

PKS

PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT

**REVISTA DE GEOGRAFIA
(UFPE)**

www.ufpe.br/revistageografia

OJS

OPEN
JOURNAL
SYSTEMS

AValiação Ambiental em Unidades de Conservação: Estuário do Rio Maracáipe, Ipojuca-PE, Brasil

Fátima Verônica Pereira Vila Nova¹; Maria Fernanda Abrantes Torres²

¹*Mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO – UFPE). Avenida Acadêmico Helio Ramos, S/N, Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife – PE. Integrante do Grupo de Estudos em Biogeografia e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (BIOMA – UFPE). Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).
veronica.vn@hotmail.com*

²*Professor Adjunto II – Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Avenida Acadêmico Helio Ramos, S/N, Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife – PE. Coordenadora do Grupo de Estudos em Biogeografia e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco - BIOMA - UFPE.
daetorres@hotmail.com*

Artigo recebido em 30/05/2012 e aceito em 09/10/2012

RESUMO

O estuário do rio Maracáipe, município de Ipojuca-PE, é uma Unidade de Conservação com característica de uso sustentável, na categoria de Área de Proteção Ambiental, com forte potencialidade para a atividade turística. Entretanto, o crescimento desta atividade na área vem mostrando fortes indicadores que se apresentam em contradição ao que se compreende de uma Área de Proteção Ambiental e aos aspectos normativos que regem a mesma. A fim de avaliar as condições ambientais, o presente trabalho buscou fazer uma análise multitemporal do uso e ocupação das terras usando a cobertura vegetal como indicador de qualidade, a partir de imagens de satélite LANDSAT 5, dos anos 1989, 2000 e 2011, utilizando a classificação supervisionada. Foi também realizado o levantamento das principais pressões antrópicas e seus impactos com visitas in loco para aplicação de checklist em dois trechos no estuário em setembro de 2010 e 2011. De forma geral, o nível de degradação foi extremo, com índice geral de impacto -270 no trecho I e -268 no segundo, necessitando de medidas emergenciais como o ordenamento de ocupação e o efetivo cumprimento da legislação ambiental vigente. A área total de vegetação de mangue e de restinga diminuiu na última década em 16,59% e 52,81%, respectivamente, em detrimento da urbanização, que aumentou 247,01% entre 1989 e 2011. O mapeamento resultante das imagens de satélite no período de 1989 a 2011 evidenciou as desestruturações nos ecossistemas na Unidade de Conservação, decorrentes das modificações no uso e ocupação das terras.

Palavras-Chave: Área de Proteção Ambiental. Uso e ocupação da terra. Cobertura vegetal. Sensoriamento Remoto.

ENVIRONMENTAL EVALUATION IN CONSERVATION UNITS: ESTUARY OF THE MARACAÍPE RIVER, IPOJUCA-PE, BRAZIL

ABSTRACT

The estuary of the Maracáipe river, municipality of Ipojuca-PE, is a Unit of Conservation with sustainable use feature, in the category of Environmental Protection Area with strong potential for tourist activity. However, the growth of this activity in the area has shown strong indicators that are in contradiction to what comprises an area of Environmental Protection and regulatory aspects governing the same. In order to assess environmental conditions, this work sought to make a multitemporal analysis of use and occupation of land using the cover as an indicator of quality, from LANDSAT 5 satellite imagery, the years 1989 and 2000, 2011, using the supervised classification. It was also carried out the survey of major anthropogenic pressures and impacts with on-the-spot visits to applying checklist in two passages in the estuary in September 2010 and 2011. Generally speaking, the level of deterioration was extreme, with the General index of -270 impact on the excerpt I and - 268 in the second, requiring measures as emergency planning of occupation and the effective enforcement of environmental legislation. The total area of mangrove vegetation and restinga has declined in the last decade at 16.59% 52.81% respectively to the detriment and urbanization, which

increased 247.01% between 1989 and 2011. The resulting mapping from satellite imagery in the period 1989 to 2011 showed as imbalance ecosystems in the conservation unit resulting from modifications of the use and occupation of land.

Keywords: Environmental Protection Area. Use and occupation of land. Vegetation cover. Remote Sensing.

INTRODUÇÃO

A criação de Unidades de Conservação (UCs), no Brasil, tem-se constituído em um dos principais mecanismos do Estado no que concerne à proteção de áreas representativas dos biomas do país. A Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, compõe o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e a define como: “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção, formado pelo conjunto das UCs federais, estaduais e municipais”. As UCs dividem-se em dois grupos, com características específicas: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável (Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2000).

Recentemente, em Pernambuco, foi criado o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC), estabelecido através da Lei Nº 13.787, de 08 de junho de 2009. O Estado de Pernambuco possui 66 Unidades de Conservação Estaduais (25 de Proteção Integral, 41 de Uso Sustentável), sendo que 33 aguardam a

recategorização e implantação; e 13 foram instituídas como Áreas de Proteção Ambiental estuarinas, nas quais o ecossistema a ser protegido são os mangues (Diário Oficial do Estado de Pernambuco, 2009).

Os sistemas estuarinos estão situados na zona costeira, numa região interior, são ambientes de influência continental e oceânica onde há interação da água do mar, da água doce dos rios, da terra e da atmosfera. Quando localizados em regiões subtropicais e tropicais, com temperatura média acima de 18°C, a peculiaridade é a existência de manguezais (KJERFVE *et al.*, 1993; SCHAEFFER - NOVELLI, 2002).

O manguezal recebe influência marinha constante, através do regime de marés, apresenta margens com sedimento lamoso e águas abrigadas que permitem o surgimento de flora especializada, adaptada à flutuação de salinidade. Os manguezais fornecem serviços ecossistemáticos essenciais ao equilíbrio da zona costeira. Eles influenciam no controle dos processos erosivos, produzem e exportam matéria orgânica, são habitat temporário ou definitivo de espécies estuarinas, marinhas, fluviais e terrestres, além de atuar como filtro e imobilizador de substâncias químicas, incluindo metais pesados, alimentos, entre outros (KIENER, 1973; VANNUCCI, 1999).

Os impactos negativos nos ecossistemas costeiros remontam à época da colonização brasileira. O uso e ocupação da terra se deu a partir da região litorânea e até os dias atuais as mais diversas atividades se concentram na mesma, assim, ecossistemas como estuários, restingas, manguezais, recifes, entre outros, vêm sofrendo processos de destruição mais intenso (BARROS, 1998). Deste modo, o planejamento e a gestão das APAs nessas regiões demandam maior atenção.

Os principais usos da terra que afetam diretamente os manguezais são: atividade portuária, aquicultura, extração vegetal, pesca, turismo e recreação, e a urbanização. Mas, uma das maiores causas de impacto ambiental negativo existente nessa região é, sem dúvida, a sua ocupação desordenada e a concentração populacional, ou no mínimo, a mais complexa de ser gerenciada. O intenso processo de pressão populacional é resultado do parcelamento urbano para fins de moradia e outras atividades, refletindo diretamente em uma contínua destruição do meio ambiente e da paisagem (DIEGUES, 1999).

Controlar o uso e ocupação da terra em Áreas de Proteção Ambiental tem sido um grande desafio aos gestores públicos, principalmente por conflitos de interesses socioeconômicos. Há necessidade de crescimento de atividades econômicas, expansão urbana, como também a manutenção e conservação das vegetações

remanescentes, cursos hídricos, o patrimônio cultural e dos atributos naturais.

A retirada da vegetação é reconhecida como uma das mais tradicionais ações do homem sobre a natureza, e mesmo que esta posteriormente venha a se regenerar, causa alterações na biodiversidade da fauna e flora, assim a cobertura vegetal é um indicador de qualidade ambiental (SAMPAIO *et al.*, 2002).

Na zona costeira, a disponibilidade dos recursos naturais, como o estoque pesqueiro, está diretamente relacionada às áreas de manguezais. Deste modo, alterações na biomassa por meio da conversão de áreas de mangue para outros usos implicam em modificações socioeconômicas, principalmente para os que necessitam diretamente desses recursos. A celeridade das alterações decorrentes das atividades do homem não acompanha as adaptações dos sistemas naturais (ARBUTO-OROPEZA, 2008).

Devido à velocidade das transformações há necessidade de se utilizar ferramentas que possibilitem avaliação ambiental rápida e que tenham relativamente baixo custo e para isso, o uso de recursos instrumentais oferecidos pelo Sensoriamento Remoto (SR), com auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e dos Sistemas de Posicionamento Global (GPS), vem se difundindo e se consolidando como instrumento que subsidia o manejo e monitoramento dos ecossistemas e,

consequentemente, a gestão das UCs (AZEVEDO, 2001).

O estuário do rio Maracaípe, área de estudo dessa pesquisa, é uma das 13 Unidades de Conservação (UC) que foram instituídas como Áreas de Proteção Ambiental em Pernambuco. A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, define em seu Art. 15: “A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais” (Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2000 p.46).

