



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Variações temporais da linha de costa do município de Acaraú – Ceará – Brasil ¹

Maria Valdirene Araújo Rocha Moraes², George Satander Sá Freire³, Valdir do Amaral Vaz Manso⁴, Sidineyde Soares de Lima Costa⁵, João Paulo Portela⁶

¹Parte da pesquisa de Doutorado, executada pelo primeiro, co-supervisionada pelo terceiro e orientada pelo quarto no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco.

²Doutora, Professora Adjunta I do Departamento de Geografia e História da Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portella, Teresina, Piauí. E-mail: valdirene@ufpi.edu.br - autor correspondente.

³Doutor Professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará; E-mail: freire@ufc.br

⁴Doutor Professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco; E-mail: vazmanso@uol.com.br

⁵Mestre, Professor da Secretaria Estadual do Piauí; E-mail: sidineyde@gmail.com

⁶Doutorando, Professor da Secretaria Estadual do Ceará; E-mail: portela_ce@hotmail.com

Artigo submetido em 15/10/2014 e aceite em 28/12/2015.

RESUMO

Esta pesquisa foi realizada a partir da aplicação de imagens digitais Landsat 5 TM dos períodos (07/07/1987; 10/06/1991; 02/07/1999 e 11/08/2008) para a análise multitemporal do litoral leste de Acaraú, no estado do Ceará. Após o tratamento das imagens através de técnicas de processamento (Composição colorida em RGB e razão de bandas) possibilitaram a geração de mapas multitemporais da morfodinâmica da área estudada. O objetivo deste trabalho foi o monitoramento ambiental multitemporal da região por meio do reconhecimento de feições em campo, e da análise de imagens de sensores remotos de diferentes datas (últimas duas décadas). Esta análise se deu através de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), na qual as imagens foram utilizadas para a identificação e caracterização dos principais elementos da paisagem da área estudada, através da associação de suas características espectrais. Desta forma foi possível identificar o limite terra/mar, áreas submersas rasas e sedimentos em suspensão. Através dos produtos (mapas) multitemporais da morfologia costeira foram possíveis a identificação e avaliação dos processos erosivos e construtivos nas duas últimas décadas.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagens, Linha de Costa, Análise Multitemporal.

Multi-temporal analysis of Coastline of Acaraú - Ceará – Brasil

ABSTRACT

This research was carried out by using and application of Landsat 5TM digital images, including different periods of analysis (july 7 1987, june 10 1991, july 2 1999 and august 11 2008) of the east littoral of Acaraú district, in Ceará State. After the use of the image processing techniques (the composition RGB color, bands, analysis of the main components, index methods, among others), was possible develop morphodynamic multi-temporal maps of the area. The propose of this study was the multi-temporal monitoring of the environment through the identification and analysis of the environments elements in the field, and analyzing images of orbital sensors of different years, including the last two decades. In this way was possible the identification of the principal elements in the surface of the studied area, associating the spectral characteristics of each elements that was presented by the image products resulting of the digital processing. Therefore, was possible identify the sea/land limit, shallow submersed areas and suspended sediments. The multi-temporal maps of the coastal morphologic showed the identification and evaluation of the erosion and deposition process in the last two decades.

Keywords: Remote Sensing, Image Processing, Variation Line Costa, Multi-temporal Analysis.

Introdução

A zona costeira, região onde o continente encontra o mar, constitui uma zona de fronteira sujeita a contínuas alterações morfodinâmicas, modeladas por processos de origem continental e marinha. Apresenta grande variabilidade temporal e espacial, comportando-se como um sistema

ambiental instável, desde o passado remoto até os dias atuais, em função de uma série de processos geológicos continentais e marinhos, muito mais dos quais são fundamentalmente controlados por fatores meteorológicos. Esses processos, determinantes na formação de distintos tipos de costas, englobam oscilações do nível do mar e

dinâmica erosiva e deposicional associada à ação das ondas, marés, correntes e dinâmica eólica. (Baptista et al., 2004).

Pelas mudanças constantes das áreas costeiras, causada pelas ações das forças naturais e das atividades humanas, os mapas topográficos devem ser frequentemente atualizados para oferecer as informações corretas sobre suas constantes mudanças. Os ambientes submarinos e águas rasas podem ser mapeadas por imagens compostas de várias bandas espectrais disponíveis nos vários satélites como, Landsat, SRTM (Shuttle Topographic Mission) e SPOT.

Ainda conforme Baptista Neto et al. (2004) dentre os diversos ambientes de sedimentação continentais e marinhos, ocorrem aqueles diretamente localizados na linha de costa, como as praias, os pontais arenosos, estuários, deltas, lagunas e dunas eólicas costeiras. Estes ambientes são altamente mutáveis em função de sua localização geográfica na interface continente oceano, sendo constantemente remobilizados pela ação dos processos costeiros associados às ondas, correntes e marés e ao aporte de sedimentos.

Nas últimas décadas as técnicas de mapeamento da linha de costa têm apresentado grande evolução relacionadas ao rápido avanço tecnológico, popularização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e cartografia digital, e estendendo-se também as formas de obtenção de dados pela incorporação de novas tecnologias (Mazzer; Dillenburg, 2009).

