



## Variação e Modelo de Tendência da Linha de Costa da Praia do Icarai, Caucaia, Ceará, Brasil

Marisa Ribeiro Moura de ABREU<sup>1</sup>, Isabelly Maria Maia FERRO<sup>2</sup>,  
João Capistrano de ABREU NETO<sup>3</sup>

**RESUMO:** As praias são ambientes conhecidos por serem instáveis e, de maneira econômica, representarem áreas de ampla diversidade em atividades antrópicas. Apesar disso, é notório que essas atividades sobre os ecossistemas na zona de interação continente-oceano estejam tornando-o um espaço de grande tensão ambiental. Nesse contexto, o objetivo da presente pesquisa é caracterizar a variação do comportamento da linha de costa, na praia do Icarai, no município de Caucaia, Ceará, e fazer um modelo de tendência dessa linha para os próximos dez anos. Para este estudo foram aplicados métodos diretos e indiretos com uso de GPS, softwares específicos, imagens de satélite e práticas de campo, com os quais se identificou os processos erosivos atuantes na área no período de 2004 a 2014. A evolução populacional e urbana da praia se deu de forma intensa, modificando a paisagem costeira nas últimas décadas, gerando um desordenamento do espaço e ausência de políticas públicas que priorizassem a gestão ambiental da área. Com os resultados observou-se que houve o recuo da linha de costa com taxa de -0,95 m/ano, totalizando um recuo médio da linha de costa de -9,5 m nos últimos 10 anos. O mar tem alterado a paisagem através de constantes eventos de ondas e maré de sizígia, as quais têm alcançado as edificações construídas à beira-mar, destruindo-as. O modelo de tendência gerado pelo software DSAS em conjunto com os dados coletados em campo mostrou que a praia tende a recuar neste período aproximadamente 10 m, podendo este número ser ampliado, caso as autoridades não se mobilizem para a proteção desta costa. A ocupação crescente dos ecossistemas vem acarretando não somente em impactos que sobrecarregam os recursos, mas também no aumento dos processos erosivos devido à diminuição do suprimento sedimentar da área.

**Palavras Chave:** costa; processos erosivos; praia do Icarai.

**Abstract:** *Beaches are known to be unstable environments and economically, represent areas of wide diversity in human activities. Despite this, it is clear that these activities on ecosystems in the continent-ocean interaction zone are making it a major environmental*

<sup>1</sup> Instituto Federal e Tecnológico do Rio Grande do Norte, IFRN – Campus Pau dos Ferros

<sup>2</sup> Pós-graduação em Geologia – Universidade Federal de Pernambuco

<sup>3</sup> Pós-graduação em Geologia – Universidade Federal do Ceará

Autor para correspondência: Marisa Ribeiro Moura de Abreu

Instituto Federal e Tecnológico do Rio Grande do Norte, IFRN – Campus Pau dos Ferros. BR 405, KM 154, Bairro Chico Cajá, Pau dos Ferros/RN, CEP 59900-000. Email: [marisa.moura@ifrn.edu.br](mailto:marisa.moura@ifrn.edu.br)

Recebido durante o XXVI SGNE 2015 / Aceito em 20 de Janeiro de 2017.

*stress space. In this context, the aim of this research is to characterize the variation of the shoreline behavior, on the beach of Icaraí, in the municipality of Caucaia, Ceará, and make a trend model that line for the next ten years. For this study were applied direct and indirect methods with GPS use, specific software, satellite images and field practices, which identified the erosion processes in the area from 2004 to 2014. The population and urban development of the beach occurred in a intense way by modifying the coastal landscape in recent decades, generating a disordering of space and lack of public policies that prioritize environmental management of the area. With the results it was observed that there was the retreat of the coastline with a rate of  $-0.95$  m / year, totalizing an average retreat of the coastline of  $-9.5$  m in the last 10 years. The sea has changed the landscape through constant events waves and spring tide, which have reached the buildings built by the sea, destroying them. The trend model generated by DSAS software together with the data collected in the field showed that the beach tends to retreat in this period about 10 m, this number may be extended if the authorities did not mobilize to protect this coast. The growing occupation of ecosystems is resulting not only impacts that overwhelm the resources, but also in increased erosion due to decreased sediment supply area.*