A referida APA apresenta-se bastante exuberante sob o ponto de vista dos atributos naturais, com forte potencialidade para a atividade turística. O mangue se estende desde a área conhecida como pontal de Maracaípe até a região de Porto de Galinhas, onde está situada a praia, que é um dos principais destinos turísticos de Pernambuco.

O crescimento desta atividade na área vem mostrando fortes indicadores como emissão de efluentes domésticos e resíduos sólidos no estuário, aterros nos manguezais, entre outros que se apresentam em contradição ao que se compreende de uma Área de Proteção Ambiental e os aspectos

normativos que regem a mesma (VILA NOVA, 2009).

Levantamento prévio sobre as UCs no Estado de Pernambuco indica deficiências no que diz respeito aos dados dessas áreas, sobretudo no que se refere a estudos faunísticos e florísticos, socioambientais, nível de degradação, além de mapeamentos georreferenciados, informações imprescindíveis à gestão, o que justifica a realização dessa pesquisa inédita na área.

Neste contexto, o presente trabalho se propõe a realizar uma análise multitemporal do uso e ocupação da terra do estuário do rio Maracaípe, Ipojuca-PE usando a cobertura vegetal como indicador de qualidade, com ênfase no mapeamento e quantificação da vegetação do manguezal com a identificação dos principais pontos de pressão antrópica a que este ecossistema encontra-se submetido.

Procedimentos metodológicos

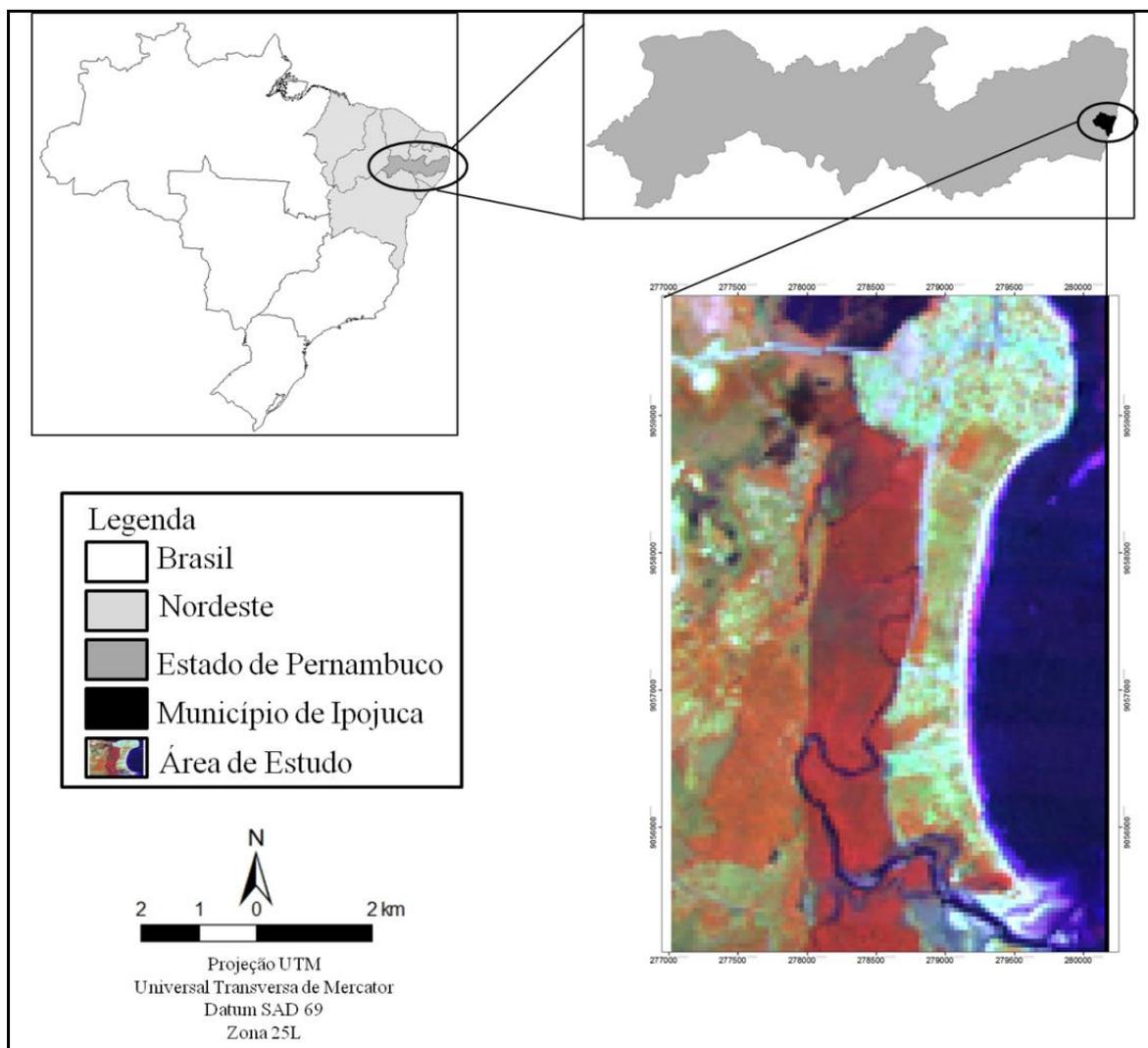
O estuário do rio Maracaípe possui uma área de 3.335 ha, estando localizado no município de Ipojuca, Estado de Pernambuco, no Nordeste brasileiro, delimitado pelas coordenadas 25L/ 79503 – 9055161 / 274615 – 9047965 (UTM) (Figura 01). O rio Maracaípe, assim como o rio Merepe, o riacho Canoas e os rios Tapera e Arimbi, são os constituintes principais da bacia dos grupos de pequenos rios litorâneos (GL3).

Uso e ocupação da terra, mapeamento e quantificação da vegetação

O trabalho consistiu, inicialmente, na análise da bibliografia sobre a área de estudo, observações de campo e registro fotográfico. Em seguida, foram realizados os mapeamentos e quantificação do mangue no estuário do rio Maracaípe e seu entorno, nos quais foram utilizadas imagens digitais multiespectrais dos anos de 1989, 2000 e 2011, do satélite LANDSAT 5, sensor TM, órbita 214, ponto 66 da faixa espectral do

visível-infravermelho (VISIR, com resolução espacial de 30 metros), trabalhadas com o *software* ERDAS 9.3 e o *software* ARCGIS 9.3 disponibilizados pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento / SERGEO do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. As imagens foram adquiridas gratuitamente no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Figura 1 - Localização espacial do estuário do rio Maracaípe, Ipojuca-PE, Brasil.



No processamento das imagens utilizou-se o programa ERDAS 9.3. As imagens foram georreferenciadas para o sistema UTM - Universal Transversal Mercator, SAD 69, zona 25L.

Para diminuir os efeitos da atmosfera nas imagens foi feita a calibração radiométrica, sendo realizados cálculos de radiância e reflectância a partir do software ERDAS 9.3. Na primeira etapa obteve-se a radiância espectral aparente da imagem, que consistiu em transformar o número digital da imagem em radiância a partir da fórmula abaixo:

$$L^{\wedge} = a_i + ((b_i - a_i) / 255) \cdot nd$$

Onde, L^{\wedge} é a radiância espectral aparente em determinada banda, a_i é o L_{max} , b_i corresponde ao L_{min} e nd o número digital da imagem em cada banda. Os dados referentes ao L_{max} e o L_{min} foram adquiridos de uma planilha específica cedida pelo INPE.

Após a transformação do número digital da imagem em radiância espectral aparente foi realizada a segunda etapa, denominada de obtenção da reflectância dos objetos presentes nas imagens. A operação matemática referente a este processo encontra-se descrita na equação 2:

$$\rho_a = (\pi \cdot d^2 \cdot L_{\lambda}) / (E_{sun} \cdot \cos(\text{zen}))$$

Onde, ρ_a é a reflectância, $\pi \cdot d^2$ corresponde à distância Terra-Sol, L_{λ} é a radiância espectral aparente, E_{sun} são os

valores de irradiância solar no topo da atmosfera nas bandas utilizadas e $\cos(\text{zen})$ corresponde ao cosseno do ângulo zenital.

O valor correspondente à distância Terra-Sol junto com os valores de irradiância solar no topo da atmosfera e o cosseno do ângulo zenital da imagem podem ser obtidos via o cruzamento dos dados da imagem com uma planilha compatível ao software EXCEL disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais –INPE (www.inpe.br).

Após a calibração da imagem foi feito um recorte do entorno do manguezal do estuário do rio Maracaípe, sendo o mesmo utilizado para todas as imagens, evitando contabilizar e analisar tamanhos de áreas distintos.

A análise multitemporal do uso e ocupação da terra consistiu no emprego da classificação supervisionada. Classificação em sensoriamento remoto significa a associação de pontos de uma imagem a uma classe ou grupo de classes. Estas classes representam as feições e alvos terrestres tais como: água, lavouras, área urbana, reflorestamento, cerrado, etc; é um processo de reconhecimento de classes ou grupos, cujos membros exibem características comuns. O processo de classificação supervisionada consiste na coleta de amostras de treinamento que são áreas delimitadas sobre a imagem que correspondem a locais no

terreno representativos de cada classe (QUARTAROLI, 2006).