O mapeamento da linha de costa e do monitoramento de suas mudanças representam ferramentas para gerar informações valiosas para o planejamento e gestão do litoral, que oferecem subsídios para o estabelecimento de recuos da zona litorânea permitindo a determinação de áreas de risco de erosão costeira e também contribuir com informações para a implementação de intervenção direta na linha de costa.

A área objeto deste trabalho (Figura 1) situa-se no extremo norte do Estado do Ceará, limitado pelas coordenadas UTM WGS84 24S (385000 – 395000 E) e (9682000 – 9683000 N), com dimensão aproximada de 500 km², no qual inclui a praia Espraiado e Volta do Rio no extremo leste do município de Acaraú, no Ceará. Essa área corresponde a uma região que sofreu ao longo dos anos processos erosivos e deposicionais bem marcantes por apresentar uma morfologia costeira instável e caracterizada por pontais arenosos, que atingem de 8 km a 6 km e que normalmente são estreitos (> 1 km).

Os objetivos da presente pesquisa foram: analisar a morfologia e sedimentologia do litoral leste de Acaraú; determinar a variação da linha de costa através de imagens Landsat 5 TM dos últimos 21 anos, sendo 4 (quatro) anos analisados nessa escala de tempo (1987, 1991, 1999 e 2008); gerar mapas de variação de linha de costa em três períodos 1987-1991; 1991-1999 e 1999-2008.

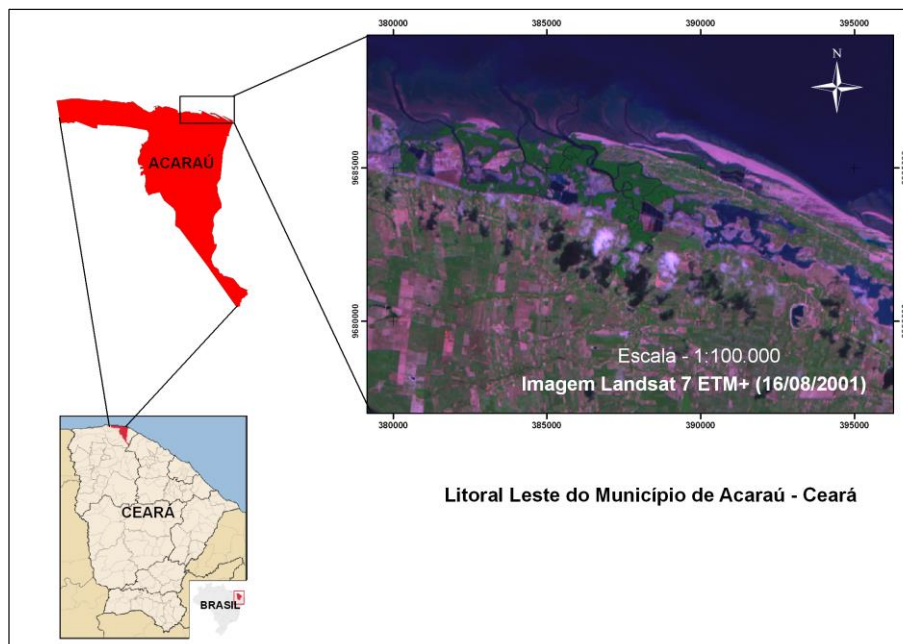


Figura 1. Localização da área de estudo – litoral leste do município de Acaraú - Ceará.

Material e métodos

Nos procedimentos metodológicos foram coletados dados bibliográficos, cartográficos e de

sensoriamento remoto com enfoque na temática do trabalho, que abordassem assuntos específicos sobre SIG (Sistemas de Informações Geográficas)

e PDI (Processamento Digital de Imagens), enfocando metodologias de integração de dados *raster*, vetoriais e alfanuméricos, para a realização de procedimentos laboratoriais com realização de mapas, análises e processamentos de dados em ambiente SIG.

Foram realizados dois campos no litoral leste de Acaraú, sendo o primeiro em junho e novembro de 2008 para reconhecimento de áreas, identificar feições e unidades geomorfológicas e

em novembro de 2010 para a comprovação de dados e mapeamentos.

Para a análise multitemporal da evolução da linha de costa foram utilizadas imagens orbitais Landsat 5 TM com quatro datas distintas (obtidas gratuitamente no site do INPE) através de técnicas de realce de PDI. Essa análise permitiu o levantamento da linha de costa em diferentes anos, onde os intervalos variaram de 4 anos a 9 anos (Tabela 1).

Tabela 1. Lista das imagens orbitais do satélite Landsat 5 TM com suas respectivas datas e resolução espacial (Fonte: INPE).

DATA	TIPO DO SENSOR	Resolução Espacial
17/07/1987	Landsat 5 TM	30m
10/06/1991	Landsat 5 TM	30m
02/07/1999	Landsat 5 TM	30m
11/08/2008	Landsat 5 TM	30m

Conforme Crosta (1992) as imagens geradas por sensores remotos estão sujeitas a uma série de distorções espaciais (rotação da terra, curvatura da terra, variações de altitude, posição e velocidade da plataforma, dentre outras), não possuindo, portanto, precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos, superfícies ou fenômenos representados, sendo necessário aplicar correções (georreferenciamento) que vão reorganizar essas informações em relação a um sistema de projeção cartográfica.

