
O USO DAS TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DE MACAPÁ NO LITORAL DO PIAUÍ

INESSA RACINE GOMES DE ARAÚJO 1
RAYLANE RODRIGUES DA SILVA 2
VALDIRA DE CALDAS BRITO VIEIRA 3
ÉRICO RODRIGUES GOMES 4

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
inessa.geoprocessamento@gmail.com 1, raylane.rsilva@outlook.com 2, valdirabrito@ifpi.edu.br 3
ericorg66@gmail.com 4

RESUMO - A planície costeira do estado do Piauí tem passado por diversas intervenções em função das atividades naturais e humanas. A zona costeira representa uma unidade de paisagem que mesmo sem apresentar grande ocupação já apresenta indicativos ambientais no que se refere a erosão costeira. O estudo do processo erosivo na praia de Macapá resultou da análise temporal realizada no período de 30 anos (1985 a 2015) através de séries históricas multitemporais e dados de sensores remotos. Os resultados obtidos indicam que há uma tendência generalizada no processo de avanço das águas oceânicas sobre a linha da costa na praia de Macapá e que está relacionado com a dinâmica costeira e também com o fato de que neste local há intensa carga de sedimentos oriundos do continente, através do trabalho de deposição e transporte dos rios Cardoso e Camurupim, que deságuam no oceano em forma de estuário.

ABSTRACT - The coastal plain of the state of Piauí has been through a number of interventions in terms of natural and human activities. The coastal area is a landscape display unit even without large occupation already presents environmental indicative as regards coastal erosion. The study of erosion on the beach in Macapá resulted from the temporal analysis in the 30-year period (1985-2015) through multi-temporal data, historical data from remote. The results indicate that there is a general trend in the process of advancement of ocean waters on the shoreline at the beach of Macapa and that is related to coastal dynamics and also with the fact that this site is heavy load of sediment coming from the continent through the deposition of work and transport of rivers Cardoso and Camurupim, which flow into the ocean in the form of estuary.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira compõe uma porção do território de extrema importância para a maioria dos países costeiros de forma geral, e há, por conseguinte, preocupações com o futuro dessa área, pautada principalmente no estado dos recursos naturais que a compõe e que são o suporte de vida e de oportunidades de desenvolvimento econômico para as sociedades costeiras (CLARK, 1994). São áreas constituídas por uma variedade de feições geomorfológica, neste contexto estão inseridos os campos dunares, restingas, lagoas costeiras, praias, esporões arenosos, planície de marés, planície deltaica e rochas praias, proporcionados pela interface continente-oceano-atmosfera que apresentam um equilíbrio dinâmico, porém as atividades antrópicas vem ocupando as regiões costeiras, de forma intensiva e desordenada, afetando assim a dinâmica natural desses ecossistemas, não só impactos antrópicos, também os processos costeiros naturais. Conforme demonstrado através de diversos indicadores ambientais, como a erosão/deposição costeira sobre a linha de costa, clima e mudanças do nível do mar.

Conforme destacado por Paula (2013, p.15):

A zona costeira em questão, como todas as outras, está submetida aos processos dinâmicos que são compostos pelas ações dos agentes de transporte, erosão e deposição, tendo como causas originais a variação do nível do mar (relacionada diretamente com as variações climáticas), a

corrente de deriva litorânea, a influência das marés, o comportamento climático, a ação eólica e, principalmente, a ação antrópica. Este último é vetor que muito influencia na configuração da zona costeira de forma geral, e na morfologia praial, visto que a susceptibilidade desse ambiente à ação humana é relativamente elevada.

Para Bigarella (1985), através de uma visão integrada da problemática da erosão menciona os aspectos hidrológicos e mecânicos, bem como processos e formas da erosão. Dentre as generalidades enumeradas, analisa as condições climáticas, os agentes geológicos, a movimentação hídrica, entre outros, pois são agentes que influenciam diretamente no processo erosivo.