O método de classificação utilizado foi o MAXVER, que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos que devem ser fornecidos ao sistema, um conjunto de dados ou amostras que representam bem as classes de interesse para que o classificador tenha condições de definir um diagrama de dispersão em torno da média, bem como a distribuição das probabilidades dos pixels pertencerem ou não à determinada classe (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS). Foram utilizadas seis classes: corpos hídricos, solo exposto, área urbana, vegetação de mangue, vegetação de restinga, vegetação esparsa (coqueiros, arbustos, etc).

Finalizado o processo de classificação foi verificada a separabilidade pelo método da divergência transformada (*transformed divergence*), que é uma medida estatística da distância espectral entre as assinaturas. A escala dos valores de divergência transformada varia de 0 a 2.000 e, quanto maior o valor, maior a separabilidade entre as classes. As amostras bem separadas apresentam valores superiores a 1.900; entre 1.700 e 1.900 o resultado é considerado razoável e ruim com valores abaixo de 1.700 (ERDAS IMAGINE, 2010).

Na imagem de 1989 a escala dos valores de divergência transformada variou de 1827,49 a 2000, no ano de 2000 entre 1827,60

e 2000 e na classificação de 2011, entre 1981,01 e 2000. Posteriormente, as imagens classificadas foram convertidas em polígonos no ArcGis 9.3, processo que possibilitou a quantificação de cada classe.

Levantamento e identificação das principais pressões antrópicas

Para o levantamento dos principais pontos de pressão antrópica foi realizada a aplicação de “*check-lists*” de indicadores, conforme metodologia adaptada de Tommasi (1994) e Sánchez (2008), para áreas estuarinas. O método consiste na elaboração de uma tabela, a ser preenchida pelo pesquisador subjetivamente, através da observação “*in loco*”, onde os principais impactos ambientais são apresentados em colunas e os seus efeitos, em filas.

Cada impacto pode apresentar peso 1 (pequeno), 3 (moderado) ou 5 (extremo), estabelecidos subjetivamente, de acordo com a sua importância em relação aos princípios da análise adotados. Foram considerados para análise os impactos extremos, que interferem de forma drástica ou global em cada ambiente e os impactos moderados, que são aqueles que, mesmo sendo expressivos, tinham características pontuais.

Os efeitos dos impactos foram também valorados, porém com notas negativas (-1, -3 e -5), dependendo de sua intensidade, ou com zero (0), quando ausentes. Os resultados da multiplicação dos pesos atribuídos aos

impactos pelas notas dos seus efeitos permitiram classificar cada impacto nas seguintes categorias: pequeno (valores -1 a 3); moderado (valores -5 a -9) e extremo (valores -15 a -5). O somatório dos valores desta multiplicação fornece o índice geral de impacto no estuário estudado: de -1 a -100, pequeno; de -100 a -170, moderado e > -171 extremo.

Os *checklists* foram aplicados em dois trechos, desde Porto de Galinhas até o pontal de Maracaípe, em setembro de 2010 e setembro de 2011, na margem esquerda do estuário devido à acessibilidade, bem como por esta apresentar maior extensão urbana.

O primeiro trecho está localizado entre as coordenadas Zona 25L – UTM 279630/9059938 e 279152 / 9057316, e o segundo Zona 25L – UTM 279152 / 9057316 e 279598 / 9055474.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uso e ocupação da terra, mapeamento e quantificação da vegetação

A classificação das imagens nos anos de 1989, 2000 e 2011 do estuário do rio Maracaípe permitiu visualizar e quantificar as transformações espaço temporais ocorridas no referido estuário. As modificações nas áreas de cada classe apontam que ocorreram alterações, tanto na composição da vegetação como na configuração da área urbana e solo exposto.

As imagens classificadas apresentaram diferentes mosaicos na organização espacial

da vegetação, área urbana e solo exposto. Na imagem de 1989, a área total ocupada por vegetação correspondeu a 872,76 ha (54,50% da área total analisada), sendo 270,69 ha (31,01%) de vegetação de mangue, 243,91 ha (27,95%) de vegetação de restinga e 358,16 ha (41,04%) de vegetação esparsa, como coqueiros e arbustos.

No ano de 2000, a área vegetada ocupava 969,28 ha (60,36% da área total analisada), dos quais 383,26 ha (39,54%) correspondiam à vegetação de mangue, 338,05 ha (34,88%), à vegetação de restinga e 247,97 ha (25,58%) de vegetação esparsa, como coqueiros e arbustos.

Em 2011, 894,60 ha (54,81% da área total analisada) estavam ocupados por vegetação, sendo 319,69 ha (35,73%) de vegetação de mangue, 178,53 ha (19,96%) de vegetação de restinga e 396,38 ha (44,31%) de vegetação esparsa, como coqueiros e arbustos (Figura 2 e Tabela 1).

A variação espaço temporal da vegetação aponta que houve um aumento da área total de vegetação entre 1989 e 2000 e uma diminuição entre 2000 e 2011. A supressão da vegetação entre 2000 e 2011 foi de 74,68 ha, cerca de 8%. A vegetação de mangue e de restinga obtiveram um comportamento semelhante; ambas aumentaram em 112,57 ha (41,58%) e 94,15 ha (38,60%) de área entre 1989 e 2000, respectivamente, e diminuíram 63,57 ha (16,59%) e 159,52 ha (52,81%) de área entre

2000 e 2011, respectivamente. A vegetação esparsa apresentou desempenho oposto, tendo a sua área reduzida em 110,17 ha (30,76%) entre 1989 e 2000 e uma acrescida de 148, 41 ha (59,85%) entre 2000 e 2011.

No que se refere à área urbana e solo exposto ocorreram grandes alterações em termos de extensão. No período analisado

houve significativa redução de solo exposto, que corresponde às praias, banco de areia e semelhantes; em 1989 a área era de 191,70 ha e em 2011, 30,84 ha, uma redução de 83,91%. A área urbana no mesmo período aumentou de 111,73 ha para 275,98 ha, um acréscimo de 247,01% (Figura 3 e Tabela 2).

Figura 2 - Evolução espaço temporal da vegetação no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca - PE.

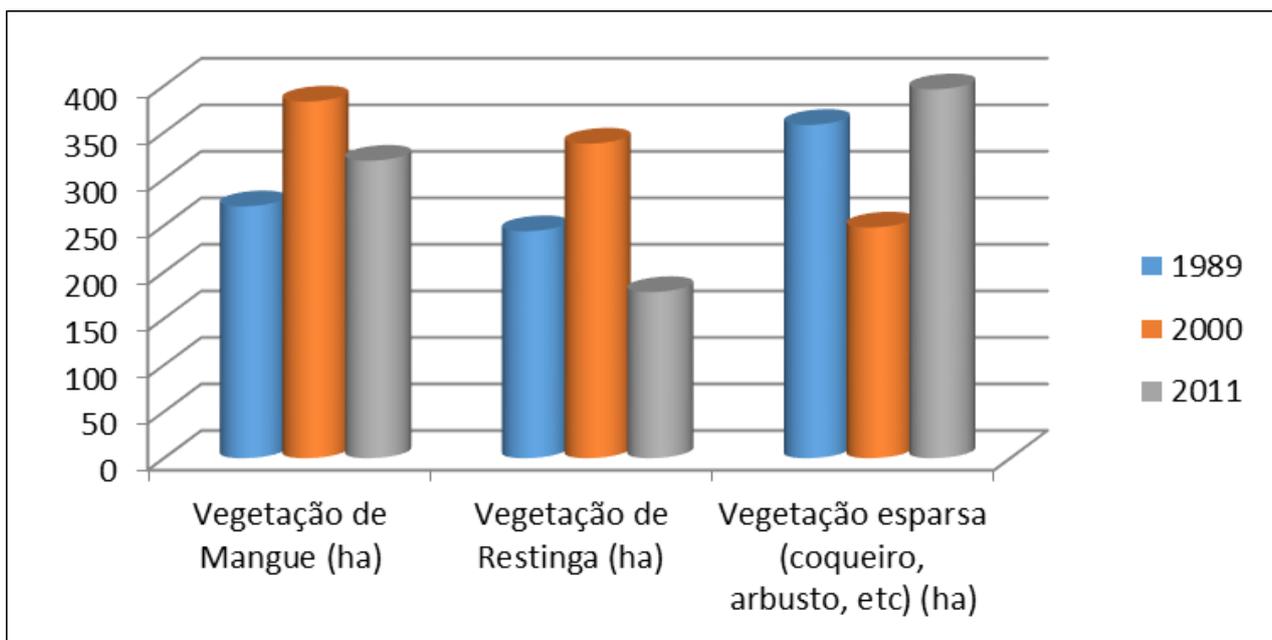


Tabela 1 – Variação espaço temporal da área de vegetação (ha) no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca - PE nos anos de 1989, 2000 e 2011.