Foi realizado o georreferenciamento e registro dos conjuntos de imagens digitais do Landsat 5 TM, onde os pontos de controle (GCPs) para o georreferenciamento foi feito nas imagens bases Landsat 5 TM, no qual foi escolhido o máximo de pontos, de fácil identificação nestas imagens, para que fosse possível a retificação. As imagens Landsat estavam com o *Datum* SAD69 sendo posteriormente georreferenciadas para o *Datum* WGS 84 UTM 24S.

O Processamento Digital de Imagens – PDI (composições coloridas em RGB 543 e submetidas às mudanças no histograma, por meio de técnicas de PDI como o método de índice (NDWI) é um algoritmo que realce do limite entre áreas emersas e áreas submersas.

A elaboração das composições coloridas (Figura 3) consistiu na associação de três bandas

espectrais, ou da combinação de três razões de bandas, cada uma inserida num canal de cor, dentro do sistema RGB (*Red, Green e Blue*). Este é um produto básico do PDI, porém seu emprego em bandas espectrais possibilita o realce de feições superficiais, que consiste na elaboração de falsas cores, uma vez que emprega bandas com comprimentos de ondas no visível, infravermelho próximo (Araújo, 2006).

A Integração dos dados (imagens multitemporais) e confecção dos mapas foi realizado a partir da interpretação entre duas datas, realizadas segundo os cruzamentos entre linhas de costa para quatro datas distintas (1987, 1991, 1999 e 2008) como mostrada na Figura 3.

A etapa de campo para verificar a situação da morfologia costeira auxiliou a interpretação desses dados e permitiu observar a evolução da linha de costa em três escalas de tempo – 1987 – 1991; 1991 – 1999; 1999 – 2008. O pré-processamento, o processamento digital e a integração das imagens foram feitas no *software* ER Mapper v.6.4 (*Earth Resource Mapping Pty Ltd.*) e a vetorização da linha de costa foram digitalizadas no *software* ArcGIS 9.2. Os cruzamentos das linhas de costa foram feitos para o intervalo de duas datas, caracterizando-as em áreas de erosão, acréscimo (ou deposição) e sem modificação

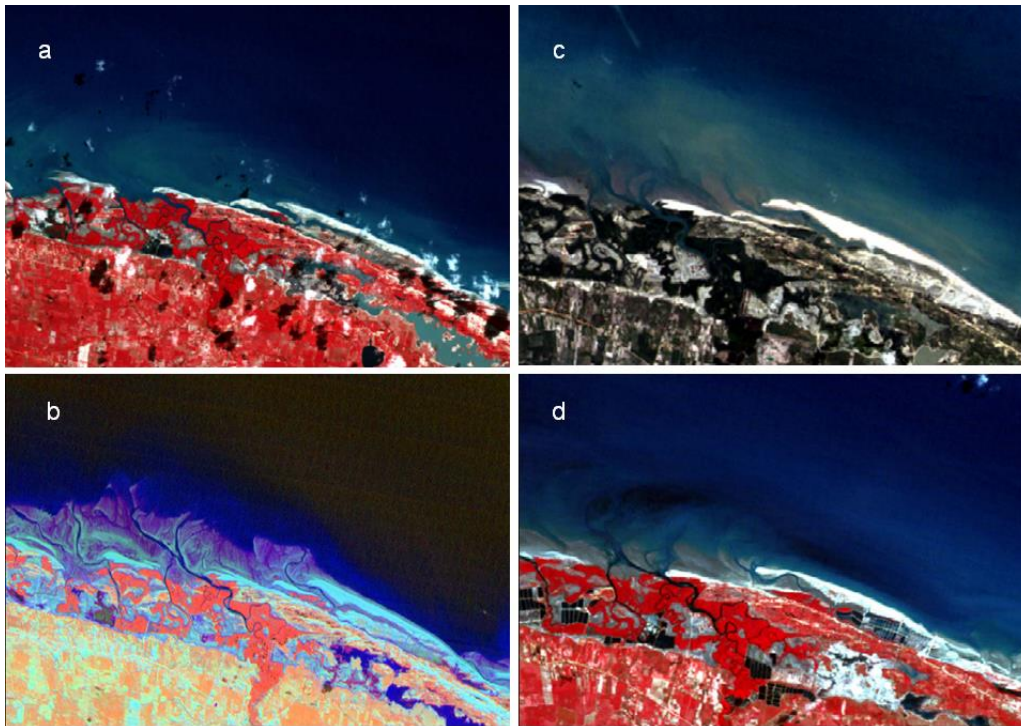


Figura 2: Imagens das praias Espraiado e Volta do rio. a) Landsat TM 5, obtida em 17/07/1987 na composição colorida RGB 432; b) Landsat TM 5, obtida em 10/06/1991 na composição R4 G3 B (NDWI); c) Landsat TM 5 obtida em 02/07/1999 na composição RGB 321 e d) Landsat TM 5, obtida em 11/08/2008 na composição RGB 432.