Atualmente as alterações espaciais da linha de costa constituem-se um problema sério em todo o mundo. A erosão costeira é um fenômeno frequente e quanto mais o litoral é ocupado, mais se acentua o problema, devido ao aumento do valor econômico das regiões costeiras e da forma que assume o desenvolvimento. Este fenômeno, pela complexidade das interações entre os diversos fatores naturais e antrópicos, tem sido nos últimos tempos um maior relevo das planificações das atividades de desenvolvimento e principalmente de ordenação da zona costeira, já que a própria obra pode ser afetada por estes fatores ou provocar a intensificação da erosão e gerar perdas para outros setores da costa adjacente (FARIAS, 2008 apud MAIA, 2005). E a zona costeira da região do nordeste do Brasil se enquadra dentro desse contexto (FARIAS, 2008 apud DOMINGUEZ, 2007).

Conforme destacado por Paula (2013), no qual refere-se que o litoral do Piauí, cerca de 66km, merece destaque pela importância socioeconômica e ambiental que representa principalmente para o estado do Piauí. Outro fato que denota sua relevância é a diversidade de ambientes e sistemas naturais que ali se encontram e que subsidiaram, nas últimas décadas, a execução de atividades sociais e econômicas importantes, como, a pesca artesanal, a extração mineral de sal, a aquicultura, a urbanização, o turismo, entre outros.

Para a conservação e preservação do ambiente costeiro é necessária a compreensão da sua dinâmica sedimentar e dos mecanismos naturais e antrópicos que causam a erosão costeira. Segundo Souza et al., (2005), os estudos de morfodinâmica, circulação costeira e erosão podem ser diretamente aplicados na mitigação e no controle de erosão costeira, em zoneamentos ecológico-econômicos ou ambientais, bem como subsidiar políticas públicas por meio de medidas e normas disciplinadoras visando o planejamento territorial e gerenciamento costeiro integrado.

Amaro et al., (2012) citado por Ximenes et al., (2013) destacou que o uso do SIG – Sistema de Informação Geográfica permite vetorizar, integrar e analisar, num meio digital, os dados multitemporais da linha de costa para análise da evolução costeira. Além disso, permite fornecer grande quantidade de informações acerca dos registros de uso do ambiente costeiro.

Neste contexto, o presente trabalho visa aplicar as técnicas de geoprocessamento para fazer uma análise multitemporal da praia de Macapá, no litoral do estado do Piauí, que nos últimos anos vem ocorrendo intensas modificações, onde já ocorreram perdas de solos, espécies da fauna e flora, casas, bares e restaurantes por conta dos processos costeiros. Utilizando dados multitemporais, através de imagens de sensores remotos em um intervalo de 30 anos (1985 a 2015). Fez-se necessário a realização desse visando ampliar os conhecimentos acerca do litoral do estado do Piauí e contribuir para a projeção e antecipação do comportamento dos processos costeiros, associados tanto ao meio antrópico quanto ao meio natural.

2 METODOLOGIA DO TRABALHO

2.1 Área de estudo

O município de Luís Correia, Piauí, pertence ao baixo Parnaíba Piauiense e limita-se ao Norte com o oceano Atlântico, a Leste com o estado do Ceará, ao Sul com o município de Cocal, e a Oeste com o município de Bom Princípio do Piauí, localizado a 2° 52' 42" de latitude Sul e 41° 40' 12" de longitude Oeste.

A área estudada foi a praia de Macapá (Figura 1), pertence à Área de Proteção Ambiental do delta do rio Parnaíba. Esta Área de Proteção Ambiental é uma Unidade de Conservação administrada pelo IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, que busca proteger o ecossistema costeiro formado dunas e mangues da região, se estendendo pelos estados do Maranhão, Piauí e Ceará.