**Keywords:** Coast Line; Erosion; Beach of Icaraí.

## 1. INTRODUÇÃO

O litoral constitui um ambiente natural de extrema complexidade e sensibilidade, tanto nos aspectos físicos e biológicos, como nos socioeconômicos (MOURA, 2012). Um problema de caráter mais global, associado a todos os fatores de destruição das praias é a tendência destas sofrer com a erosão costeira.

A erosão é a remoção dos sedimentos dos ambientes costeiros pela ação dos elementos que o condicionam (ondas, correntes de marés, correntes da deriva litorânea ou vento). O processo é acelerado quando ocorre um déficit no aporte sedimentar em relação à taxa de remoção de sedimentos, fato verificado, sobretudo por interferência das atividades humanas inadequadas no ambiente, como, por exemplo, quando se verifica o efeito de represamento ou da construção de espigões interceptando a deriva litorânea (SUGUIO, 1992).

De acordo com Oliveira *et al.* (2005), foi a partir da década de 70 que iniciou-se a ocupação desordenada da faixa praial, campo de dunas e falésias,

da praia de Iparana e Pacheco, setor a montante da área em análise, provocando diferenças na morfodinâmica e hidrodinâmica, acarretando assim no início dos processos erosivos, atribuídos ao recuo da linha de costa, o desmantelamento das dunas, escavações nas falésias e do avanço do mar. Muros residenciais, barracas, restaurantes e estruturas de proteção foram destruídos devido a ação das ondas, que por sua vez, ocasionou o surgimento de riscos sazonais e/ou temporários (correntes e cavas, ondas altas, rochas submersas, dentre outros); períodos de preamares, *beachrocks*, plataforma de abrasão, correntes de retorno provocaram acentuada erosão na área (MORAIS, 1996).

A aplicação do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento nos estudos sobre a análise e (re)ordenamento do solo, caracterização física, processos de uso e ocupação do espaço, utilização os recursos naturais, e em outros temas passou a ser uma

importante ferramenta de geração de dados para a análise socioambiental (NOVO, 1995).

No entanto, com o aumento dos problemas ambientais e a crescente inquietação dos mais diversos profissionais como Novo (1995), Norman *et al.* (1990) e Câmara *et al.* (1998) - principalmente os da área das Ciências da Terra - em solucionar ou mitigar tais problemas, novas tecnologias têm surgido com a intenção de auxiliar e aperfeiçoar os estudos realizados. Nesse sentido, o Geoprocessamento surge como ferramenta de fundamental importância no que diz respeito à análise de unidades espaciais, onde aqui daremos foco à linha de costa da zona costeira.

A utilização do Geoprocessamento neste trabalho consiste em apresentar a

possibilidade de obter dados espaciais, sem necessariamente a catalogação ou levantamento em campo mensal. Logo, o Geoprocessamento é muito utilizado para realizar um gerenciamento mais eficaz em conjunto com os trabalhos de campo. Porém, ao passo que é possível fazer levantamento *in loco* com coleta de informações georreferenciadas, o SIG será usado, o que vem aperfeiçoar as informações já levantadas com vistas na melhoria desses dados futuramente.

A praia do Icaraí está localizada no município de Caucaia (Figura 1), a aproximadamente 25km da capital cearense. O objetivo desse trabalho foi caracterizar a evolução dos processos erosivos na praia do Icaraí através de softwares como ArcGis 9.3 e de extensões, como o DSAS 4.2 e atividades de campo na área *in loco*.



Figura 1: Área de estudo, praia do Icaraí, Caucaia, litoral oeste do Ceará.