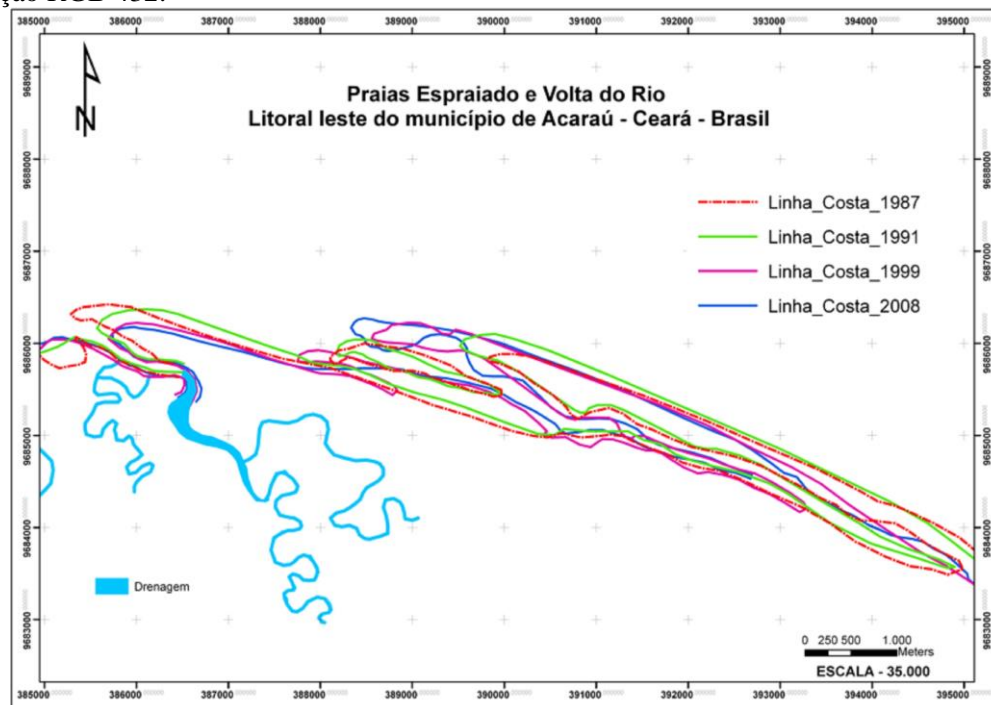


Figura 3: Linha de costa de acordo com as imagens Landsat em datas distintas.

Resultados e discussão

Variação morfológica da linha de costa das praias Espraiado e Volta do Rio no extremo leste do litoral de Acaraú (1987-2008)

Para a análise multitemporal das praias Espraiado e Volta do Rio, localizada no extremo leste do município de Acaraú no Ceará, foi

utilizada imagens Landsat 5 TM como descrito anteriormente. No entanto foi analisada a evolução da linha de costa em três período de tempo distintos (períodos de 1987 – 1991; 1991 – 1999; 1999 – 2008). Observou-se nos diferentes períodos analisados, áreas de sedimentação e erosão, o mesmo observado por Aguiar et al. (2012) quando estudaram a praia de Torrões, no período de 1958-2004 do município de Itarema

(Ceará), localizado a cerca de 19km da praia Volta do rio área de estudo. Assim como Aguiar et al. (2012) utilizaram imagens orbitais do satélite Landsat, Marino e Freire (2013) ressalta a importância da utilização de uma base multitemporal, integrando imagens de satélites em ambiente SIG, para a compreensão da dinâmica natural, como subsídio às tomadas de decisões acerca do uso e gestão sustentável desses setores.

Estudo semelhante foi realizado na Ilha de Itamaracá – Pernambuco, que segundo Magalhães et al. (2012) estudou a dinâmica costeira por um período de 30 anos, utilizando imagens orbitais do satélite *Quickbird* de alta resolução espacial, verificando acentuados avanços da linha de costa e em outros, alternâncias (avanços/recuos) da linha de costa. Klein et al. (2006) enfatizam sobre a possibilidade de utilizar fotografias aéreas no estudo da dinâmica costeira e características das praias, como: extensão das zonas de surfe e de

espraiamento, presença de bancos e correntes de retorno.

Período de 1987 – 1991

Nesta escala temporal pôde-se constatar o movimento de transporte de sedimentos com intercalação de áreas de erosão e acreção, essa

Na comparação feita entre as linhas de costa para os anos de 1987-1991 (intervalo de 4 anos) calcula-se uma área de 71km² de erosão no pontal arenoso, sentido WNW. Portanto na área houve um predomínio de áreas onde houve deposição, como se pode observar no limite da área à W ocorreu acreção de 97km² e ao longo dos dois pontais arenosos ocorreu acreção (deposição) com áreas aproximadas de 755km² e 301km² em direção N.