	1989	2000	2011
Vegetação de mangue	270.69	383.26	319.69
Vegetação de restinga	243.91	338.05	178.53
Vegetação esparsa (coqueiros, arbustos, etc)	358.16	247.97	396.38
Vegetação total	872.76	969.28	894.6

Figura 3 - Evolução espaço temporal da área urbana e o solo exposto no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca - PE nos anos de 1989, 2000 e 2011

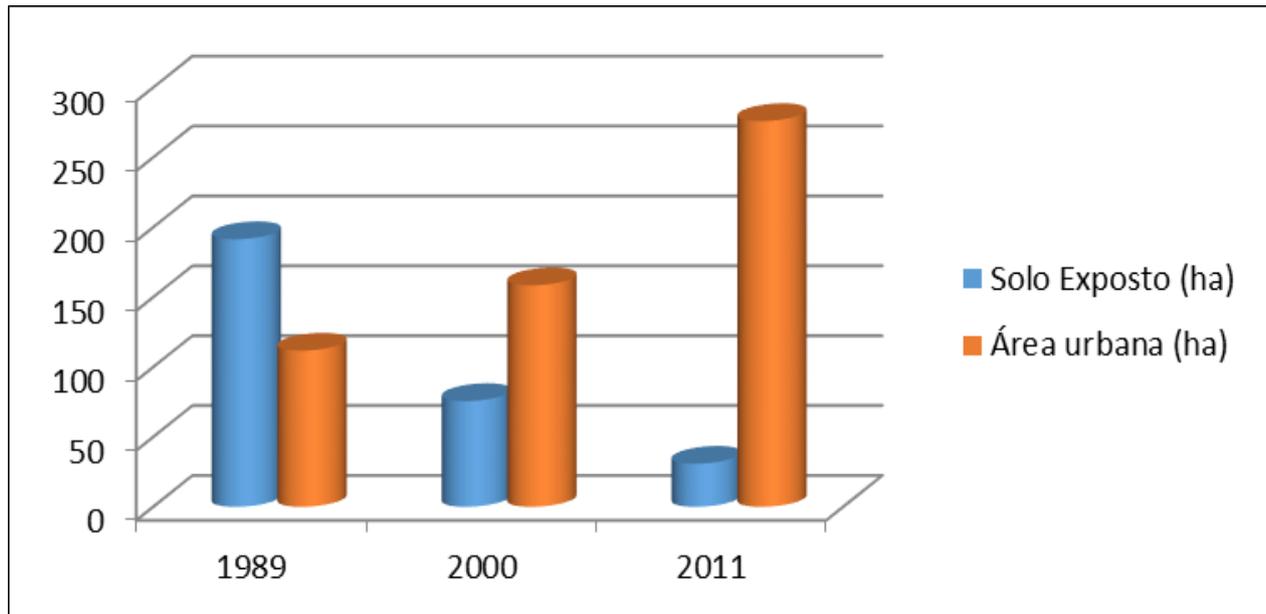


Tabela 2 - Variação espaço temporal da área urbana e solo exposto (ha) no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca - PE nos anos de 1989, 2000 e 2011.

	1989	2000	2011
Solo Exposto (ha)	191.47	75.69	30.84
Área urbana (ha)	111.73	158.49	275.98

Nas imagens de classificação dos anos de 1989, 2000 e 2010 é possível observar as modificações no uso e ocupação da terra: a expansão da tessitura urbana em Porto de Galinhas e em Maracaípe numa área inicialmente ocupada por coqueirais, a redução da faixa de praia (classe solo exposto), bem como a redução da vegetação de restinga em detrimento à vegetação esparsa, ocupada por coqueirais (Figura 4).

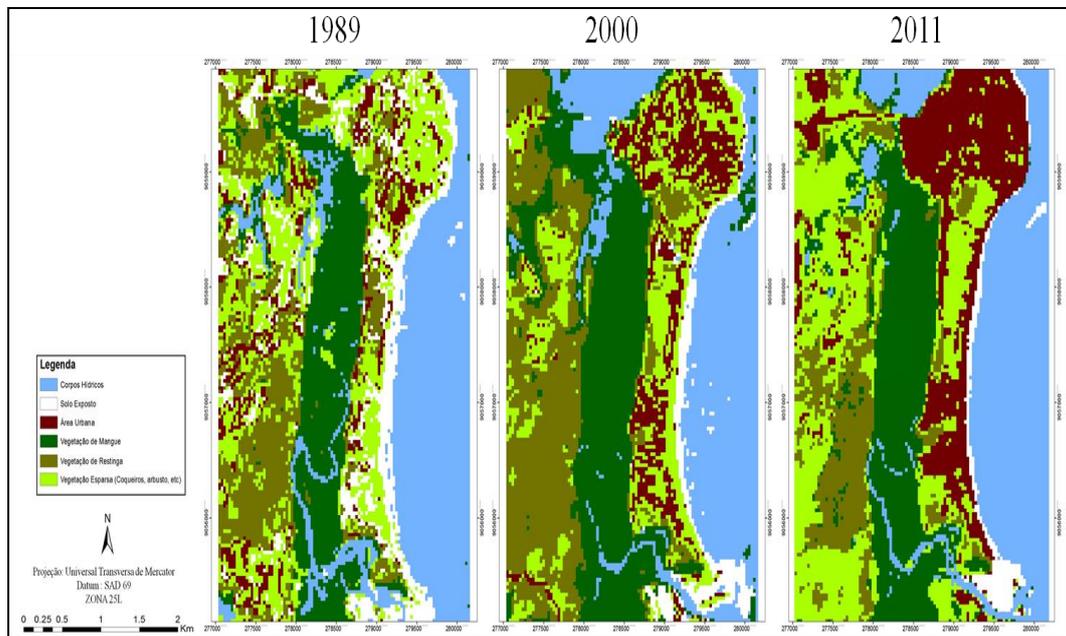
O mapeamento resultante da classificação revelou aspectos importantes das transformações da vegetação decorrentes das

modificações do uso e ocupação da terra entre 1989 e 2011. A área de estudo é o domínio potencial de manguezais e restingas, ecossistemas que tiveram parte de suas áreas convertidas para uso humano, transformações que remonta à colonização brasileira, principalmente no litoral nordestino. O litoral oriental nordestino estende-se desde o Rio Grande do Norte até o sul da Bahia e desde épocas coloniais que o homem derrubou a mata, drenou as várzeas encharcadas e construiu engenhos e canaviais, que até os dias atuais dominam grande parte dessa sub

região, bem como a monocultura do coco que ocupa as terras salinas, impróprias à lavoura

do açúcar (ANDRADE, 1973).

Figura 4 - Variação espaço temporal do uso e ocupação da terra no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca - PE nos anos de 1989, 2000 e 2011.



Os manguezais não ofereciam grandes atrativos e a sua importância pouco conhecida os deixou ainda mais vulneráveis. Fatidicamente, as áreas de mangue foram convertidas em extensos coqueirais entre Porto de Galinhas e Maracaípe, que estão evidentes na imagem do mapeamento de 1989. A atividade monocultora pode afetar a biodiversidade de várias maneiras nas áreas de atuação, bem como no seu entorno, como alterações nas interações das espécies, a diminuição da diversidade de flora e fauna, modificações nos padrões de comportamento e distribuição dos organismos, erosão, além de consequências em longo prazo ainda desconhecidas (BHAVNA; GEETA, 2011).

A concentração de terra típica das áreas onde há monocultura não foi exceção nessa área, que até o início da década de 80 pertencia a três famílias que cultivaram cocos, até o primeiro grande loteamento que deu origem a Porto de Galinhas, o Merepe. Em setembro de 1975, o prefeito de Ipojuca, Jaime Agostinho, sanciona a Lei nº 705 que autoriza o loteamento, fato que iniciou as transformações do uso e ocupação da terra subsequentes (MENDOÇA, 2004).

Em meados da década de 90 a questão ambiental ganhou notoriedade nas discussões internacionais e a relevância dos ecossistemas mais difundida. Nesse período, intensificou-se a densidade da população urbana no litoral brasileiro. Em 1991, o governo do Estado de

Pernambuco finalizou o acesso à praia de Porto de Galinhas com a pavimentação da PE-09. Esses processos modificaram o uso e ocupação da terra entre Porto de Galinhas e Maracáipe, no período entre 1990 e 2000. As classes média e alta da sociedade pernambucana elegeram como lugar de veraneio e descanso a praia de Porto de Galinhas, que ganhou notoriedade nacional e despontou como um dos principais pontos turístico do país (DIAS, 2004; MENDONÇA 2004). O aumento da área urbana observado na imagem do mapeamento de 2000 se dá sem equipamentos públicos suficientes para atender a crescente demanda, como saneamento básico e sem ordenamento das atividades turísticas na região, um prenúncio da degradação dos ecossistemas remanescentes da região.

Entre 2000 e 2011 a área urbana se consolidou, bem como a atividade turística na região. É importante destacar que em Pernambuco foi criado o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC), estabelecido através da Lei Nº 13.787, de 08 de junho de 2009, no qual o estuário do rio Maracáipe foi enquadrado como Área de Proteção Ambiental, mas na prática pouco mudou.