## 2. METODOLOGIA

Os estudos que pode gerar resultados com relação à caracterização dos processos erosivos são efetuados por meio de dois métodos propostos por Souza *et al.* (2005) e Mallmann (2008),

sendo estes diretos (é o clássico monitoramento das praias através do levantamento de perfis topográficos, que inclui a caracterização morfológica da praia, análises sedimentológicas e a



integração com dados meteorológicos e oceanográficos e indiretos (é feito o cálculo de taxas de retração ou retrogradação da linha de costa em metros/ano baseado em análises de fotografias aéreas, imagens de satélite e mapas topográficos e batimétricos antigos e atuais). A presente pesquisa utilizou-se de métodos diretos com a realização de perfis topográficos e coletas sedimentológicas nas três zonas da praia na área e métodos indiretos, com o auxílio de imagens digitais dos satélites Landsat 7 ETM+ dos anos de 2007, 2009 e 2014 e QUICKBIRD dos anos de 2004 e 2009, georreferenciadas no Datum SIRGAS 2000 zona 24 Sul. Utilizando o software ArcGIS 9.3 e sua extensão, o *Digital shoreline analysis system* (DSAS 4.2). As imagens foram integradas e georreferenciadas na busca de avaliar o recuo da linha de costa e gerar informações sobre a evolução da erosão da área.

O DSAS trabalha gerando transectos ortogonais a uma linha de base determinada pelo operador em um espaçamento definido e calcula as taxas de mudanças através de métodos estatísticos distintos utilizando o tratamento de dados através do método de regressão linear (LRR). Foram gerados e enumerados 100 transectos perpendiculares com comprimento de 100 m e espaçados 300 metros paralelamente a partir de uma linha de base onshore.

O método LRR calcula as taxas de recuo de linha de costa através de regressão linear simples, considerando para tal os desvios existentes ao longo de cada linha de costa. Este é um método que utiliza conceitos estatísticos, onde todos os transectos são considerados para efeito de cálculo, cujos valores negativos apresentados representam as

áreas onde pôde ser constatado índices de erosão, enquanto que os positivos expressam as tendências de deposição na área.

A posição da linha de costa empregada para definir o limite desta na pesquisa coincide com a variação de tonalidade das areias da praia, as quais delimitam a transição da zona de estirâncio, ambiente “molhado e escurecido”, para a zona de pós-praia, ambiente “seco e claro”, ou seja, coincide com o limite alcançado pela preamar de sizígia.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A praia do Icaraí possui 4 km de extensão, limitada pelas praias do Pacheco (montante) e Tabuba (jusante), onde foram marcados dois pontos de monitoramento onde foram realizados perfis de praia e coletas sedimentológicas. Verificou-se uma extensão de aproximadamente 120 m e 140 m em 2004-2006, e 110 m e 132 m em 2010-2011, com inclinação aproximada de 6°, indo desde a pós-praia até a antepraia (MOURA, 2012) (Figura 2).

Os impactos advindos da erosão costeira são mais visualmente perceptíveis nesta praia que caracterizou-se por sedimentos médios nas zonas de pós-praia e estirâncio e fino a muito fino na zona de antepraia (Figura 3). Ambos foram caracterizados por sedimentos médios a grossos nas zonas de pós-praia e estirâncio e de sedimentos finos a muito finos na zona de antepraia. A atual pós-praia é fortemente ocupada por casas de veraneio e hotéis com estruturas de proteção (MOURA, 2012).

Seus estágios modais variaram de terraço de baixa-mar no primeiro semestre do ano e dissipativa durante os dois semestres do ano. O estado dissipativo foi caracterizado por

apresentar grande ocorrência de energia, provocando a formação de ondas, apresentando mais de uma zona de arrebatção. O perfil praiado é suave, com a presença de sedimentos finos. A pós-praia é plana, ocorrendo elevado estoque de areia na zona de surfe. Ocorrem canais na antepraia com forte energia associada, tornando-os muito perigosos para a balneabilidade da praia, já que a corrente tende a levar o banhista para a zona de arrebatção (MOURA, 2012).

