtida pelo satélite QUICKBIRD.

Estudos realizados por Guimarães et al. (2009) mostram que o litoral norte de Pernambuco teve um incremento de 388 ha entre 2001 e 2005. Barros et. al. (2000) afirma que Pernambuco teve um aumento de 83,29 km² de mangue entre 1993 e 2004, o que indica que não apenas ocorreu acréscimo na área de estudo desse trabalho, mas também em outras áreas estuarinas do Estado.

Em relação à hidrografia, as áreas dos espelhos d'água sofreram uma redução de 607,43 há para 638,68 ha. Essa diminuição provavelmente está relacionada ao uso antrópico das águas dos rios.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aquicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais. No entanto, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas. Não se deve desenvolver tecnologia visando aumentar a produtividade, sem avaliar os impactos ambientais produzidos.

Por meio da análise dos resultados, observou-se um aumento da vegetação do mangue no estuário. Tal crescimento não é apenas decorrente da possível conscientização da população quanto à importância desse ecossistema, mas, também, pelo fato da área do rio ter diminuído.

Embora o manguezal seja um ecossistema muito dinâmico e tenha ocorrido um aumento na vegetação, deve ser feita uma avaliação mais específica, a fim de analisar os aspectos positivos dessas mudanças, principalmente a diminuição da área dos rios e os reais causadores não apenas local, mas em escala regional.

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento oferecem um meio eficiente de representação de dados e permitem a identificação dos processos que produzem a

diferenciação e a evolução espacial das estruturas em estudo, pois a utilização dessas técnicas permite estimar as áreas pretéritas e atuais, podendo monitorar o uso do solo, bem como subsidiar planos de gerenciamento ambiental, com o intuito de preservar as áreas remanescentes.

O resultado final do Projeto foi a geração de um SIG aplicado à maricultura do município de Itapissuma-PE, o qual pode servir como uma ferramenta importante para os órgãos competentes que atuam junto a essa atividade. Com o SIG, podem-se realizar consultas aos dados referentes à localização, área, proprietário, etc. Também há a possibilidade de atualizar informações espacialmente georreferenciadas, isso podendo trazer benefícios, como um melhor planejamento e expansão de novas áreas e verificações de condições ambientais do local de cultivo. Esse SIG pode ser otimizado, desde que novas informações possam alimentar seu banco de dados. Essas, espacialmente georreferenciadas, podem trazer benefícios, como um melhor planejamento e expansão de novas áreas e verificações de condições ambientais do local de cultivo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial da União**. Brasília-DF, 17 dez. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso: 14 nov. 2011.

BRASIL. **Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Brasília-DF, 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso: 22 nov. 2011.

BARROS, H. M. et. al. (Ed.). **Gerenciamento participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.

BRAGA, R. A. P. Caracterização das zonas estuárias de Pernambuco. In: I Seminário Internacional Perspectivas e implicações da carcinicultura estuarina no Estado de Pernambuco. **Anais...** Recife: Projeto PRORENDA, 2000.

BIGARELLA, João José; BECKER, Rosemari D.; SANTOS, Gilberto F. Dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais - vol.1**. Contribuição de Maria Lúcia de Paula Hermann... [et al.]. - Florianópolis: UFSC, 1994.

BRITSH. L. D.; DUNBAR, J. D. Land Loss Rates – Louisiana Coastal Plain. **Journal of Coastal Research**, v. 9,n. 2,p. 324-338, 1993.

BROWN, Lester R. **Eco-economy: building an economy for the Earth, Earth Policy Institute**. New York: W.W Norton & Company, 2001.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. São José dos Campos: INPE, 2005.

CACALCANTI I. B.; SANTANA, M. F.; LUNA, J. A. C. **Atividades de aquicultura no Estado de Pernambuco**. Oceanografia um cenário tropical. Recife: Bagaço, 2004.

COELHO JUNIOR, Clemente; NOVELLI, Yara S. **Considerações teóricas e práticas sobre o impacto da carcinicultura nos ecossistemas costeiros brasileiros, com ênfase no ecossistema manguezal**. 1998. Disponível em: <<http://www.redmanglar.org/ebol/docs/Impactosmanguezal.doc>>. Acesso: 25 nov. 2011.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: UNICAMP, 1993.

DIEGUES, A C. Comunidades Litorâneas e os manguezais do Brasil. In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste brasileira: Estrutura, Função e manejo. São Paulo. **Anais...** Artigos, p. 1-21, 1990.

DIAS, J. E. et. al. Aplicação do mapa digital de uso do solo e cobertura vegetal no planejamento ambiental do município de Volta Redonda (RJ). In: I Simpósio regional de Geoprocessamento, 2002, Aracajú – SE. **Anais...** Aracaju-SE. 2002.