A visitação da localidade hoje em dia é centrada na atratividade de suas praias, piscinas naturais, manguezais e na ampla estrutura de receptivo e hospedagem, com destaque para seus numerosos resorts. O

destino apresenta claros sinais de superlotação na alta temporada e seus atrativos vêm se deteriorando em função disso (SETUR, 2008).

Um estudo divulgado pelo Projeto *Hippocampus* sobre a população de cavalos-marinhos, uma das atrações do local, apontou uma diminuição dos espécimes entre 2001 e 2010. O que provocou o declínio populacional foram o estresse provocado nos animais pela atividade turística, a contaminação ambiental e o assoreamento do rio (FALCÃO; SILVEIRA, 2010).

Na imagem do mapeamento de 2011, destaca-se o aumento de aproximadamente 240% da tessitura urbana em relação a 1989, acelerada principalmente a partir de 2000, o que acarretou na supressão de 63,57 ha de áreas ocupadas por vegetação de mangue. Ressalta-se também a expressiva conversão de quase 75% das restingas para edificações ou loteamentos. A maior área de restinga no presente estudo está concentrada na RPPN de Maracáipe, apontando assim a eficácia, nesse caso, da instituição dessa categoria de Unidade de Conservação. A retirada da vegetação de mangue e de restinga aumenta o assoreamento no rio, como também pode potencializar a erosão costeira. A redução da faixa de praia entre 1989 e 2011 é notória. Vale salientar que a maré em 1989 no horário do imageamento foi de 0,5 m e em 2011 de 0,4 m.

Como observado, as modificações multitemporais do uso e ocupação da terra entre 1989 e 2011 constituem a resposta espacial às mudanças econômicas que vêm ocorrendo na região e que têm colocado em risco o equilíbrio ambiental local e a função da APA. É o crescimento econômico em detrimento ao desenvolvimento, que encontra na expansão urbana, uma das suas maiores representações, que promove desequilíbrios nos ecossistemas costeiros, como manguezais e restingas.

No entanto, vale ressaltar que nem sempre os impactos negativos são facilmente identificáveis, pois muitos fatores influenciam na expansão e condições de desenvolvimento dos manguezais, como temperatura, salinidade, componentes biogeoquímicos. Assim, a maior dificuldade no estudo de conservação do ecossistema é a determinação tanto dos agentes de transformações naturais ou decorrentes de atividades antrópicas (SCHAEFFER – NOVELLI, 2002).

O aumento dos mangues no litoral do Nordeste entre 1978 e 2004, observado por Monteiro *et al.* (2005), foi atribuído à salinização generalizada dos estuários na região devido ao aumento da taxa de açudagem, ou seja, uma expansão decorrente de ações antrópicas e, provavelmente, como resposta a mudanças climáticas globais, portanto, resultante de processos naturais

Coelho e Torres (1982) quantificaram 17.372 ha de mangue em Pernambuco

utilizando fotografias aéreas dos anos de 1970/71. Silva (2012) realizou uma análise espaço temporal, com o sensor remoto LANDSAT, dos manguezais pernambucanos e valorou em 15.162,05 ha para o ano de 1988 e 16.081,67 em 2010, o que representou um aumento de aproximadamente 900 ha durante o período. A autora atribuiu esse incremento à expansão das áreas de inundação pelas águas de marés suscitando um aumento relativo do nível do mar.

O aumento relativo do nível do mar permite a entrada de água salina no interior do estuário favorecendo a colonização de áreas desnudas e o avanço da cobertura vegetal dos manguezais por áreas anteriormente ocupadas por vegetação rala, como constatado por Santana *et al.* (2011) no estuário do rio Itapessoca, Goiana, que observaram um acréscimo de mangue em 13%, entre 1988 e 2006.

Segundo Oliveira *et al.* (2009), a área ocupada por manguezais também aumentou, se expandindo para locais antes ocupados por vegetação rala no estuário conjunto dos rios Pirapama e Jaboatão, numa análise temporal dos mangues entre 1974 e 2008. Contudo, os autores advertem para o incremento dos processos de urbanização e industrialização no local, que está na área de influência dos processos econômicos supracitados.

Os processos naturais e algumas ações, como a remoção das causas de degradação ambiental, possibilitam a

recomposição e, conseqüentemente, aumento das áreas de mangues devido à resistência e resiliência típica do ecossistema (SCHAFFER-NOVELLI, 1995). O complexo estuarino dos rios Beberibe e Capibaribe, entre as cidades de Recife e Olinda, foi alvo de extensos aterros e obras viárias, principalmente na década de 1970 com a supressão da cobertura vegetal, que se recompôs entre 1974 e 2002, passando de 18.257,2 m² para 46.526,7 m² após a conclusão das obras de infraestrutura e diminuição dos impactos negativos (BRANDÃO *et al.* 2009).

Por maior que seja a capacidade de retomar rapidamente seu ponto de equilíbrio após um distúrbio, o avanço do perímetro urbano sobre os manguezais torna-os mais vulneráveis e se apresenta como uma das principais ameaças à sua conservação. Barbosa (2010) comprovou que o crescimento urbano pressionava o manguezal do Pina, em Recife, com atividades desestabilizadoras como: desmatamentos, aterros, carcinocultura, além de funcionar como receptáculo de resíduos sólidos, efluentes comerciais e domésticos.

A urbanização tem sido um dos fatores que contribuem para a geração de impactos nos sistemas estuarinos. Sucessivos aterros alteram a drenagem e afetam a frequência de inundação comprometendo a flora e fauna do ecossistema manguezal, pois dependem dos fluxos de matéria e energia provenientes da

oscilação das marés, como também da interação e interdependência dos componentes desse ecossistema com os sistemas ecológicos adjacentes (MACIEL, 1991; MEIRELES, 2004).

O fato é que a conversão dos sistemas naturais para as mais variadas atividades antrópicas, a exemplo da industrialização e a urbanização, deixaram uma herança de destruição ambiental que se realimenta nos dias atuais, afetando pronunciadamente certas áreas, porém transferindo efeitos para as demais (BARROS, 1998).

Levantamento e identificação das principais pressões antrópicas

As principais pressões decorrentes do uso e ocupação da terra sobre os manguezais identificadas nos dois trechos foram: expansão urbana, aterros, presença de estradas e rodovias, caminhos, processos erosivos, deposição de resíduos sólidos, agricultura extensiva, queimadas, cortes de madeira na vegetação, esse último processo também foi observado na vegetação adjacente ao ecossistema, além de emissão de efluentes domésticos e uso de embarcações a motor no estuário e invasão de áreas públicas. Algumas pressões estão presentes nos dois trechos, no entanto foram observadas especificidades em cada um deles (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - *Checklist* das principais pressões antrópicas no Trecho I no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca - PE (Setembro de 2010 e Setembro de 2011).

INDICADORES	PESO	EFEITO	CLASSE
Expansão urbana	5	-5	-25
Aterro nos manguezais	5	-5	-25
Estradas e rodovias nos manguezais	5	-5	-25
Caminhos nos manguezais	5	-5	-25
Processos erosivos	3	-3	-9
Deposição de resíduos sólidos	5	-5	-25
Agricultura extensiva	5	-5	-25
Queimadas no manguezal	3	-3	-9
Cortes de madeira na vegetação adjacente ao manguezal	3	-3	9
Cortes de madeira no manguezal	5	-5	-25
Emissão de fluentes domésticos (estuário / manguezal)	5	-5	-25
Invasão de áreas públicas	5	-5	-25
Total			-270

Tabela 4 - *Checklist* das principais pressões antrópicas no Trecho II no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca - PE (Setembro de 2010 e Setembro de 2011).