Com relação aos usos encontrados na área em apreço, identificaram-se atividades como residências, onde os moradores passaram a utilizar o espaço para lazer, esportes (caminhada e corrida) e recreação de fim de tarde; práticas de surf; usuários de final de semana e feriados (veraneio); além de restaurantes, barracas e bares. Todas estas estruturas teriam intensificado os processos erosivos na área, pois se localizam na zona de pós-praia, feições de berma, ambientes

de dunas frontais e desembocadura de rio a jusante, o que influencia no suprimento sedimentar da praia.

Nos estudos de Moura et al. (2005) existiam cerca de quatorze barracas construídas após a feição do berma que, nesse período de monitoramento, foram sendo destruídas a cada maré de sizígia mais intensa na área, restando apenas quatro no ano de 2011, pois as mesmas foram recolocadas no espaço da Avenida Litorânea.

Não havendo mais como proteger da ação erosiva as barracas e as demais construções (residências, muros, escadas, casas de veraneio, estruturas de proteção, etc.), que se localizavam próximas a linha de costa, houve a retirada de determinadas infraestruturas urbanas de um trecho da faixa de praia, no ano de 2010 para a construção de um *bagwall* no ambiente de maior intensidade dos processos erosivos da área, com a finalidade de proteger as

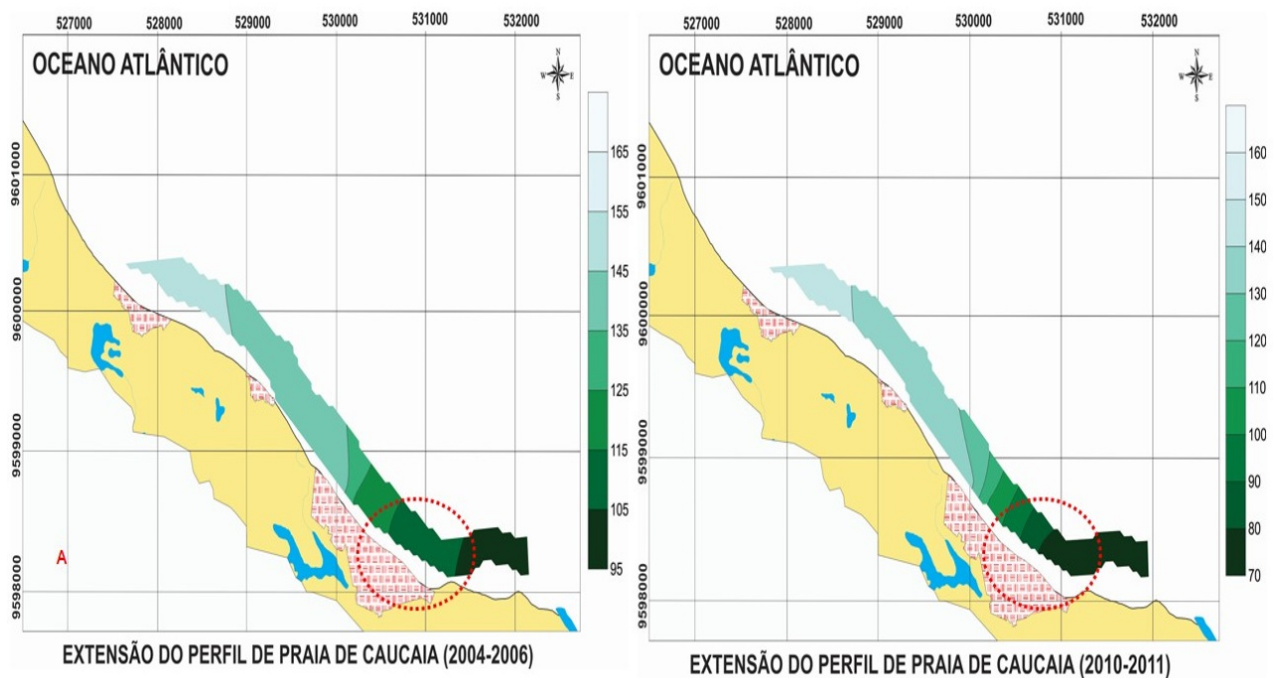


Figura 2A/B: As figuras representam a variação da extensão dos perfis de praia, onde podem ser verificado que houve um recuo da linha de costa entre 2004-2006 (A) e 2010-2011 (B). Fonte: Moura (2012).

construções mais próximas da orla, assim como diminuir a alta energia da dinâmica costeira da área, diminuindo assim a incidência dos processos erosivos (Figura 4).