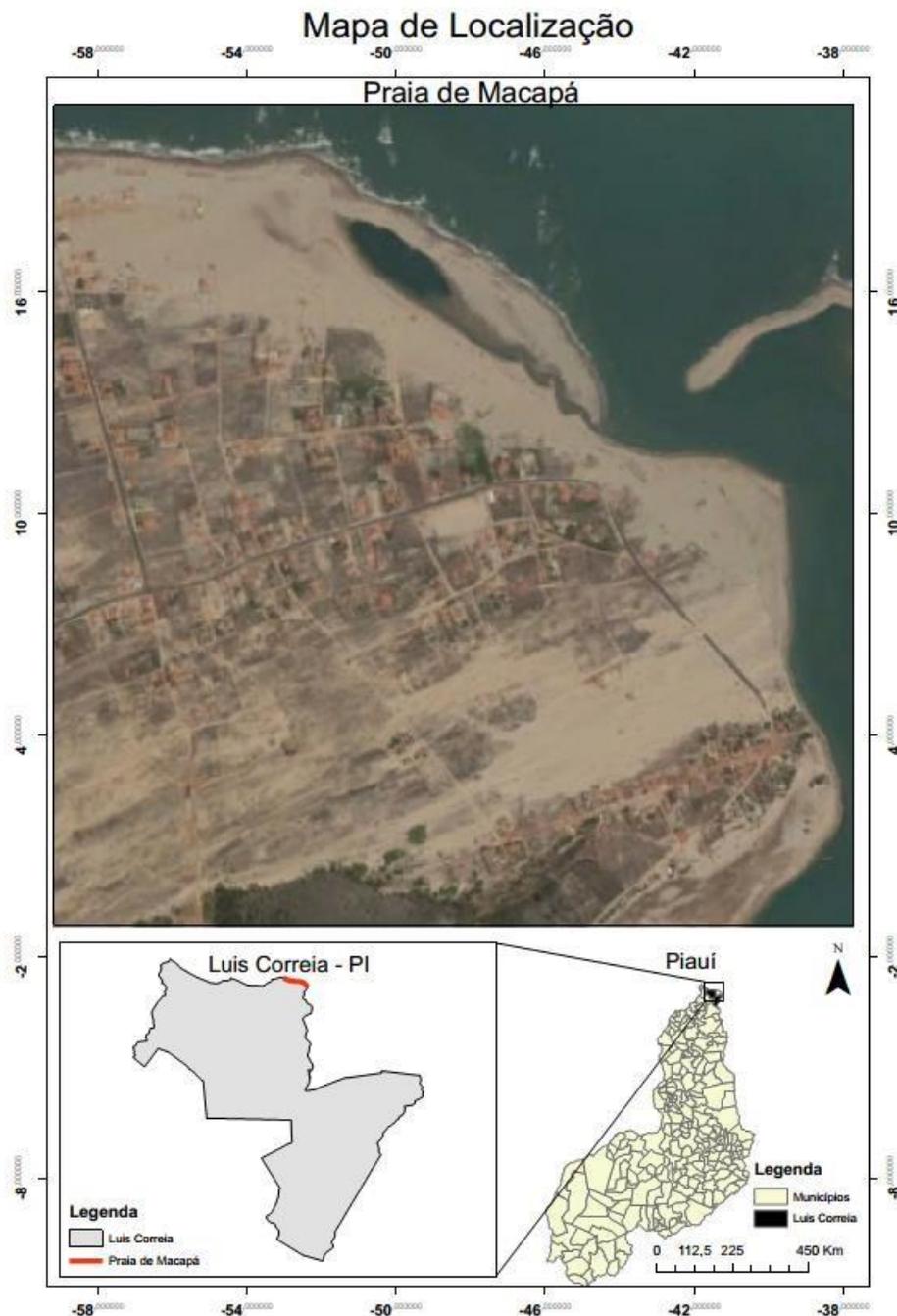


Figura 1 – Mapa de Localização da praia de Macapá.