INDICADORES	PESO	EFEITO	CLASSE
Expansão urbana	5	-5	-25
Aterro nos manguezais	5	-5	-25
Caminhos nos manguezais	5	-5	-25
Processos erosivos	5	-5	-25
Deposição de resíduos sólidos	5	-5	-25
Queimadas no manguezal	3	-3	-9
Cortes de madeira na vegetação adjacente ao	3	-3	-9

manguezal

Cortes de madeira no manguezal	5	-5	-25
Emissão de efluentes domésticos (estuário / manguezal)	5	-5	-25
Embarcações a motor (estuário / manguezal)	5	-5	-25
Tráfego de veículos em áreas impróprias	5	-5	-25
Invasão de áreas públicas	5	-5	-25
Total			-268

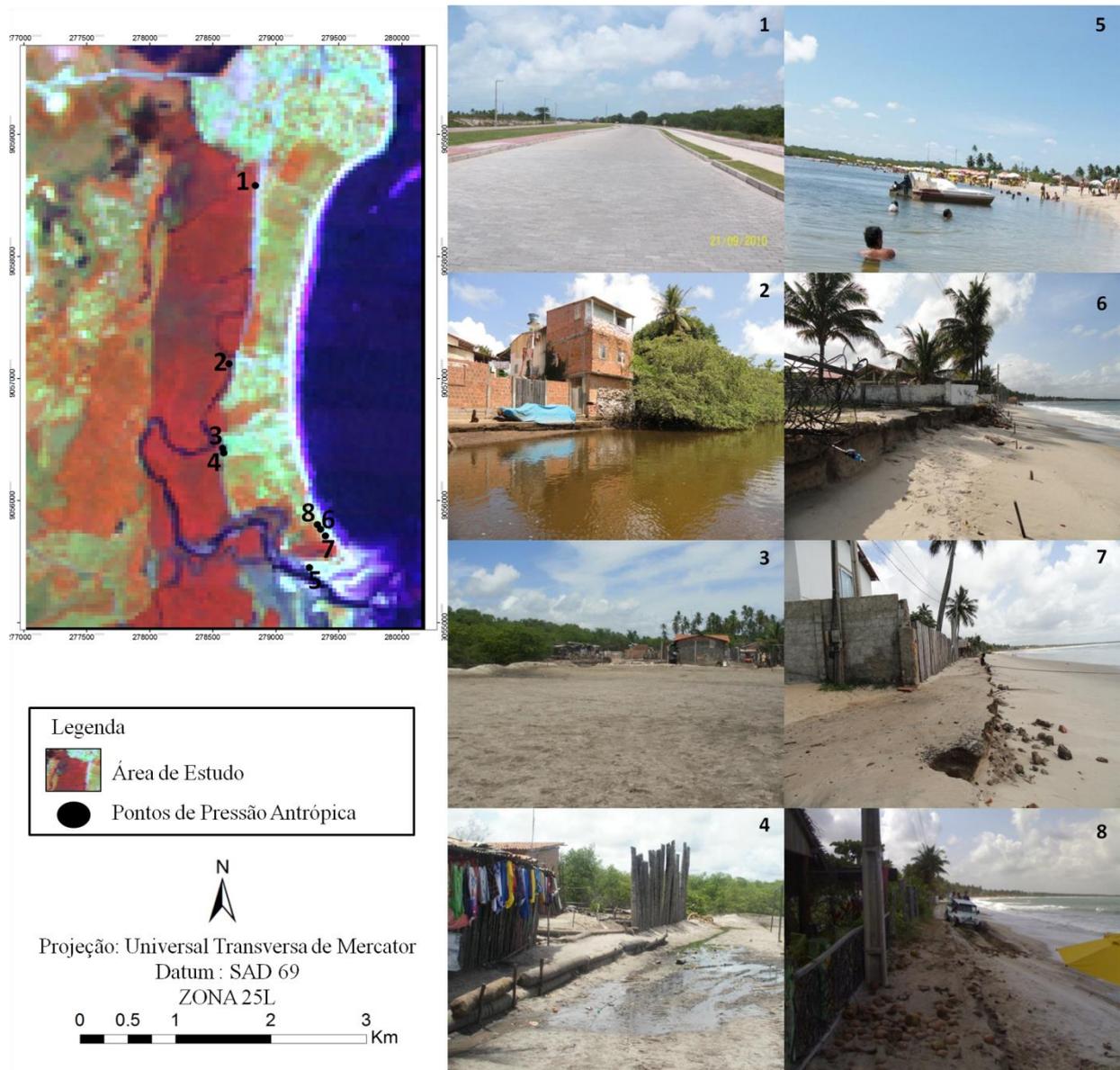
Na margem esquerda do rio Maracaípe o trecho I apresentou índice geral de impacto -270 e o trecho II -268, o que classifica a APA como extremamente impactada. Considerando toda a área de estudo, os pontos de maior pressão antrópica sobre os manguezais estão

representados pela expansão urbana, aterros, presença de estradas e rodovias, cortes de madeira, além de emissão de efluentes domésticos e uso de embarcações a motor no estuário, processos erosivos e tráfego de veículos em áreas impróprias (Quadro 1, Figura 5).

Quadro 1 – Localização dos pontos de maior pressão antrópica no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca – PE. Sistema de coordenadas: Universal Transversa de Mercator, Zona 25L.

PONTOS DE PRESSÃO	LOCALIZAÇÃO	
1.Estradas e rodovias nos manguezais	278838	9058582
2.Expansão urbana	278628	9057120
3.Aterros	278578	9056428
4.Cortes de madeira do mangue e emissão de efluentes domésticos	278586	9056392
5.Embarcações a motor no estuário	279265	9055451
6.Processos erosivos	279392	9055710
7.Processos erosivos	279329	9055802
8.Tráfego de veículos em locais impróprios	279329	9055802

Figura 5 - Pontos de maior pressão antrópica no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca – PE.



Fonte - Fátima Verônica Pereira Vila Nova (setembro de 2010 e 2011).

O nível de degradação no estuário do rio Maracaípe foi considerado extremo, ressaltando-se que as pressões antrópicas negativas observadas estão intrinsecamente relacionadas e podem causar grandes danos à Unidade de Conservação.

Em linhas gerais, dois processos recentes dinamizaram a configuração espacial em Porto de Galinhas e Maracaípe refletindo, conseqüentemente, nos ecossistemas circunscritos: o crescimento desordenado das atividades turísticas e o Complexo Industrial Portuário de Suape,

que vem se consolidando como um dos principais pólos de desenvolvimento econômico do Estado de Pernambuco e do Brasil. A atração de capital privado para Suape é na ordem de bilhões de dólares. A atração e fixação desse capital, somado aos investimentos públicos em infraestrutura, vêm provocando alterações bruscas no espaço geográfico dessa região (BARROS; SILVEIRA, 2010).

Uma das principais alterações é a conversão do uso da terra rural para o urbano, provocando migrações de populações rurais para a área urbana periférica. Com a repulsão da população do campo em Ipojuca e nos municípios adjacentes, famílias passaram a habitar manguezais, alagados e outras áreas impróprias para assentamentos humanos, e muitas dessas passaram a depender da pesca no manguezal para sobreviver (BARROS; SILVEIRA, 2010).

As pressões antrópicas percebidas na área de estudo decorrem principalmente desses dois processos supracitados. A expansão da malha urbana em direção aos manguezais foi observada tanto em Porto de Galinhas como em Maracáipe. Os manguezais, assim como outros ecossistemas costeiros, estão submetidos a intensos impactos oriundos dos problemas comuns de boa parte das áreas urbanas brasileiras como as desigualdades sociais,

concentração populacional nas margens dos rios, dentre outros, que afetam a disponibilidade dos recursos naturais (CITTIES ALLIANCE, 2002).

Os recursos naturais são insumos de que organismos, as populações e os ecossistemas necessitam para a sua manutenção. O recurso natural existe independente da ação humana, no entanto adquire importância para sociedade ao atribuir valor econômico, social e cultural, mas não está disponível de acordo com o livre-arbítrio de quem quer que seja; a maioria não é infinito ou rapidamente renovável (PORTO-GONÇALVES, 2006).

A supressão do manguezal afeta a disponibilidade dos recursos naturais. O estoque pesqueiro está diretamente relacionado com a área de manguezal preservado, pois este funciona como exportador de matéria orgânica para o estuário, contribuindo para a produtividade na zona costeira. Assim, alterações na biomassa implicam em modificações socioeconômicas, principalmente para os que necessitam diretamente desses recursos (ABURTO-OROPEZA, 2008)

Biomassa e biodiversidade estão diretamente relacionadas e o suporte de infraestrutura à expansão urbana, como a ampliação de estradas e rodovias, suprime e fragmenta ainda mais os manguezais e

restingas, alterando o equilíbrio desses ecossistemas.

A manutenção adequada dos ecossistemas fragmentados depende do tamanho e da forma dos remanescentes, pois influenciam diretamente na dispersão de sementes, na relação da fauna e flora, temperatura, umidade, entre outros fatores (RABELLO *et al.* 2010).

Além de fragmentar e alterar o tamanho e a forma, a construção de estradas e rodovias acarreta em danos funcionais na vegetação de mangue. A deposição de poeira/fuligem do tráfego de veículos sobre as folhas afeta a regulação das trocas gasosas, comprometendo o desenvolvimento das plantas, principalmente as que estão na borda do fragmento, além de causar danos estruturais, com perdas de extensas áreas de manguezais (ADAM, 1993; CUNHA-LIGNON; MENGHINI, 2009).

As áreas de manguezais são fundamentais para a dinâmica costeira. O ecossistema também trabalha como estabilizador da costa, pois as raízes dos mangues fixam as terras. A retirada da vegetação de mangue potencializa a erosão marinha, uma vez que o manguezal contribui diretamente para o processo geomorfológico de progradação, fornecendo um mecanismo adicional de retenção e fixação de sedimentos, atuando

como armadilhas para o sedimento e servindo, também, como proteção à remoção pelo ataque das ondas (BATISTA *et al.*, 2008).