O muro de proteção de estilo *bagwall* caracteriza-se por grandes blocos de pedra em forma de degraus, que os engenheiros especializados em erosão marinha chamam de “dispersores de energia das ondas”, fixados na rocha com auxílio de concreto. O *bagwall* construído na praia do Icaraí possui uma extensão de aproximadamente 1,5 km localizado paralelo a linha d'água e junto a dinâmica de espraiamento de onda em certos trechos da mesma.

Faz-se necessária uma análise mais detalhada para identificar qual o tipo de obra mais adequada para auxiliar a diminuição dos processos erosivos na área, já que a construção do *bagwall* não apresentou o resultado totalmente esperado, agravando em certos trechos da praia a erosão costeira.

Verificou-se que, através do

programa DSAS 4.2, houve o recuo da linha de costa nos ambientes mais próximos à construção do *bagwall*, com taxa de  $-0,95$  m/ano, totalizando um recuo médio de  $-9,5$ m nos últimos 10 anos (Figura 5). O mar modificando a paisagem através de constantes eventos de ondas e maré de sizígia, que têm alcançado as edificações construídas à beira-mar, destruindo-as.

Com a análise das atividades realizadas em campo corroborando com o modelo de tendência gerado pelo DSAS 4.2 produziu-se a projeção da linha de costa para os próximos dez anos, baseado nos dados que foram levantados, mostrando que a praia tende a recuar neste período de aproximadamente 10 m, nos trechos inseridos do *bagwall*, podendo este número ser ampliado nas áreas onde os processos erosivos se intensificaram, por estarem fora do trecho da obra construída na orla, caso as autoridades não se mobilizem para a proteção da costa.

