

Análise temporal em curto tempo das barras arenosas na praia de Ponta Grossa, região costeira de Icapuí/CE

Lucyanno dos Reis Fernandes^{1,2}
Cynthia Romariz Duarte^{1,2}
Michael Vandesteem Silva Souto^{1,2}
Venerando Eustaquio Amaro³

¹ Programa de Pós-Graduação em Geologia - PPGG
Universidade Federal do Ceará - UFC
Av. Humberto Monte, s/n, Campus do Pici, Fortaleza/CE
lrfc.fernandes@gmail.com

² Laboratório de Geoprocessamento do Ceará - GEOCE
Universidade Federal do Ceará - UFC
Campus do Pici, Bloco 912, Departamento de Geologia, 60455-760 - Fortaleza/CE
{cynthia.duarte,michael.souto}@ufc.br

³ Laboratório de Geoprocessamento - GEOPRO
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Departamento de Geologia, s/n, Campus, 59078-970 - Natal/RN
amaro@geologia.ufrn.br

Abstract. Coastal areas concentrate most of the population in the world. They are characterized by constant changes in time and space, it directly implies the existence of a great diversity of geological features and plenty of natural landscapes. The imaging techniques of remote sensing products represent a tool for monitoring the coastal dynamics, through the multi-temporal comparison. The identification of changes in the coastal landscape to the Ponta Grossa beach in region of Icapuí's municipality (Ceará State, Brazil) implies connect and associate spatial patterns presented with the guiding physical oceanographic processes of temporal changes. The results have been collaborating with information about the rates of erosion and accretion of sedimentation the sandbars in the Ponta Grossa beach. In short period of time, about a year, it was possible to visualize the layout of the sandbars in the area and quantify the differences between the regions marked by sediment deposition or erodibility of this shoreline.

Palavras-chave: remote sensing, sandbars, coastal change, sensoriamento remoto, barras arenosas, mudança costeira.

1. Introdução

A área de estudo está localizada no município de Icapuí, Estado do Ceará (Figura 1), estando inserida numa região costeira que possui forte dinâmica e que é caracterizada ambientalmente como sensível, por ser composta por unidades geoambientais frágeis, como por exemplo as áreas de manguezais, existentes nas regiões estuarinas presentes na área pesquisada. Este litoral está submetido à intensa ação de processos costeiros, que promovem forte transporte sedimentar pela ação eólica e da deriva litorânea, porém com um déficit sedimentar crescente ao longo das últimas décadas (SOUTO *et al.*, 2004; SOUTO, 2009; AMARO *et al.*, 2012; SANTOS & AMARO, 2013).

Icapuí em tupi significa “Coisa Ligeira”, situa-se no extremo Leste do litoral cearense, tendo como coordenadas geográficas, 4° 42’ 47” de Latitude Sul e 37° 21’ 19” de longitude Oeste. O município faz limites ao Norte e Leste com Oceano Atlântico, a Oeste com o município de Aracati e ao Sul com o Estado do Rio Grande do Norte. Em termos demográficos Icapuí possui uma área de aproximadamente 430 km², cuja população é em torno de 16.000 habitantes e tendo uma densidade demográfica de 37,38 hab/km² (SEMACE, 2014).

Geologicamente, está inserido nas margens da Bacia Potiguar, que é largamente explorada pelas atividades da indústria petrolífera, tanto em terra (*onshore*) como em mar (*offshore*). A vegetação está enquadrada dentro do complexo vegetacional da zona litorânea, sendo formado geomorfologicamente por uma planície litorânea com estuários, praias, falésias e dunas. A região tem praia de perfil dissipativo, caracterizando-se pela presença do estuário de Barra Grande e de um sistema progradante formado por cordões litorâneos, depósitos fluviais e lagunares, dunas e manguezais (MEIRELES *et al.*, 1990; ROSSETI, 2008) e está sujeito a processos de contínua erosão ao longo das praias de Redonda, Peroba, Barreirinha e Barreiras e progradação na linha de praia nas áreas mais protegidas, o que foi observado na praia de Ponta Grossa.