Os processos erosivos observados na Praia de Maracaípe refletem alterações provocadas no estuário ao longo das décadas e potencializadas nos últimos anos: modificações na drenagem, conversão de áreas de manguezais e restingas em coqueirais, estradas e rodovias, construções de residências, bares, pousadas e outros equipamentos que dão suporte à atividade turística na região. Vale ressaltar que essa é uma área naturalmente dinâmica (MANSO *et al.*, 2003)

A erosão costeira destruiu a estrada que dá acesso à Praia de Maracaípe, assim os motoristas estão utilizando a faixa de areia para acessar o Pontal de Maracaípe, local de maior atração turística, como a visitação aos cavalos marinhos e o passeio de jangada entre os manguezais. A dificuldade de acesso ao local pode acarretar em prejuízos, principalmente para as comunidades locais que têm na pesca, e mais recentemente no turismo, os principais meios de subsistência em Porto de Galinhas e Maracaípe. Esses processos são marcantes nas áreas que se tornam território da função turística, principalmente pela ausência de um

planejamento integrado entre os atores envolvidos, como as comunidades locais, o poder público e o setor privado (CORIOLANO, 2007).

Assim, áreas pobres, mas com rico patrimônio natural e cultural, têm se tornado alvo de investimentos turísticos de forma crescente, estabelecendo relações verticais nesses locais, relação que produz perda natural, pois não há respeito pela vocação natural do local, como também perda cultural. É a distribuição desigual dos custos ecológicos do crescimento e a deterioração da qualidade de vida (LEFF, 2006; ARAÚJO; MOURA, 2007).

O tráfego de veículos na faixa de praia em Maracáipe coloca em risco espécies de tartaruga ameaçadas de extinção, como a *Eretmochelys imbricata*, que desovam no litoral sul de Pernambuco, entre os meses de setembro e maio, com picos entre dezembro e fevereiro. Constatou-se ainda a utilização de embarcações a motor como lanchas e jet ski, no estuário, ameaçando a segurança de banhistas e a preservação do cavalo marinho, animal também ameaçado de extinção (MACHADO *et al.*, 2008).

O uso desmedido e sem controle dos sistemas estuarinos em Pernambuco foi observado em outros estudos: Silva *et al.* (2009) aplicaram listas de verificação nas margens do rio Jaboatão e constataram

o processo de degradação na área, com a presença de marinas, aterros, obras de construção de grande porte, processos erosivos, entre outros.

Silva *et al.* (2007) verificaram que o estuário do rio Itapessoca, Goiana, apresenta-se impactado apesar do aumento do manguezal. Melo *et al.* (2011) concluíram que o nível de degradação ambiental no manguezal do baixo curso do rio Capibaribe encontra-se elevado devido à falta de ordenamento no que concerne à ocupação, destarte não é um processo típico do estuário do rio Maracáipe, o que diferencia um ou outro é a função dominante, no caso em estudo, o turismo.

As consequências da falta de planejamento no uso e ocupação da terra e das atividades turísticas na região são difusas e acometem em vários níveis de intensidade o ambiente, tanto os sistemas sociais como os sistemas biológicos/naturais, comprometendo não somente a qualidade de vida mas a própria existência dos mesmos.

As construções de residências, bares, pousadas sem ordenamento impedem inclusive o livre acesso às praias, direito garantido pela Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que traz em seu Art.10: “As praias são bens públicos de uso comum do povo, sendo assegurado,

sempre, livre e franco acesso a elas e ao mar em qualquer direção e sentido” [...].

Outro direito garantido pela Constituição brasileira que não se respeita é o referido no Art. 225 que apresenta: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

As famílias que passaram a habitar os manguezais no entorno de Maracaípe e em Porto de Galinhas sobrevivem em moradias precárias, muitas delas construídas com a madeira retirada do manguezal, que também é utilizada no cozimento de alimentos, ou seja, o ecossistema sofre processos desestruturais em diversos níveis.

Outra pressão antrópica observada foi a emissão de efluentes domésticos que causa a contaminação das águas estuarinas repercutindo na balneabilidade, proliferação de vetores de doenças, a exemplo dos ratos, colocando em risco a saúde da população, pois a presença de organismos patogênicos, como o *Escherichia coli*, nos esgotos reflete diretamente no nível de saúde da população acarretando em mais consequências socioeconômicas e

desequilíbrio ambiental contrariando o direito constitucional supracitado (VON SPERLING, 1998).

As APAs têm sido um instrumento fundamental de proteção por permitir a manutenção da propriedade privada em contrapartida à falta de recursos para desapropriação das terras para criação e manutenção de Unidades de Conservação de Proteção Integral. No entanto, por ser pouco restritiva é complexo estabelecer regras no que concerne ao uso e ocupação da terra, devido à necessidade de se gerar desenvolvimento econômico e conservar o meio ambiente.

Alguns autores destacam a importância das APAs, como Sachs (2002), ao afirmar:

“[...] a biodiversidade necessita ser protegida para garantir os direitos das futuras gerações. Todavia, isso não quer dizer que a proteção deva se concretizar exclusivamente em santuários invioláveis, mesmo sabendo-se que há necessidade de uma rede de áreas protegidas como parte da gestão territorial” (p.67).

Deste modo, há necessidade de ferramentas que auxiliem o manejo e políticas mais severas para atividades que têm grande impacto sobre o ecossistema, como também aquelas que são mais pontuais, mas somando-se os efeitos cumulativos, acarretam em grande

degradação. Assim, o geoprocessamento, sensoriamento remoto aliado às listas de verificações, prestaram-se como valiosas ferramentas na avaliação das condições ambientais da Unidade de Conservação do estuário do rio Maracáipe, apresentando-se como instrumento indispensável para o seu gerenciamento.

CONCLUSÕES

- O sistema estuarino do rio Maracáipe tem sofrido, particularmente nos últimos 10 anos, um processo de degradação acentuado.

- A supressão da vegetação de mangue e de restinga ocorreram em detrimento da expansão urbana, motivada pelo incremento imobiliário e turístico no local.

- Os processos erosivos foram potencializados pela retirada da vegetação de mangue, que é estabilizadora da costa, e pelos usos e ocupações da terra em locais impróprios e legalmente protegidos, como as margens do rio e a faixa de praia.

- O índice geral de impacto no estuário foi extremo, suscitado pelo não cumprimento da legislação ambiental vigente e pela falta de planejamento urbano.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Estudos em Biogeografia e Meio Ambiente (BIOMA), ao Grupo de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO – UFPE) e à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

REFERÊNCIAS

- ABURTO-OROPEZA, O. *et al.* Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. PNAS, v. 105, n. 30, July 2008.
- ADAM, P. Saltmarsh ecology. Cambridge: Cambridge University, 1993. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=BokNrZxqlr4C&printsec=frontcover&dq=Adam,+P.+1993.+Saltmarsh+ecology.+Cambridge,+Cambridge+University>>
- ANDRADE, M. C. de. A Terra e o Homem no Nordeste. São Paulo: Editora Brasiliense, 1973.
- ALMEIDA, F. C. de ; RIBEIRO, A. S. . A Esfera Pública e a Devastação dos Manguezais Aracajuanos, Sergipe, Brasil. Rede. revista eletrônica do Prodema, v. 1, p. 23-41, 2009.
- ARAÚJO, L. M.; MOURA, F. B. P. A Expansão do Turismo na zona Costeira Nordestina: crescimento econômico, degradação ambiental e erosão cultural. In: Luzia Neide M. T. Coriolano; Fábio Perdigão Vasconcelos. (Org.). O Turismo e a Relação Sociedade-

- Natureza. Fortaleza: EdUECE, 2007, v. único, p. 94-114.
- AZEVEDO, E. C. de; MANGABEIRA, J. A. de C. Mapeamento de Uso das Terras Utilizando Processamento Digital de Imagem de Sensoriamento Remoto. Comunicado Técnico 7 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campinas-SP. ISSN 1415-2118. dez/2001.
- BARBOSA, F. G. Estrutura e análise espaço temporal da vegetação do manguezal do Pina, Recife-PE: subsídios para manejo, monitoramento e conservação. 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife.
- BARROS, N. C. C; de. Manual de Geografia do Turismo: meio ambiente, cultura e paisagens. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1998.
- BARROS, A. P. de ; SILVEIRA, K. A. A Produção do Espaço Rural-Urbano e seus Rebatimentos nos Conflitos Socioambientais na Área de Suape, Pernambuco – Brasil. CADERNOS CERU, série 2, v. 21, n. 1, jun/2010.
- BATISTA, E. M.; SOUZA, W. M.; SILVEIRA, O. F. M. S. Avaliação de Áreas Depositionais e Erosivas em Cabos Lamosos da Zona Costeira Amazônica através da Análise Multitemporal de Imagens de Sensores Remotos. Revista Brasileira de Geofísica, v. 27, Supl. 1, p. 83-96, 2009.
- BHAVNA, B. ; GEETA, P. Avian community structure and diversity in two intensively mono-cultivated agricultural fields. Biodiversity. v. 12, n. 1, p. 28–37, Marc/2011.
- BRANDÃO, I. M.; GUIMARÃES, A. S.; TRAVASSOS, P. E. P. Ecologia de paisagem: uma análise multi-temporal dos manguezais urbanos do Complexo de Salgadinho, Olinda/PE. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009. Natal. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Natal: INPE, 2009. 4576 p.
- BRASIL. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § Iº, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e da outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2000.
- _____. Lei Nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e da outras providências. Disponível em: <www.planalto.gov.br/c.civil>. Acesso em: 20/02/2009.
- CITTIES ALLIANCE. Estratégia de desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife – 2003/2015. Recife: CITTIES ALLIANCE, 2002. 127p. Disponível em: <<http://www.citiesalliance.org/citiesalliancehomepage.nsf/Attachments/BrazReciAt1/>>. Acesso em: 30/09/2010.
- COELHO, P. A. & TORRES, M. F. A.. Áreas Estuarinas de Pernambuco. Trab. Oceanográfico. Universidade Federal de Pernambuco. p. 67 – 80, 1982.
- CORIOLOANO, L. M. N. T. Turismo e Meio ambiente: interfaces e perspectivas. In: Luzia Neide M. T. Coriolano; Fábio Perdigão Vasconcelos. (Org.). O Turismo e a Relação Sociedade- Natureza. Fortaleza: EdUECE, v. único, p. 19-56, 2007,
- CUNHA-LIGNON ,M.; MENGHINI ,R. P. Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management 9(1):79-91 (2009). Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI-125_Cunha-Lignon.pdf> Acesso em: 22/10/2010