2.2 Procedimentos metodológicos

O trabalho utilizou as imagens digitais dos satélites Landsat5 TM e Landsat8 OLI georreferenciadas para o sistema de referência SIRGAS 2000, zona 24 Sul (Tabela 1). O processamento das imagens foi feito no *software* ArcGIS versão: 10.1. Em sequência foram realizados os procedimentos de análises das composições em RGB formada pelas bandas 742, a banda 7 foi utilizada por apresentar melhor resposta à morfologia do terreno o que permite assim a obtenção de informações sobre a geomorfologia e a geologia, a banda 4 permite, através da absorção de energia o destaque dos corpos de água, facilitando o mapeamento do delineamento dos mesmos. A banda 2, que corresponde a faixa do verde no EEM, consegue penetrar a superfície d'água, proporcionando o contraste interessante entre os dois meios em condições de

I. R. G. Araújo, R. R. Silva, V. C. B. Vieira, E. R. Gomes

preamar, além de possibilitar a definição da linha de costa em condições de baixamar pela determinação da presença de água nos interstícios dos sedimentos de areia da praia, definindo assim o limite das áreas úmidas e secas (AMARO et al., 2012 *apud* MOREIRA et.al., 2014). Das imagens geradas, foram selecionadas as imagens que melhor definiram o limite de costa.

O satélite LandSat 5 foi lançado no dia 01 de Março de 1984 e opera em órbita equatorial a 705 km de altitude. O sensor TM (Thematic Mapper) a bordo do satélite faz o imageamento da superfície produzindo imagens com 185 Km de largura no terreno, resolução espacial de 30 metros e 7 bandas espectrais. A plataforma Landsat 8 opera com dois instrumentos imageadores: Operacional Terra Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS). Produtos OLI possuem de nove bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros.

A mudança das imagens deu-se pela desativação, e conseqüentemente ausência de imagens recentes para o estudo da costa disponibilizadas pelo satélite LandSat 5, produzindo suas últimas imagens no dia em 6 de janeiro de 2013. Para manter o intervalo entre as imagens, foi escolhido o satélite LandSat 8 para conclusão do intervalo de 30 anos.

Tabela 1 – Características dos sensores TM e OLI.

Sensor	LandSat 5 TM	LandSat 8 OLI
Bandas espectrais	Banda 1 - Azul (0,450 - 0,520 μm) Banda 2 - Verde (0,520 - 0,600 μm) Banda 3 - Vermelho (0,630 - 0,690 μm) Banda 4 - Infravermelho próximo (0,760 - 0,900 μm) Banda 5 - Infravermelho médio (1,550 - 1,750 μm) Banda 6 - Infravermelho termal (10,40 - 12,50 μm) Banda 7 - Infravermelho médio (2,080 - 2,350 μm)	Banda 1 – Aerosol, costeiro (0,43 - 0,45 μm) Banda 2 - Azul (0,45 - 0,51 μm) Banda 3 - Verde (0,53 - 0,59 μm) Banda 4 - Vermelho (0,64 - 0,67 μm) Banda 5 - Infravermelho próximo (0,85 - 0,88 μm) Banda 6 – SWIR 1 (1,57 - 1,65 μm) Banda 7 - SWIR 2 (2,11 - 2,19 μm) Banda 8 - Pancromático (0,50 - 0,68 μm) Banda 9 - Cirrus (1,36 - 1,38 μm)
Resolução espacial	Bandas 1-5 e 7 – 30 metros Banda 6 – 80 metros	Bandas 1-7 e 9 – 30 metros Banda 8 – 15 metros
Resolução temporal	16 dias	16 dias

2.3 Análise das imagens

A linha de costa foi determinada através da vetorização dos dados georreferenciados à sua identificação, usando como base as imagens do sensoriamento remoto dos anos de 1985 a 2015, no intervalo de 30 anos (Tabela 2), visando quantificar as variações da posição da linha de costa.

Tabela 2 – Data de aquisição das imagens.