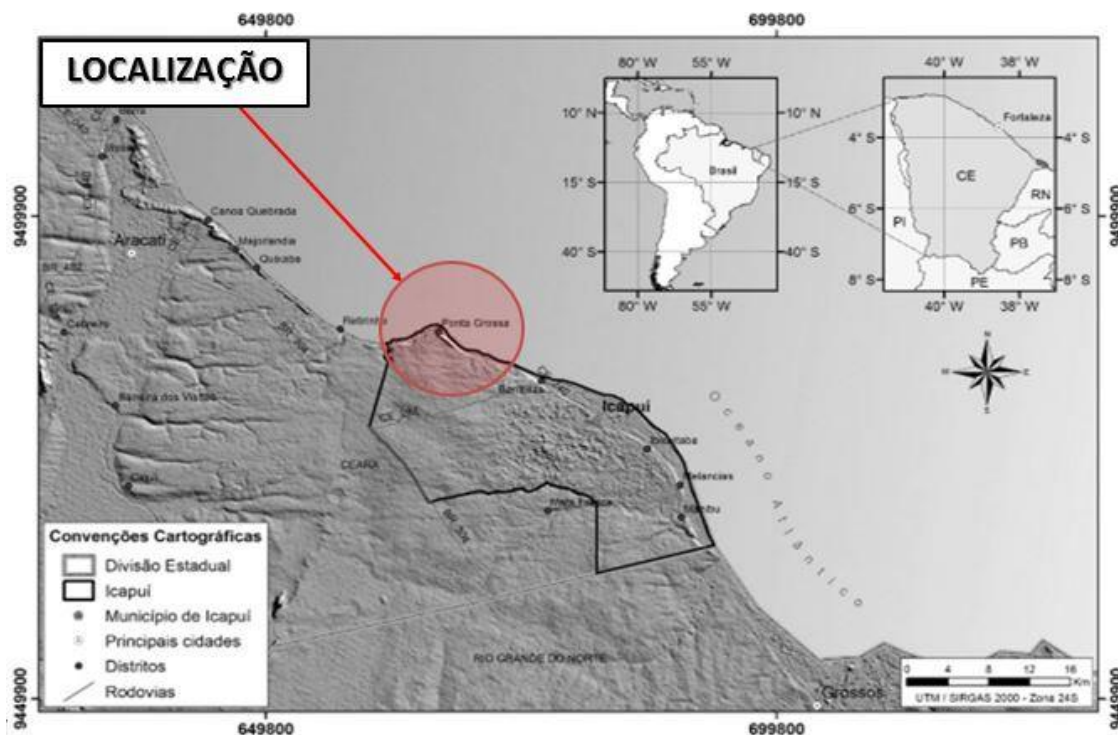


Figura 1. Localização pelo círculo vermelho da praia de Ponta Grossa, no município de Icapuí/CE.

2. Objetivo

O objetivo principal deste artigo foi analisar em um período de 14 meses a dinâmica temporal e espacial das coberturas sedimentares classificadas geomorfologicamente como barras arenosas ao longo da costa por meio de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) dos produtos de sensores remotos.

3. Metodologia

O mapeamento das barras arenosas considerou a fragilidade dos ambientes costeiros em função da dinâmica temporal e das mudanças nos padrões espaciais em curto tempo. A etapa de pré-processamento consistiu na retificação e fusão dos produtos de Sensoriamento Remoto adquiridos para períodos sazonais semelhantes, em seguida técnicas de PDI para aumentar o contraste das informações superficiais, com testes em composições coloridas no sistema de cores RGB, aplicação de filtros e análise por Principais Componentes foram utilizadas para destacar os alvos arenosos. Todos os dados vetoriais e matriciais manipulados foram executados no mesmo sistema de coordenadas e Datum (UTM/ Zona 24 Sul/SIRGAS2000).

3.1 Produtos Imagem

Conforme Tabela 1 para este trabalho os produtos de Sensoriamento Remoto adquiridos foram:

Tabela 1. Produtos de sensores remotos com as respectivas datas de aquisição. Coordenadas UTM – Zona 24S e Datum SIRGAS2000.