A barra arenosa localizada nas proximidades das coordenadas 389000 (E) e 9686000 (N) sofreu áreas aproximadas de 44Km² de acreção e 104Km² de erosão nesse intervalo de 4 anos (Figura 4).

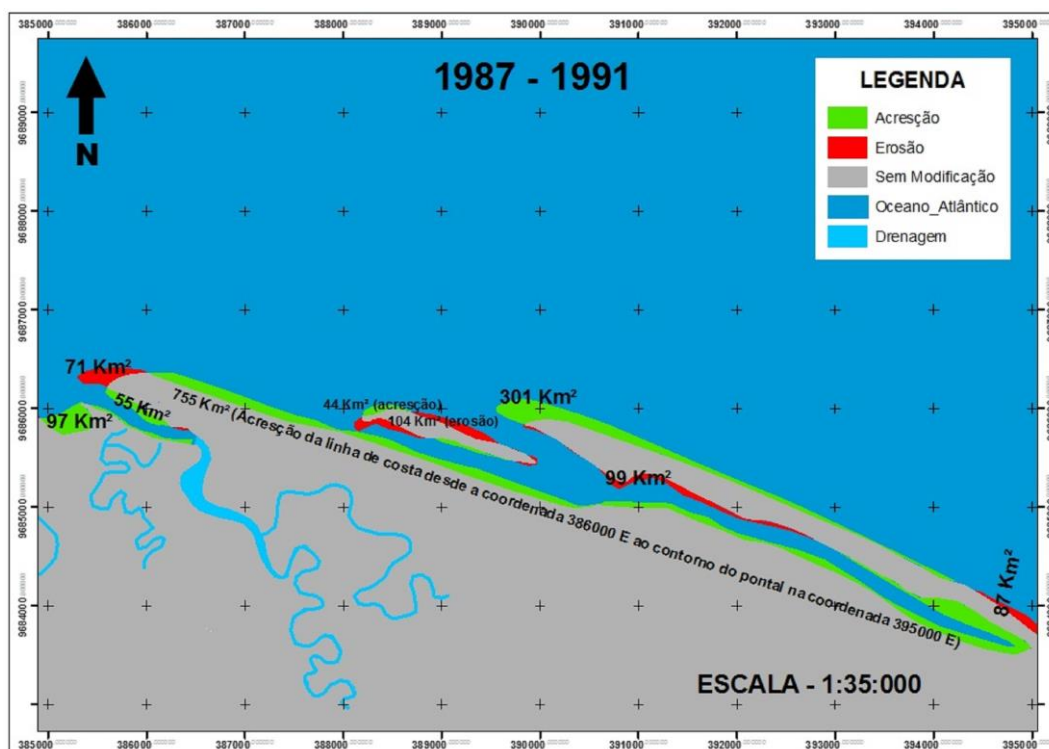


Figura 4. Comparação da linha de costa no intervalo de 4 anos, para os anos de 1987 e 1991, de acordo com as imagens orbitais do satélite Landsat 5 TM.

Período de 1991 – 1999

No segundo período analisado foi numa escala temporal de 8 anos, onde pode-se observar uma maior predominância de erosão ao longo dos pontais arenosos, sendo observado também áreas consideráveis onde houve acreção.

Na comparação feita entre as linhas de costa para os anos de 1991-1999, as áreas onde houve um maior processo erosivo alcançaram 1.115Km², 410Km², 229Km² e 263Km² de recuo de costa (Figura 5).