EVERITT, J. H. et. al. Integration of remote Sensing and Spatial Information Technologies for Mapping Black Mangroves on the Texas Gulf Coast. **Journal of Coastal Research**, v. 12, p. 64-69, 1996.

FERGUNSON, R. L.; WOOD, I. I.; GRAHAM, D. B. Monitoring spatial change in seagrass habitat with aerial photography. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 59, n.6, p. 1033-1038, 1993.

FIGUEREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Brasília: CONAB, 2005.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GUIMARÃES, Ariana Silva et. al. 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. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009. **Anais...** Natal, INPE, p. 4599-4606.

LIMA, T.; QUINAMOO, T. Características Sócio-econômicas. In: BARROS, H. M. et. al. (Ed.). **Gerenciamento participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000, p. 181-224.

MACEDO, S. J.; FLORES-MONTES, M. J.; LINS, I. C. Características Abióticas da Área. In: BARROS, H. M. et. al. (Ed.). **Gerenciamento participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000, p. 7-25.

MORAES, A L. **Pesca predatória na área estuarina do canal de Santa Cruz, Itapissuma-PE**. 1998. (Monografia de Pós-graduação em Geografia). Fundação de Ensino Superior de Olinda/UNESF, Olinda, 1998.

OGAWA, M.; MAIA, E. I. **Manual de Pesca Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Editora Varela, 1999.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. São José dos Campos: Editora Com Deus, 2001.

NETO, J. F. C. **Políticas e Programas Ambientais: Desafios da Integração de Competências e ações**. 2000. (Dissertação de Mestrado em Geografia). Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

OLIVEIRA, S. S.; LUCA, S. J. **Potenciais impactos ambientais da aqüicultura: carcinicultura de cativeiro**. 2000. (Tese de doutorado em Saneamento e Drenagem Urbana). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PERNAMBUCO (Estado). CONDEPE/FIDEM. Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco. **Diagnóstico socioambiental - litoral norte / qualidade ambiental do litoral norte / conflitos de usos, riscos e perdas ambientais**. Recife, 1987, 189 f.

ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J.; AMORIM, I., A carcinicultura brasileira em 2003. **Revista da ABCC**, v. 6, n. 1, p. 30-36, 2004.

ROCHON, G. L et al. . Remote Sensing as tool for achieving and monitoring progress toward sustainability. **Clean Environ**, v. 5, p. 310-316,2003.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento**: Sistemas de Informação Geográfica. Uberlândia: Editora da UFU, 1996.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal**: estrutura, função e flora. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986.

SCHERER. H. J. Sensoriamento Remoto. In: 10º Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais** do 10º SBSR, Foz do Iguaçu-PR, 2001.

SEBRAE. Serviço de Apoio Brasileiro as micro e Pequenas Empresas. **Estudo Setorial Maricultura**. Fortaleza: SEBRAE, 2005. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/8C4CA123D141155B832574FE0044FBA5/\\$File/NT0003A41E.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/8C4CA123D141155B832574FE0044FBA5/$File/NT0003A41E.pdf)>. Acesso: 22 nov. 2011.

STEVENSON, N.J. Disused shrimp ponds: Options for redevelopment of mangrove. **Coastal Management**, n. 25, v. 4, p. 339-459, 1997.

TAUK, Sâmia Maria (Org.) **Análise Ambiental: Uma visão multidisciplinar**. São Paulo: UNESP, 1996.

VALIELA, I.; BOWEN J. L.; YORK J. K. Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments. **BioScience**, v. 5, p. 807-815, 2001.

Sites:

AEROSAT. Arquitetura, Engenharia e Aerolevantamento. Disponível em:<<http://www.aerosat.com.br>>. Acesso: 17 nov. 2011.

SEAP/PR. Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso: 10 nov. 2011.

EMBRAPA Monitoramento por satélite. Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial. Campinas, 2009. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso: 19 nov. 2011.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br>>. Acesso: 17 nov. 2011.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Impactos Ambientais.** 2010. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com.br>>. Acesso: 15 nov. 2011.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Manguezais.** Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/manguezais/manguezais-5.php>>. Acesso: 14 nov. 2011.

SEPAQ – Secretaria de Estado e Pesca de Aquicultura. Disponível em: <<http://www.sepaq.pa.gov.br>> Acesso: 09 nov. 2011.

GOOGLE. Disponível em: <www.google.com.br>. Acesso: 09 nov. 2011.

* Artigo submetido em 25 de julho de 2012 e aceito para publicação em 03 de setembro de 2012.