Produto	Landsat 8	Digital Globe	Rapid Eye
Sensor	OLI	QuickBird	REIS
Data	06/08/2013	25/07/2013	06/06/2012
Res. Espacial	30 m/15 m	5 m	5 m

As bandas do sensor OLI foram associadas a imagem retificada DigitalGlobe/QuickBird (*GoogleEarth*), faixa do visível salva em tons de cinza (semelhante a uma imagem pancromática), através do processo de fusão produzindo um único arquivo “*multilayer*” (*ERS*). Sendo assim, com o objetivo de viabilizar a integração dos dados na mesma resolução espacial e escala de mapeamento fixa (1:20.000), admitiu-se para esta pesquisa algumas modificações segundo a Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – produtos de sensores remotos utilizados para análise em “*short time*” (14 meses).

Tempo	Agosto 2013	Junho 2012
Produto sensor	Fusão (OLI + QuickBird)	RapidEye (REIS)
Res. Espacial	4,5 m	5 m

3.2 Processamento Digital de Imagens

Nesta etapa, o PDI foi feita a análise e a manipulação das imagens digitais, cuja finalidade era identificar, extrair dados e transformar a imagem de tal modo que a informação seja mais facilmente discernível por um analista (CRÓSTA, 1992). As principais composições coloridas foram:

- Na composição RGBI 742pan (Figura 2A) foi possível identificar a vegetação em contato com alguns canais (tons de preto). Neste produto o contraste de cor revelou em diferentes tons de marrom destaque para as zonas sob influência de maré e planícies de inundação;
- A composição RGBI 541PC1+Filtro (Figura 2B) foi utilizada com o propósito de testar o uso do filtro “*sunangle 3x3*” integrado a Principal Componente 1 no canal do “*Intensity*”. O sombreamento permitiu diferenciar as feições emersas das submersas;
- A combinação RGBI PC1PC2PC3pan (Figura 3A) gerado na etapa do PDI também foi derivado da fusão entre as imagens processadas do Landsat 8 - OLI e da imagem do QuickBird (“*falsa pan vis/gray*”), este permitiu realçar fortemente a cobertura sedimentar arenosa desprovida de vegetação em tons de amarelo e laranja;
- O último produto RGB 321 (Figura 3B) foi usada para o sensor REIS, e permitiu realçar e destacar as feições pertinentes aos sedimentos arenosos em tons de branco, vegetação em verde e bastante diferenciada uma superfície submersa rasa em variações de azul. Evidentemente esta composição corresponde a faixa do visível.