Satélite	Data
LandSat 5	03/08/1985
LandSat 5	22/07/1998
LandSat 5	01/08/1990
LandSat 5	09/06/2000
LandSat 5	25/05/2005
LandSat 5	12/01/2010
LandSat 8	22/06/2015

3 RESULTADO E DISCUSSÕES

A definição mais adotada para caracterizar a linha de costa em áreas costeiras arenosas, tem incidido na utilização da “linha” que marca o limite atingido durante a preamar de sizígia, caracteriza-se por uma mudança nítida de tonalidade nas areias da praia (Figura 2), facilmente identificável nas imagens de sensoriamento remoto.

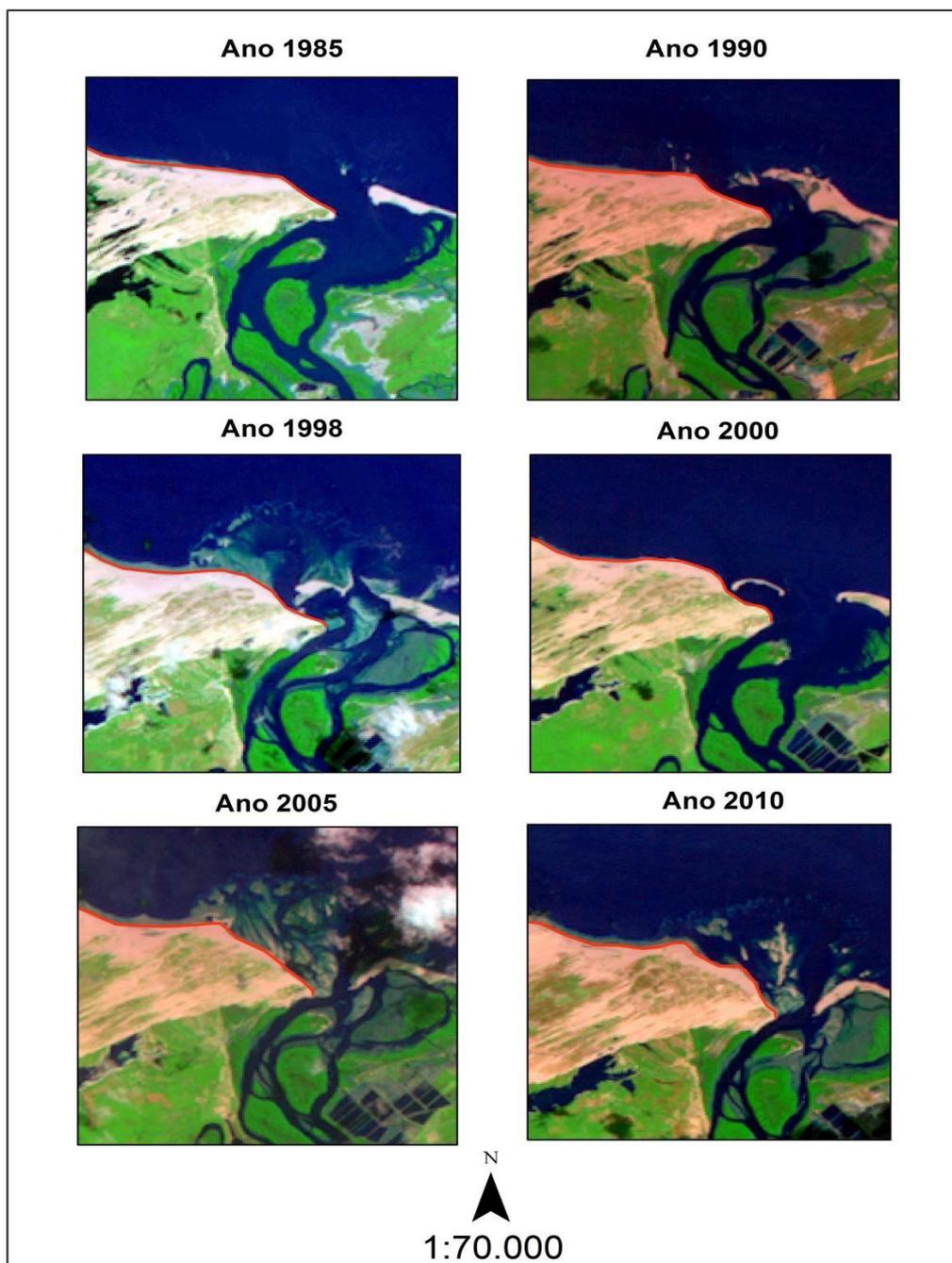


Figura 2 – Linha em vermelho caracterizando a delimitação da linha de costa, imagens do satélite LandSat 5.

A linha de costa juntos às desembocaduras é um exemplo bem típico de áreas de extrema dinâmica e que mudam, em curto período de tempo, independentes da intervenção humana, mas sendo aceleradas por ela. Na praia de Macapá houve uma média geral de recuo de linha de costa na margem esquerda da desembocadura, aproximadamente 1 km de recuo entre os anos de 1985 a 2015. Essa tendência erosiva se forma através da dinâmica costeira e o transporte eólico em função da direção da deriva litorânea que empurra a foz para o oeste (Figura 3).