- DIAS, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 2004.
- DIEGUES, A. C. S. Human Populations and coastal wetlands: conservation and management. In :Brazil: Ocean And Coastal Management, n. 42, p. 187-210, 1999.
- ERDAS IMAGINE. Erdas Field Guide: manual Erdas Imagine 10. Atlanta: Erdas, 2010.
- FALCÃO, V. ; SILVEIRA, R. B. . Turismo ameaça cavalo-marinho. Jornal do Comércio, Recife, Caderno Cidades, p. 6, 07 de novembro de 2010.
- HERZ, R. Manguezais do Brasil. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. 227 p.
- INPE. Tutorial SPRING: Geoprocessamento: classificação de imagens. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>> Acesso em: 13/09/2012.
- INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, SOCIEDADE INTERNACIONAL PARA ECOSISTEMAS DE MANGUEZAL. Estudos das Áreas de Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação nas áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Fortaleza, UFC, nov/2005.
- KIENER, A. Les mangroves du globe: Aspects écologiques, biocénétiques et physiologiques particuliers, mise en valeur. Bulletin de Muséum National D'Histoire Naturelle. Série 3, n. 164, mai/jun 1973.
- KJERFVE, B.; LACERDA, L. A. Mangroves of Brazil. In: LACERDA, L.D.; FIELD, C.D. (ed.) Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forests in Latin America and Africa Regions. Part I. Latin America. ITTO/ISME, Okinawa, 1993. p. 245-272.
- LEFF, E. Epistemologia Ambiental. São Paulo: Cortez, 2006.
- MACHADO, A. B. M; DRUMMOND, G. M. & PAGLIA, A. P. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 2008, 1420 p. 1.ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008.
- MACIEL, N.C., 1991. Alguns aspectos da ecologia do manguezal.. In: CPRH,1991. Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste. Recife, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração do Recursos Hídricos. Série Publicações Técnicas, n. 3, 9-37.
- MANSO, V. A. V. ; CORRÊA, I. C. E. ; GUERRA, N. C. Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos Litoral Sul de Pernambuco. Revista Brasileira de Geociências, v. 2, p. 17-25, 2003.
- MEIRELES, A. J. A. Análise dos impactos ambientais originados pelas atividades de carcinocultura na área de influência direta da comunidade indígena Tremembé – Distrito de Almofala – Itarema/CE. UFC, Fortaleza, 38 p. 2004. (Parecer Técnico).
- MELO, J. G. S. ; OLIVEIRA, T. H. ; SILVA, C. A. V. ; TORRES, M. F. A. ; GALVINCIO, J. D. ; SILVA, H. A. Análise espaço temporal do manguezal do baixo curso do rio Capibaribe, Recife-PE: uma contribuição para o gerenciamento ambiental. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011. Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba: INPE, 2011. 6593 p.

MENDONÇA, L. C. de. A Invenção de Porto de Galinhas: história, empreendedorismo e turismo. Recife: Persona, 2004.

MONTEIRO, L. H. ;UCHOA G. M. e S; MAIA, L. P.; SILVA L. F. F. da; LACERDA L. D. de. Evolução das Áreas de Manguezal do Litoral Nordeste Brasileiro entre 1978 e 2004. Disponível em: <<http://www.abccam.com.br/download/Evolu%20da%20E1reas%20de%20Manguezal.pdf>> Acesso em: 22/10/2010.

NOVA, F. V. P. V. ; ALLGAYER, M. ; CAMPOS, H. L. Práticas Contraditórias entre a Legislação Ambiental e o Turismo no Estuário do Rio Maracaípe: estudo de caso. In: Arminda Saconi Messias; Marcos Roberto Nunes Costa. (Org.). Gestão Integrada de Ambientes Costeiros e Impactos Ambientais. 1 ed. Recife: UNICAP, 2009, v. 1, p. 223-230.

OLIVEIRA, J.S.S. ; OLIVEIRA, T. H. ; TORRES, M. F. A. Análise Temporal da Vegetação de Mangue no Estuário dos rios Pirapama e Jaboatão-PE, através da utilização de imagens de satélite e fotografias aéreas. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - A Geografia Física Aplicada e as Dinâmicas de Apropriação da Natureza, 2009, Viçosa. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada-A Geografia Física Aplicada e as Dinâmicas de Apropriação da Natureza. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2009. v. 1. p. 41-41.

PERNAMBUCO. Lei N° 13.787, de 08 de junho de 2009. Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza – SEUC. Publicado no DOE de 09/06/09.

PORTO – GONÇALVES, C. W. A Globalização da Natureza e a Natureza

da Globalização. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

QUARTAROLI, C. F. Classificação de Imagens de Sensoriamento Remoto: tutorial básico. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006.50p.: II (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 56) ISSN 1806-3322.

RABELLO, A. ; RAMOS, F. N. ; HASUI, É. Efeito do tamanho do fragmento na dispersão de sementes de Copaiba (*Copaifera langsdorffii* Delf.). Biota Neotropica (Edição em Português. Online), v. 10, p. 47-54, 2010

SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. p. 67

SAMPAIO, Y. ALCÂNTARA, R. SAMPAIO, E. Ação Antrópica e Biodiversidade: O índice de Pressão Antrópica em Pernambuco. In: Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. Recife: SISNAMA, FUNDAJ, Editora Massangana, 2002. p. 697-705

SANTANA, N. M. G.; GALVÍNCIO, J. D.; TORRES, M. F. A.; PASSOS, P. F.; SILVA, C. A. V.; SILVA, H. A.; CAVALCANTI, E. R. A.; TEIXEIRA, J. L.; PAZ, D. M.; SILVA, J. B.; LIRA, D. R. Distribuição Espaço Temporal do Ecossistema Manguezal no Estuário do Rio Itapessoca-Goiana / PE. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011. Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba: INPE, 2011. 6826 p.

SÁNCHEZ, L. H. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SCHAFFER-NOVELLI, Yara. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. Caribbean Ecological Research. São Paulo, 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Grupo de Ecossistemas: Manguezal, Marisma e Apicum. São Paulo: Brasil, 2002. 119 p.

SETUR. O Plano Estratégico do Turismo de Pernambuco 2008 – 2020. Disponível em:<<http://www2.setur.pe.gov.br/web/setur/home>> Acesso em: 21/10/2010.

SILVA, J. B.; PEREIRA, E. C. G. & TORRES, M. F. A. T. Reconhecimento de Impactos Ambientais por Comunidades Pesqueiras no Estuário do Rio Itapessoca PE/Brasil. In: Alcindo José de Sá; Antônio Carlos de Barros Corrêa. (Org.). Regionalização e Análise Regional. 1 ed. Recife: Universitária, v. 01, p. 125-138, 2007.

SILVA, J. S.; OLIVEIRA, T. H.; TORRES, M. F. A. Utilização de imagens aéreas na análise temporal de ambientes impactados: Estudo de caso - Física Aplicada, 2009, Viçosa-MG. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009.

TOMMASI, L. R. Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo, CETESB/Terragraph, Artes e Informática, 1994.

VANNUCCI, M. Os Manguezais e nós: Uma Síntese de Percepções. Tradução de

Estuário do rio Jaboatão - Pernambuco – Brasil. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009. Natal. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Natal: INPE, 2009. 6263 p.

SILVA, J. B. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Ecossistema Manguezal em Pernambuco. 2012, 188 f. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2012.

SOARES, I. A. ; OLIVEIRA, J. E. L. ; CANDIDO, G. A. . Diagnóstico ambiental das áreas de preservação permanente localizadas no estuário do Rio Ceará-Mirim/RN com o uso de um sistema de indicadores ambientais. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia

Denise Navas Pereira. São Paulo: Edusp, 1999.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2 ed. 1998.