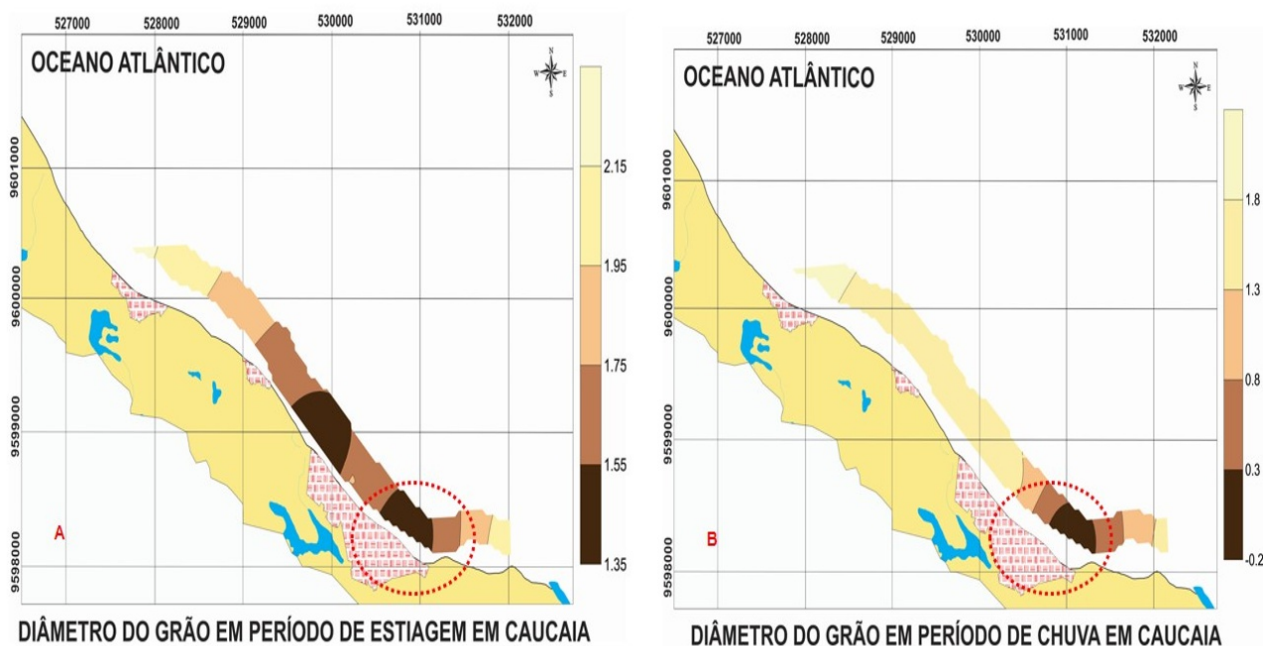


Figura 3A/B: As figuras representam a variação do diâmetro do sedimento no período chuvoso (A) e de estiagem (B), ambos monitorados durante a pesquisa realizadas. Fonte: Moura (2012).





Figura 4: Mosaico de fotografias que apresentam as mudanças ocorridas na praia do Icaraí entre os anos de 2004 e 2012. Fonte: Moura (2012).

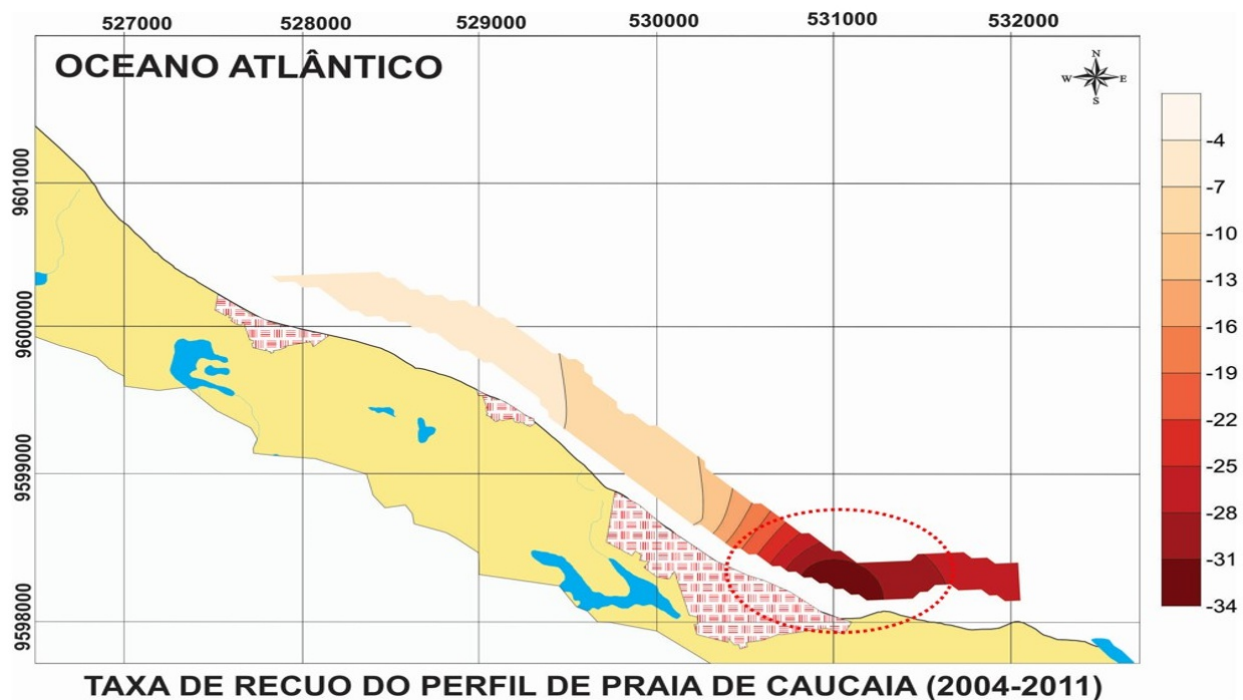


Figura 5: Apresenta o recuo da linha de costa na praia do Icaraí entre o período de 2004 a 2012. Fonte: Moura (2012).

A ocupação crescente dos ecossistemas vem acarretando não somente em impactos que sobrecarregam os recursos, mas também na capacidade de suporte da área aos processos erosivos devido à diminuição do seu suprimento sedimentar.

#### 4. CONCLUSÃO

A linha de costa analisada, por se localizar numa região de intensa densidade urbana, apresentou-se quase que em sua totalidade ocupada por construções em ambientes de pós-praia e feições de berma, utilizadas principalmente para veraneio, área de lazer, residências e turismo.

Em relação à dinâmica costeira a qual a área é submetida, vem sofrendo as fortes pressões das diversas atividades humanas, tendo em destaque o turismo e a urbanização, que alteram de forma significativa a circulação dos elementos do sistema, aumentando a tendência de recuo da linha de costa, devido o uso inadequado da planície litorânea, bem como a ocupação da feição de berma e dunas, que alteram o suporte sedimentar do local.

Verificou-se que, os processos erosivos que atuam na praia do Icaraí foram observados em toda sua extensão e, em certos meses monitorados, apresentou-se de forma mais intensa em trechos próximos ao *bagwall* construído na área, sendo verificada a destruição do mesmo em pontos específicos da obra.

O modelo de tendência gerado da projeção da linha de costa para os próximos dez anos mostrou que a praia tende a recuar neste período aproximadamente 10m, nos trechos inseridos do *bagwall* podendo este número ser ampliado nas áreas onde os processos erosivos se intensificaram, por estarem fora do trecho da obra construída

na orla, caso as autoridades não se mobilizem para a proteção desta costa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. Princípios Básicos em Geoprocessamento in: ASSAD. E.D. Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na agricultura. Editado por Eduardo Delgado Assad; Edson Eyji Sano – 2ª ed., rev. e ampl. – Brasília: EMBRAPA – SPI/ EMBRAPA – CPAC, 1998.
- MALLMAN, D.L.B. Vulnerabilidade do litoral Sul de Pernambuco à erosão. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- MORAIS, J.O. Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras. Revista de Geologia da UFC, Fortaleza-CE, v.9, p 191-242, 1996.
- MOURA, M.R.; OLIVEIRA, G.G. de; MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S. Análise da variação morfológica associada ao risco de banho de mar na praia de Icaraí, Caucaia-Ceará. In: I Encontro Nacional de Geografia e Sustentabilidade - ENGS2005, Fortaleza. Conflitos sociais e desafios ambientais no semi-árido. Fortaleza: ED UECE, 2005.
- MOURA, M.R.; OLIVEIRA, G.G.; MORAIS, J.O. Tendências de erosão da linha de costa do município de Caucaia-Ceará, associada às mudanças na morfodinâmica praial. IV Seminário do Dia do Geógrafo, UECE/MAG, Fortaleza-CE, 9p., 2007.
- MOURA, M.R. Processos costeiros e evolução da ocupação nas praias do litoral oeste de Aquiraz, Ceará entre 1970-2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.
- MOURA, M.R. Dinâmica Costeira e Vulnerabilidade à Erosão do Litoral



- dos Municípios de Caucaia e Aquiraz, Ceará. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, 2012.
- NORDMAN, M.E.; WOOD, L.; MICHALEK, J.L.; CHRISTY, J.J. Water depth extraction from Landsat- 5 imagery. "Proceedings of the Twenty-third International Symposium on Remote Sensing of Environment", 1990.
- NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações. Editora Edgard Blucher LTDA. 2ª edição. 2ª reimpressão, 1995.
- OLIVEIRA, G. G. de; MOURA, M. R.; MORAIS, J. O. de; PINHEIRO, L.S. Morfodinâmica Praial e suas Implicações no Surgimento de Riscos no Uso das Praias de Iparana e Pacheco, Caucaia - Ceará. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2005, Vitória, 2005.
- SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (Ed.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.
- SUGUIO, K. Dicionário de Geologia Marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992. (Biblioteca de Ciências Naturais; v.15).