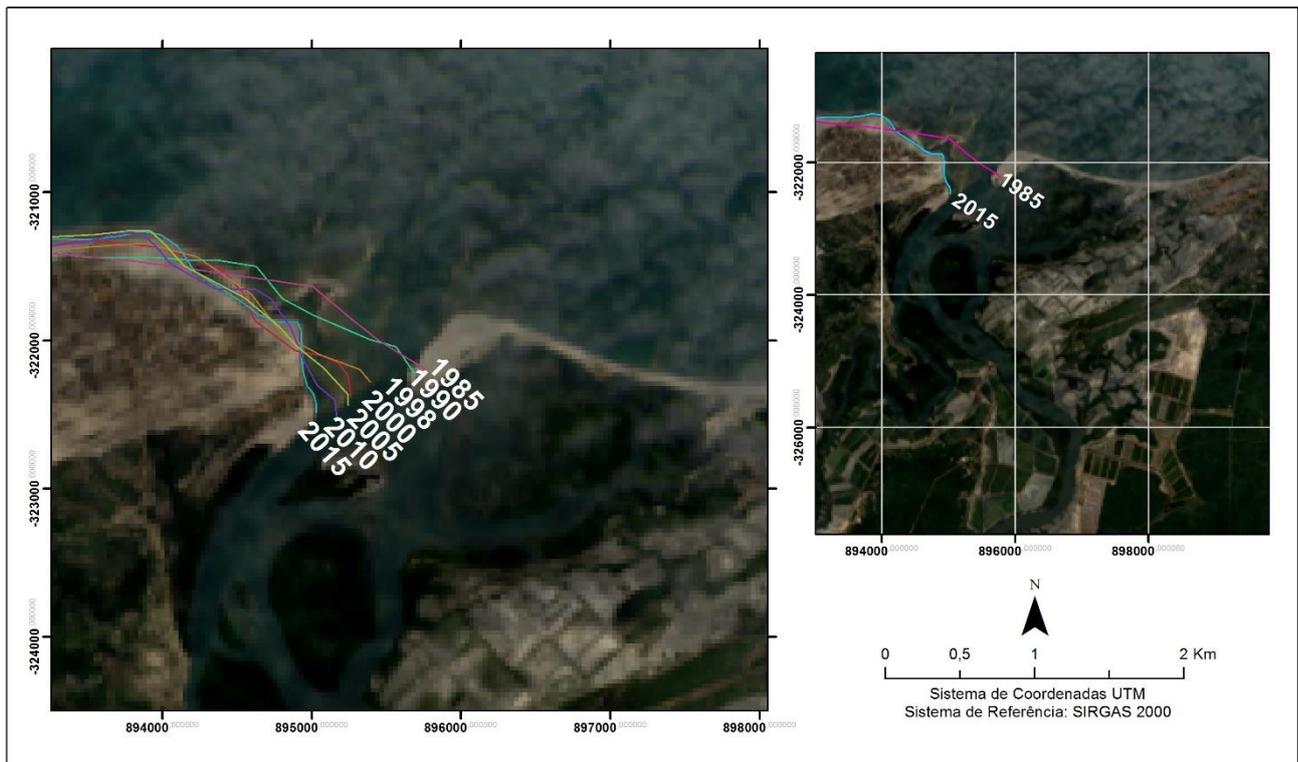


Figura 3 – Monitoramento da linha de costa indicando uma tendência erosiva, imagem de satélite LandSat8 do ano de 2015.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que há uma tendência generalizada no processo de avanço das águas oceânicas sobre a linha da costa na praia de Macapá e que está relacionado com a dinâmica costeira e também com o fato de que neste local há intensa carga de sedimentos oriundos do continente, através do trabalho de deposição e transporte dos rios Cardoso e Camurupim, que deságuam no oceano em forma de estuário.

No que diz respeito, a utilização de técnicas de geoprocessamento associadas a imagens de sensoriamento remoto a obtenção dos resultados de tendências de recuo de linha de costa nas áreas contempladas se mostrou eficiente. A elaboração de uma base multitemporal de imagens de satélite em ambiente SIG favoreceram a identificação e compreensão da dinâmica natural e ambiental das áreas estudadas, então uma importante ferramenta no planejamento, gestão e intervenção ambiental.

REFERÊNCIAS

BIGARELLA, J.J. (1985) - **Visão Integrada da Problemática da Erosão**. Curitiba: ADEA/IBGE, 1985.
I. R. G. Araújo, R. R. Silva, V. C. B. Vieira, E. R. Gomes

CLARK, J. (1994) - **Integrated management of coastal zones**. National Park Service Program. Rosenstiel School of Marine Sciences. University of Miami. Miami, Florida, USA, 1994.

FARIAS, E. G. G. (2008). **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do estado do Ceará**. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Ceará. 2008.