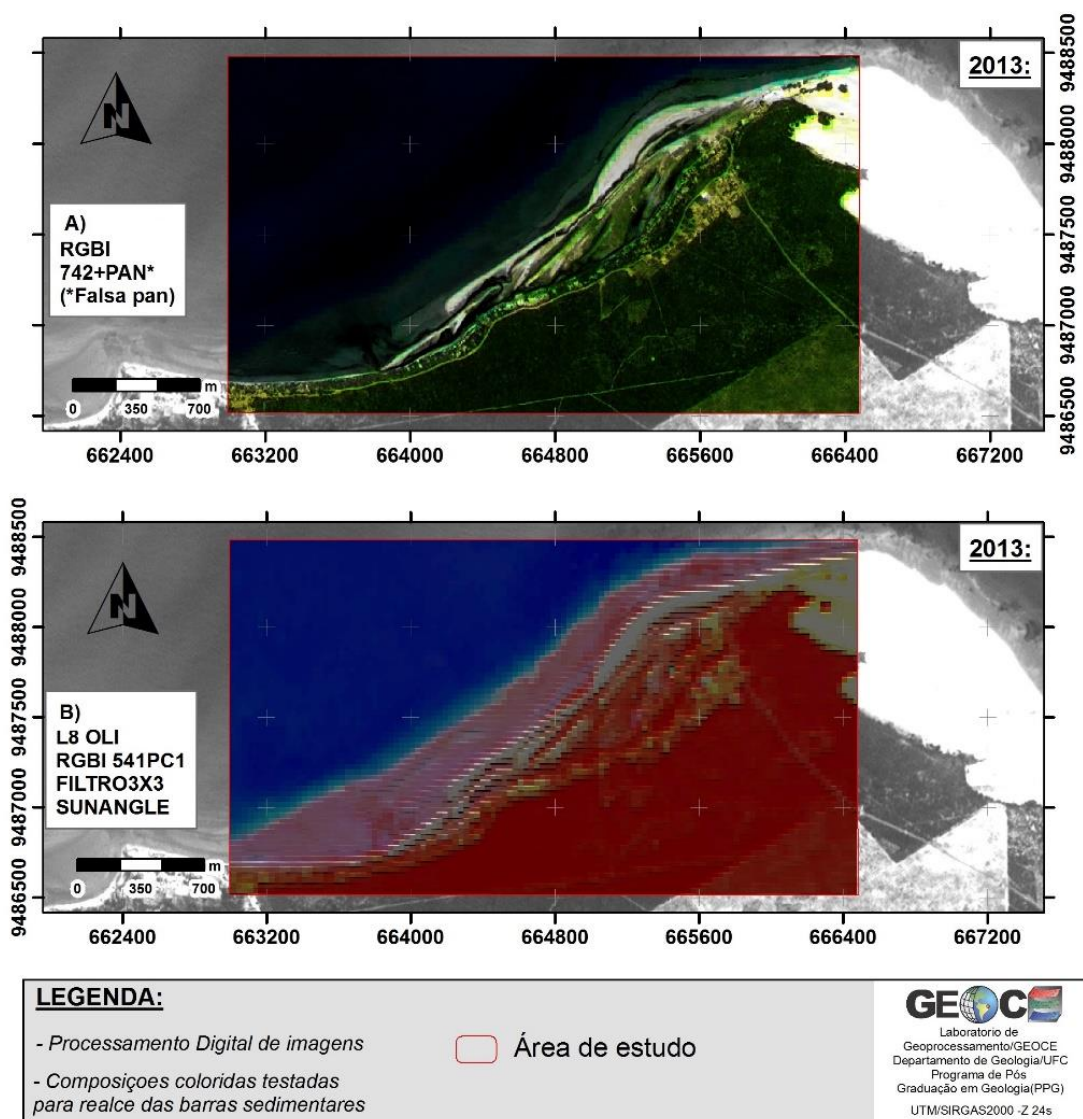


Figura 2. Composições trabalhadas para mapeamento das feições arenosas. A) RGBI 742pan, para realce dos canais de maré; B) RGBI 541PC1+Filtro, para realce das feições submersas

A finalidade destes processamentos aplicados nas imagens digitais foi tornar maior a resolução espacial, viabilizando o mapeamento em nível de detalhe as informações superficiais e finalmente executar a vetorização das barras arenosas para o curto intervalo de tempo.

3.3 Vetorização das Barras Arenosas

A vetorização das barras arenosas existentes na área de estudo consistiu na interpretação por meio das imagens realçadas, auxiliados pela espacialização de pontos marcados em campo, para confecção de cartas temáticas. Sistemáticamente os polígonos foram “desenhados” em torno do alvo a ser mapeado, no caso seriam delimitados pela as áreas úmidas e secas identificadas nas barras arenosas mapeadas (Figura 3C). Importante notar que as imagens selecionadas para a vetorização para o ano de 2012 foi RGB 321 (REIS) e para 2013 foi RGBI PC1PC2PC3pan (OLI+QuickBird).

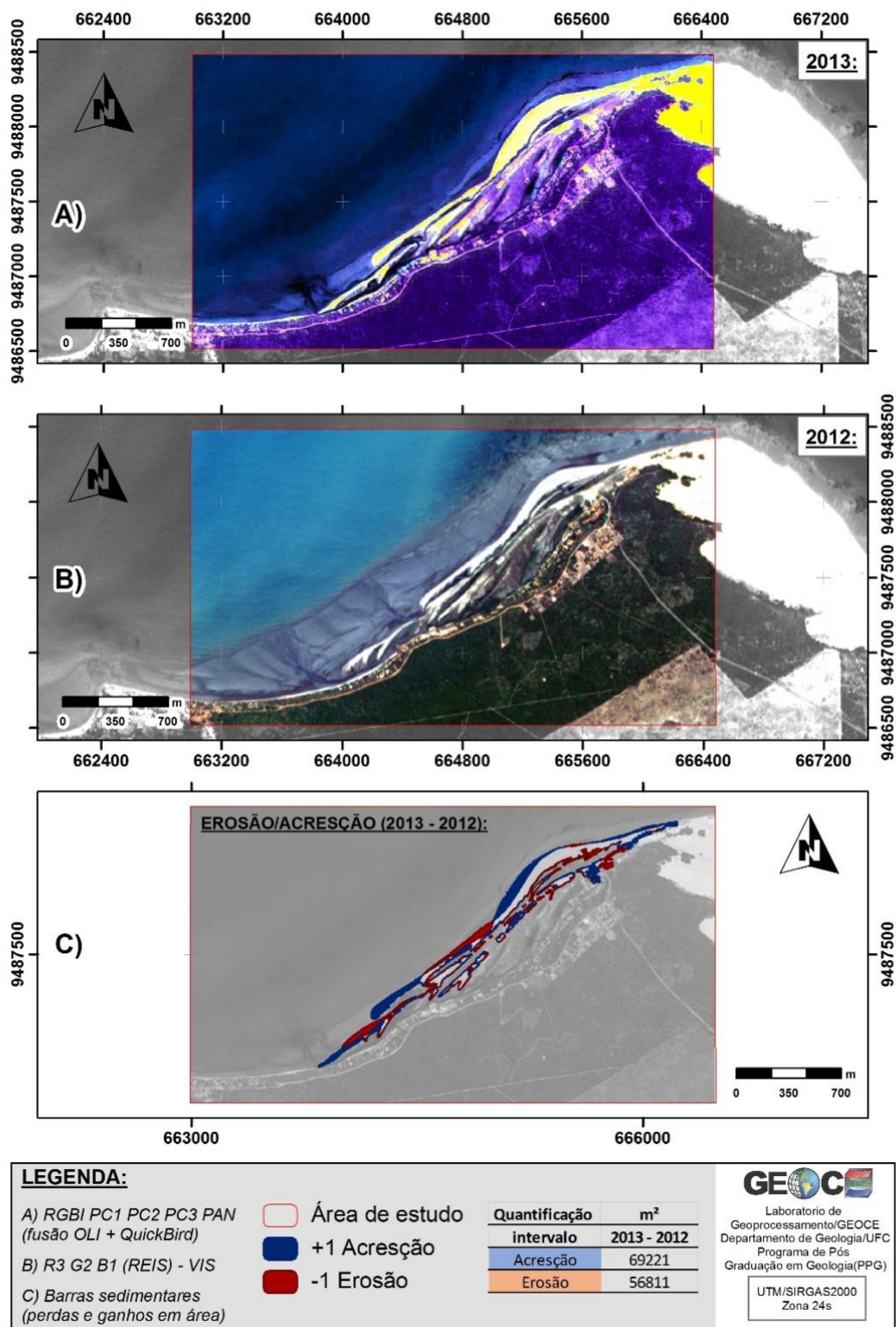


Figura 3. Aplicação de técnicas de PDI para: A) fusão de imagens OLI+QuickBird do ano 2013; e composição colorida 321 no sistema de cores RGB para imagens REIS do ano 2012. C) Interseção dos dados vetoriais das barras arenosas extraídos das imagens A e B.

4. Resultados e Discussão

Como resultados obtidos, as técnicas de PDI empregadas foram muito satisfatórias e apresentaram bons resultados, principalmente no realce das barras arenosas, que eram o objeto de estudo, tendo a importância da correção geométrica e retificação das imagens num único sistema de projeção e Datum, que possibilitaram a integração de multiprodutos de sensores remotos, que contribuíram na melhora da resolução de algumas imagens (Figura 3A).

Após etapa do PDI vinculada a interpretação da série histórica, percebeu-se que algumas feições geológicas/geomorfológicas exercem influência sobre as transições da paisagem. Essas observações das feições puderam ser feitas por meio das imagens realçadas nas Figuras 2 e 3, que destacaram que os canais de maré gerados entre as barras arenosas seguem mudando em função das modificações decorrentes da dinâmica costeira. Onde os canais são criados e abandonados de acordo com a dinâmica de sedimentação e erosão produzidas na costa. A vetorização dos dados seguiu as técnicas empregadas por Amaro *et al.* (2012), onde se mostrou eficiente para análise evolutiva costeira. Duas linhas de costa foram geradas e intersectadas para determinação das áreas acrescidas ou erodidas. Os resultados conseguidos com esta aplicação determinou que nesta porção da praia de Ponta Grossa o balanço sedimentar na comparação de 14 meses foi positivo, com ganho de área de 12.410 m², onde a área total de acreção foi de 69.221 m² e de erosão foi de 56.811 m². Diante do cenário de deposição, notou-se que esta região apresenta-se com uma tendência diferenciada das outras áreas costeiras vizinhas, que apresentaram de forma geral um regime erosivo mais consistente, visto nas última décadas. Essa diferença pode ser dada devido a geometria da costa ser diferente das outras áreas que estão sob a forte influência erosional.

5. Considerações Finais

Os resultados conseguiram alcançar o objetivo proposto, onde as imagens permitiram uma análise multitemporal importante para interpretação da morfodinâmica costeira, caracterizada neste estudo pela evolução das barras arenosas existentes na praia de Ponta Grossa, no município de Icapuí/CE.

Esta análise só se tornou possível com aplicação de técnicas de PDI, tanto no realce como na integração dos dados de multisensores utilizados neste trabalho. Destacando tanto as informações superficiais como as informações submersas, retratadas pelos canais de maré existentes entre as barras arenosas pesquisadas.

Após a preparação das imagens as feições que eram alvo da pesquisa foram vetorizadas em ambiente SIG sob a forma de linha de costa para cada data de aquisição de imageamento. Posteriormente essas linhas de costa foram intersectadas para mostrar as áreas que não tiveram modificação, as áreas de acreção e as áreas de erosão ocorridas no intervalo de tempo de 14 meses analisados. O resultado obtido mostrou um balanço sedimentar positivo para esta pequena área levantada.

O resultado obtido por esta análise evolutiva abre uma discussão sobre a diferença de comportamento desta porção costeira frente as demais áreas vizinhas ao longo do litoral cearense e potiguar, que apresentam forte erosão ao longo dos últimos 15 anos. Como o estudo aplicado foi uma etapa inicial de análise, viu-se que é necessário ampliar tanto o tamanho da área de estudo como o intervalo de tempo que deverá ser avaliado para entender bem os processos inerentes a este contra ponto.

Agradecimentos:

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará e ao Laboratório de Geoprocessamento (GEOCE) pela estrutura e equipamentos de campo fornecidos para estudo e aplicação desta pesquisa, e parceria com colegas de vida acadêmica.

Referências Bibliográficas

- Amaro, V.E.; santos, M.S.T.; souto, M.V.S. 2012. **Geotecnologias aplicadas ao monitoramento costeiro: Sensoriamento remoto e Geodésia de precisão**. Editora Natal, 2012.118 p.
- Crósta, A. P. 1992. **Processamento digital de imagem de sensoriamento remoto**. - Campinas, SP, Editora Ig/Unicamp, 4ª reimpressão. 170p.
- Meireles, A.J.A.; morais, J.O.; freire, G.S.S., 1990. **Os terraços holocênicos da planície costeira do município de Icapuí - extremo leste do Estado do Ceará**. In: Resumos do 36º Congresso Brasileiro de Geologia. Volume 2, p.709-718.
- Santos, M.S.T.; amaro, V.E. 2013. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Dinâmica sazonal de processos costeiros e estuarinos em sistema de praias arenosas e ilhas barreira no Nordeste do Brasil. *No prelo*.
- Souto, M.V.S.; castro, A.F.; grigio, A.M.; amaro, V.E.; vital, H. 2004. **Multitemporal analysis of geoenvironmental elements of the coastal dynamics of the region of the Ponta do Tubarão, City of Macau/RN, on the basis of remote sensing products and integration in GIS**. Journal of Coastal Research, v. SI 39, p. 1618-1621.
- Souto, M.V.S. **Análise da evolução costeira do Litoral Setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, região sob influência da indústria petrolífera**. 2009. 177 p. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Departamento de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal.
- Rosseti, D.F. 2008. Ambientes Costeiros. In: Tereza G. Florenzano. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, p.: 247-283.
- SEMACE. Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará. Carcinicultura-Litoral leste do estado do Ceará. Relatório final Disponível em: <http://antigo.semace.ce.gov.br/programas/gerco/Carcinicultura/1_DiagnosticoIcapui.pdf>. Acesso em: 29 Set 2014.