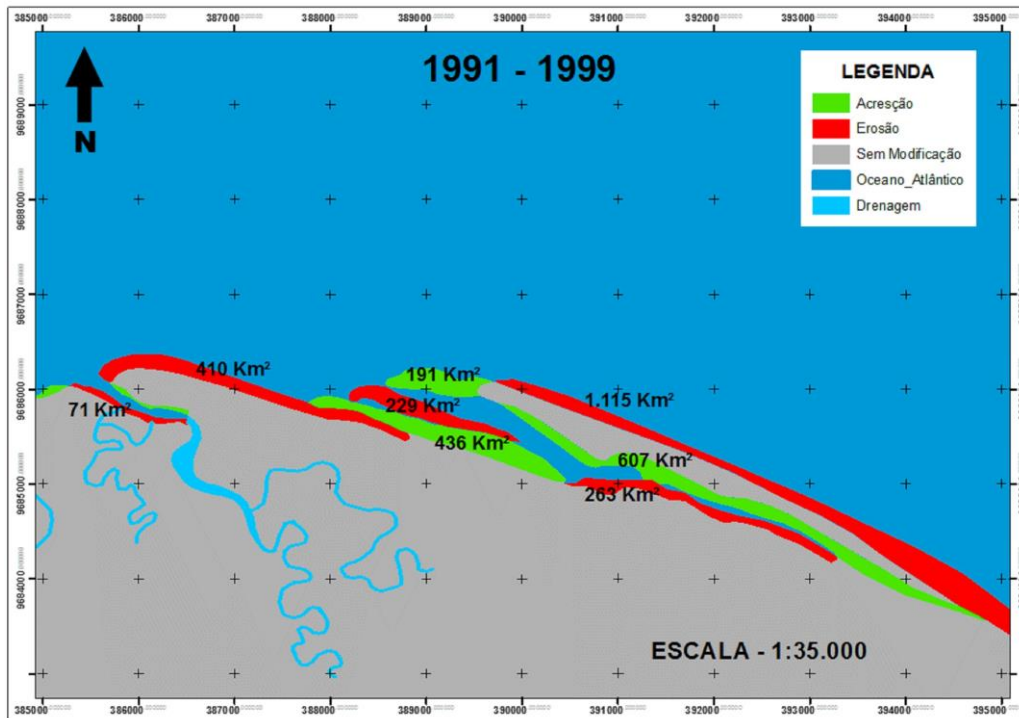


Figura 5. Interpretação de erosão e deposição entre as linhas de costa, para os anos de 1991 e 1999, de acordo com as imagens orbitais do satélite Landsat 5 TM.

As correntes litorâneas atuantes na área proporcionaram a deposição de sedimentos, alcançando áreas equivalentes a 607Km² e 191Km², sendo que a área da barra arenosa ocorreu erosão e migrou para o pontal arenoso que forma a praia de Espreado alcançando uma área aproximada de 436Km² de deposição.

Nesse período de 9 anos (1999-2008) houve pequenas alterações na linha de costa com relação aos períodos anteriormente analisados. A maior alteração nessa região foi instalações de indústrias de carcinicultura, onde pode-se observar uma área aproximada de 1.360Km² ocupada por viveiros de camarão, instalada numa área de drenagem, onde ocorre a ligação do pontal arenoso com o continente (Figura 6).

Período de 1999 – 2008

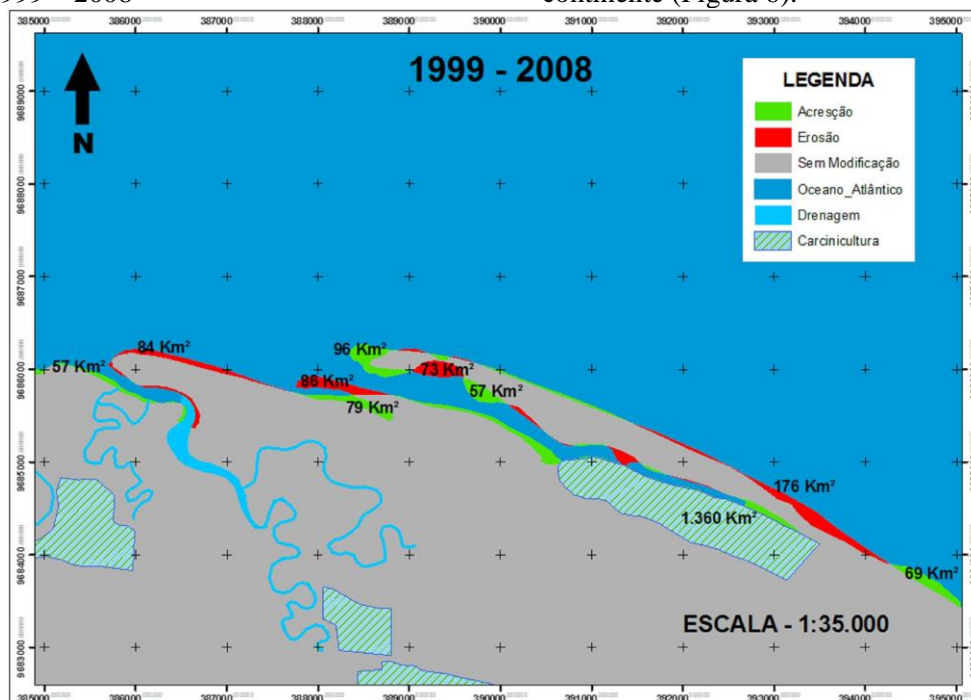


Figura 6. Interpretação de erosão e deposição entre as linhas de costa, para os anos de 1999 e 2008, de acordo com as imagens orbitais do satélite Landsat 5 TM.

Análise dos impactos nas variações da linha de costa da área em estudo

A linha de costa é um elemento geomorfológico que apresenta alta dinâmica espacial decorrente de respostas a processos costeiros de diferentes magnitudes e frequências. Suas mudanças de posição são de natureza complexa, envolvendo diversos processos ligados a elevação do nível do mar (em curto e longo prazo), balanço de sedimentos, movimentos tectônicos e reológicos, e antrópicos (Camfield e Morang, 1996).

A variação da linha de costa das praias de Espraiado e Volta do Rio no extremo leste de Acaraú ao longo dos 20 anos estudados (imagens multitemporais Landsat TM 5 dos anos de 1987, 1991, 1999 e 2008) apresentou variações significativas na morfologia praias, onde ocorreu migração/erosão da barra arenosa em direção à

praia de Espraiado e alongamento (acresção de sedimentos) do pontal arenoso da praia de Volta do Rio.

Conforme Aguiar et al. (2012) que estudou a variação da linha de costa da praia de Torrões no município de Itarema que faz fronteira (leste) com o município de Acaraú, sugere em seu trabalho que os impactos (erosão e acresção) ocorridos na linha de costa da praia referida acima, pode ter ocorrido devido a um prolongado e forte evento *La ninã* de (1984/1985) e (1985/1986), que influenciou no aumento de chuvas nesse período, tendo um volume pluviométrico de 5.667 mm em 1985 (Figura 7). Sugere-se então, que este mesmo evento pode ter influenciado na evolução da linha de costa da área estudada, ocorrendo sucessivas áreas de erosão e acresção de sedimentos ao longo do período analisado.

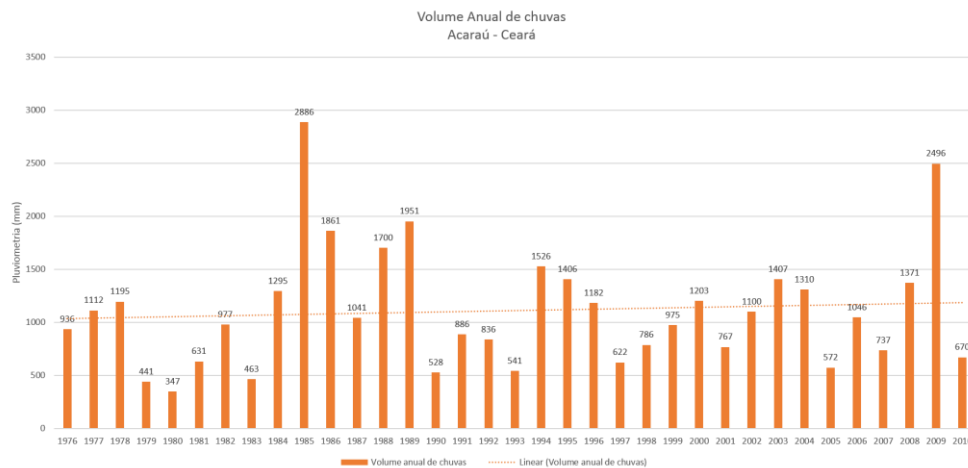


Figura 7. Pluviometria dos últimos 34 anos do Município de Acaraú - Ceará.

É possível observar na Figura 9 os picos de maior precipitação (1985, 1986, 1988 e 1989), coincidindo com a anomalia TSM (Temperatura da Superfície do Mar do Atlântico Tropical) no evento prolongado *La ninã* (Figura 8). Os valores de precipitação são elevados se comparados aos valores históricos como mostrado na Figura 8,

onde pelo menos 15 anos alternados (1976, 1977, 1982, 1984, 1986, 1994, 1995, 1996, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2006 e 2009) a pluviometria esteve no intervalo de 3000 mm a 4000 mm anuais de chuva, acima da média para esse tipo climático. Os anos em que ocorreu menor pluviometria foram 2007 com 737 mm/ano e 2010 com 670 mm/ano.

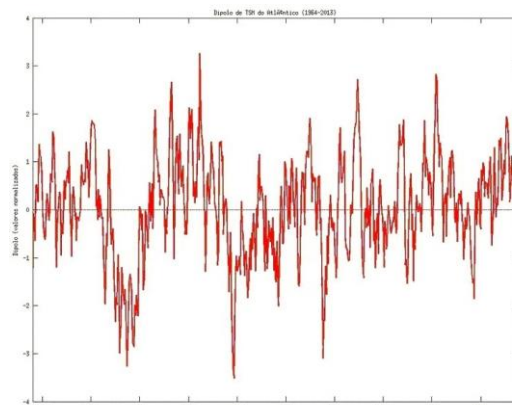


Figura 8. Temperatura da Superfície do Mar do Atlântico Tropical, imagem de Servain (1991).

Em praias arenosas, a linha de costa é utilizada pelo homem para diversos fins, destacando aqueles de natureza recreacional e turística. A crescente demanda por tais usos nos municípios litorâneos induz muitas vezes a um desenvolvimento sem planejamento, desconsiderando a natureza móvel e dinâmica da linha de costa (Mazzer e Dillenburg, 2009). Na área estudada observou-se no trabalho de campo ações antrópicas que determinaram uma série de impactos ambientais como a instalação de indústrias de carcinicultura (criação de camarões) desde a década de 1970 e que se intensificaram nos últimos anos. Já em 2010, houve a instalação do Parque Eólico de Volta do Rio, onde o pontal arenoso que compõe a praia de Volta do Rio foi

realizado aterramento, ocorrendo total descaracterização daquela região (Figura 9). Freitas (2012) enfatiza que ao contrário do que é difundido na sociedade sobre a energia eólica ser uma energia totalmente limpa, pesquisas e estudos recentes mostram que esse pensamento é errôneo, pois existe impactos ao meio ambiente decorrente da implantação de parques eólicos em áreas de preservação permanentes (APP's), nas planícies litorâneas, tais como: desmatamento das dunas fixas; soterramento de dunas fixas pelas atividades de terraplanagem; soterramento de lagoas interdunares; cortes e aterros nas dunas fixas/móveis e neste caso, o soterramento do pontal arenoso (Praia Volta do Rio) como mostra a Figura 1.



Figura 9. Praia de Volta do Rio, observa-se a descaracterização da área em virtude da instalação da Estação Eólica de Volta do Rio em Acaraú na divisa com o município de Itarema – Ceará.

Conclusões

Os produtos de sensores remotos juntamente com os recursos disponíveis no SIG, mostraram extrema eficiência no estudo da análise multitemporal da área estudada, provendo informações procedentes da variação da linha de costa e da dinâmica costeira, assim como em estudos já mencionados no texto como Aguiar et al. (2012); Marino e Freire (2013); Magalhães et al. (2012) que também utilizaram a integração do ambiente SIG numa base multitemporal, com utilização de imagens orbitais de satélites, como por exemplo Landsat e *Quickbird*.

Observou-se que os processos erosivos e de deposição são dinâmicos e inter-relacionados com os condicionantes ambientais locais como (ventos, ondas, correntes e marés), onde dependendo destes condicionantes a área torna-se susceptível a mudanças constantes, observados nas Figuras 5, 6 e 7.

Dos períodos analisados, o que ocorreu maiores modificações referentes à erosão e acreção (sedimentação) foi o intervalo dos anos de 1991 a 1999, onde a erosão predominou ao longo do pontal arenoso da praia Volta do rio e houve a migração da barra arenosa em direção ao continente (pontal arenoso) na praia de Espriado.

Essa área sofreu interferências antrópicas com a instalação da Estação Eólica Volta do Rio em 2010, sendo necessário um contínuo estudo sobre a análise e a evolução/ocupação dessa região para um prognóstico de como essas praias se comportarão ao longo dos próximos 30/50 anos e se essas mudanças no comportamento praias poderá afetar a economia do município.

Agradecimentos

A realização deste trabalho foi possível graças ao apoio financeiro recebido pela CAPES durante a realização do Doutorado através do Curso de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pelos conhecimentos adquiridos e aos colegas do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA – UFC).

Referências

- Aguiar, P.F.; El-Robrini, M.; Freire, G.S.S.; Carvalho, R.G. 2012. Análise multitemporal da linha de costa da praia de Torrões (Itarema, Ceará, Brasil) em médio período (1958-2004) utilizando imagens Quickbird e fotografias aéreas. *Revista Geonorte* 2, 1279-1290.
- Araújo, A. B. 2006. Análise caracterização da dinâmica da foz do rio Apodi, região de Areia Branca/RN, com base na cartografia multitemporal de produtos de sensores remotos. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 159p.
- Araújo, M.V. 2007. Análise ambiental da área estuarina do rio Acaraú – Ceará - Brasil. 2007. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 121p.
- Baptista Neto, J. A.; Ponzi, V. R. A. & Sichel, S. E. (orgs.). 2004. *Introdução à Geologia Marinha*. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 279 p.
- Camfield, F.E. & Morang, A. 1996. Defining and interpreting shoreline change. *Ocean and Coastal Management* 32, 129-151.
- CPRM. 2003. Serviço Geológico do Brasil. Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará. Fortaleza: CPRM / Serviço Geológico do Brasil, 1 CD-ROM.
- Crosta, A. P. 1992. *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Editora da Unicamp. Campinas, SP: IG/Unicamp, 170p.
- Freire, G. S. S. 1985. *Geologia Marinha da Plataforma Continental do Estado do Ceará*. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 162p.
- Freitas, R.J.N. 2012. *Energia Eólica: Os Conflitos Socioambientais Gerados pela Implantação dos Parques Eólicos no Litoral do Ceará*. Anais VI Encontro Nacional da ANPPAS. Realizado em 18 a 21 de setembro de 2012. Belém,
- INPE. 2008. Site <www.inpe.br>. Acesso em 19/07/2008.
- Klein, A. H. F., Tessler, M. G.; Abreu, J. G. N.; Diehl, F. L. ; Polette, M.; Sperb, R. M.; Sperb, R. C.; Horn, N. 2006. Santa Catarina. In: Muehe, D. Eosão e progradação do litoral brasileiro. Programa de Geologia e Geofísica Marinha, Ministério do Meio Ambiente, p 400-436.
- Maranhão, V. C.; Silva, G. P. da; Pachêco, A. da P.; Gonçalves, R. M. 2012. Sensoriamento remoto multitemporal no estudo da dinâmica costeira de Itamaracá/PE. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Anais, Recife.
- Marino, M. T. R. D.; Freire, G. S. S. 2013. Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 13, 113-129.
- Mazzer, A. M.; Dillenburg, S. 2009. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). *Pesquisas em Geociências* 36, 117-135.
- Pinheiro, D.R.de C. (Org.) 2006. *Desenvolvimento Sustentável: desafios e discussões*. ABC Editora. Rio. São Paulo – Fortaleza, 384p.
- Servain, J. 1991. Simple Climatic Indices for the Tropical Atlantic Ocean and Some Applications. *Journal of Geophysical Research* 96, 15137-15146.
- Silva, A. M. C. 2005. *Relações entre a dinâmica costeira e a meio fauna dos sedimentos praias do litoral da Ilha de Itamaracá – PE*. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 139p.