MOREIRA, A.; CYNTHIA, R.; MICHAEL V. (2014). **Aplicação das técnicas de sensoriamento remoto na análise multitemporal da linha de costa na região de Icapuí/CE, entre 1984 e 2013**. Revista Geonorte, edição especial 4, v.10, n.1, p.52-58, 2014.

PAULA, J. E. A. (2013). **Dinâmica morfológica da planície costeira do estado do Piauí: evolução, comportamento dos processos costeiros e a variação da linha de costa**. 247 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Ceará. 2013.

SOUSA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (2005). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 382 p.

XIMENES, D.R.B.; SOUTO, M.V.S.; DUARTE, C. R. (2013). **Análise multitemporal da linha de costa para a avaliação da evolução costeira na região de Icapuí/CE, Nordeste brasileiro, no período de 1984 a 2011**. In Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Abril. 2013. pp. 1–8. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1395.pdf>>; Acesso em: 19 set. 2015.

Para garantir a qualidade dos trabalhos a serem apresentados e publicados nos Anais do evento, solicitamos analisar os pontos a seguir.

O tema abordado está em consonância com os temas do VI SIMGEO? SIM () NÃO ()

O trabalho apresenta coerência entre objetivos, metodologia e conclusões? SIM () NÃO ()

A redação é clara, objetiva e gramaticalmente consistente? SIM () NÃO ()

Parecer conclusivo:

Aprovado sem correções ()

Aprovado com poucas correções () **Revisão no texto é recomendada.**

Com relação a metodologia as imagens LandSat não são indicadas para este tipo de estudo por que possuem baixa resolução espacial. Entretanto, estou considerando que não havia nenhum outro recurso.

Reprovado () Neste caso, favor justificar: