



IMPACTOS DAS INTERVENÇÕES HUMANAS NA DINÂMICA DOS PROMONTÓRIOS, NO LITORAL DO CEARÁ

Francisco Misrael Moura Gonçalves
Universidade Estadual do Ceará / Campus do Itaperi

Francílio de Amorim dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí / Campus Piripiri

Maria Lúcia Brito da Cruz
Universidade Estadual do Ceará / Campus do Itaperi

Resumo

A deriva litorânea ou bypass litorâneo, importante processo de transporte de sedimentos ao longo das regiões costeiras em todo o mundo, tem configuração especial no litoral cearense, Nordeste do Brasil, devido a sequência de formações rochosas diversas denominadas pontas ou promontórios litorâneos. Essas áreas, notadamente importantes à navegação e pesca, pela segurança contra as ondas que oferecem, estão em constante estado de alteração decorrente da ação e ocupação humana. Desse modo, propôs-se estender os olhares ao encontro do conflito entre a dinâmica natural e a intensificação das atividades humanas nas áreas mencionadas. Para tal fim, utilizou-se um levantamento bibliográfico e cartográfico acerca dos recursos naturais, além do uso de ferramentas de sensoriamento remoto e interpretações de resultados de trabalhos de campo anteriores. O presente estudo constatou que a instalação do Terminal Portuário de Pecém modificou intensamente os processos de sedimentação decorridos da corrente de deriva litorânea, ao passo que o Terminal Portuário do Mucuripe acumula problemas de natureza ambiental, econômico, social e política. Nesse sentido, pode-se afirmar que os prejuízos causados por essas intervenções pode ser sentido ao longo das últimas décadas, ameaçando importante fator ecológico e turístico do estado do Ceará.

Palavras-chave: Deriva Litorânea, Corrente Costeira, Sedimentação, Ponta do Mucuripe, Ponta do Pecém.

IMPACTS OF HUMAN INTERVENTIONS ON THE DYNAMICS OF PROMOTÓRIOS, ON THE COAST OF CEARÁ

Abstract

Longshore Drift or bypass littoral, important process of sediment transport along the coastal regions around the world, has special configuration in Ceará State,

Northeastern Brazil, because the sequence of various rock formations called points or coastal headlands. These areas, especially important to navigation and fishing, because of the security against the waves they offer, are in a constant state of change due to human action and development. Thus, it was proposed to extend the looks to meet the conflict between the natural dynamics and intensification of human activities in these areas. To this goal, we used a literature and cartographic research about natural resources, and the use of remote sensing tools and interpretation of results of previous field work. The present study found that the installation of the Pecém Port Terminal has intensely modified the sedimentation processes resulting from the coastal drift current, while the Mucuripe Port Terminal accumulates environmental, economic, social and political problems. In this sense, it can be affirmed that the damages caused by these interventions can be felt over the last decades, threatening an important ecological and tourist factor of the state of Ceará.

Keywords: Longshore drift. Coastal current. Sedimentation. Mucuripe tip. Pecém Tip

INTRODUÇÃO

Os promontórios representam barreiras às correntes longitudinais influenciando a dinâmica de costas de deposição na formação de praias e dunas. No litoral oeste cearense ocorre uma sucessão destas feições em decorrência do afloramento de rochas cristalinas do Pré-Cambriano, sedimentares do Cretáceo e de sedimentos cenozoicos consolidados.

As praias, dunas e enseadas sob influência dos promontórios apresentam certa fragilidade a certos tipos de uso, a exemplo dos portos e marinas, que podem ocasionar o desaparecimento de dunas e gerar erosão nas praias.

Dentre os estudos a cerca desta temática, notadamente, e de grande importância, aqueles conduzidos por Claudino-Sales *et al.* (2006) e Claudino-Sales e Carvalho (2014). Os mesmos têm sido majoritariamente classificatórios e descritivos, ocupando-se, sobretudo com a interpretação dos fatores naturais na zona de interação terra-mar.

Desse modo, propõe-se estender os olhares ao encontro do conflito entre a dinâmica natural e a intensificação das atividades humanas nas áreas mencionadas, segundo uma abordagem geoambiental do meio físico, a partir de um levantamento de informações dos recursos naturais em uma base de dados material, oriunda de ferramentas de sensoriamento remoto, e das interpretações de resultados de trabalhos de campo anteriores.

O produto final a que se propõe o presente estudo constitui-se em um mapeamento sobre uso e ocupação das zonas de maior relevância socioespacial, quais sejam: Enseada do Mucuripe e Porto do Pecém.

AS PONTAS LITORÂNEAS

As pontas litorâneas são acidentes geográficos caracterizados como massas de terra que adentram ao mar, e ocorrem onde existem afloramentos de rochas mais resistentes na linha de costa, sendo comuns em todo o mundo. As pontas formam notadamente baías e enseadas, à medida que o poder erosivo das ondas vai escavando as porções menos resistentes do litoral.

Nas perspectivas de Claudino-Sales *et al.* (2006), o litoral cearense apresenta-se numa configuração, conforme modelo proposto por Yasso (1965), de *headland-bay beach*. Esse modelo caracteriza-se por uma série de formas planas côncavas voltadas para o mar, resultante de ação erosiva causada pelos processos de transporte e erosão das ondas dentro da zona de sombra atrás do promontório, cuja fisiografia pode-se dividir em duas partes principais: (1) segmento de maior curvatura, correspondendo à porção imediatamente a sotamar do promontório, e (2) segmento de menor curvatura, que abrange desde o final da primeira parte ao início do promontório seguinte, conforme demonstrado na Figura 1 (CARVALHO *et al.*, 2007).

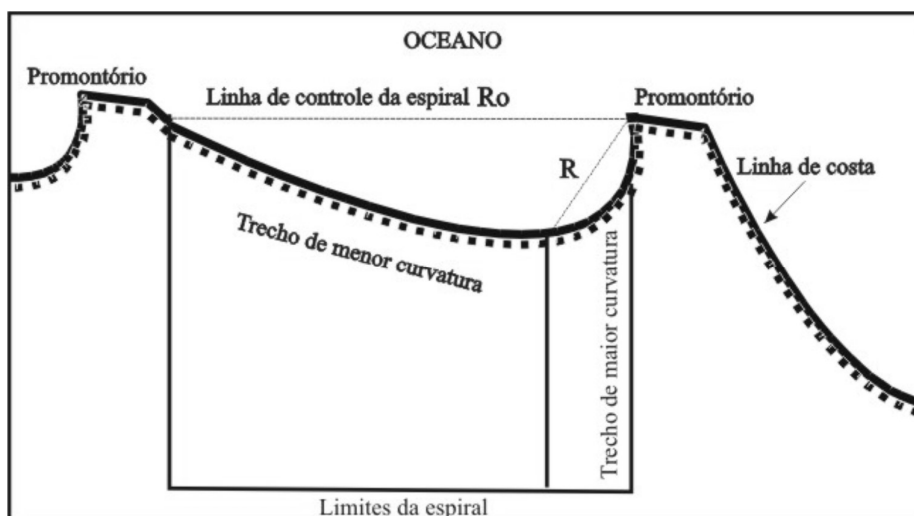


Figura 1. Modelo conceitual da fisiografia costeira em espiral.

Fonte: Carvalho *et al.* (2007).

Os locais de acumulação mais expressivos nos promontórios, à barlamar, podem gerar campos de dunas. Estas dunas ao transpassarem o topo das pontas são, conforme nomenclatura adotada por Claudino-Sales e Carvalho (2014), chamadas de dunas *bypass* ou de transpasse. Fenômeno semelhante ocorre com os sedimentos transportados por processos de deriva litorânea por reflexão, refração e difração de ondas.

Nesse contexto insere-se o elemento climático, particularmente a Zona de Convergência Intertropical, constituindo o maior influenciador do clima no estado do Ceará. Esse sistema atmosférico controla, em suas oscilações anuais, as

estações seca e chuvosa, bem como a ocorrência ou não de estiagem (SOUZA *et al.*, 2009). Desse modo, as chuvas concentram-se em poucos meses do ano (fevereiro a maio), tendo grande impacto na velocidade do vento e no transporte eólico de sedimentos e dunas, em decorrência da presença ou falta de umidade.

Os ventos nessa região constantemente sopram de quadrantes de leste para oeste, podendo variar entre nordeste e sudeste sob forte influência dos alísios. Isso gera dunas bem desenvolvidas orientadas paralelamente à direção dos ventos, quais sejam: dunas fixas e dunas móveis transgressivas. Na porção oeste do Ceará as dunas móveis podem atingir até 50 m de altura, com uma taxa de migração média de 11 m/ano. Do mesmo modo, as ondas sofrem grande influência dos ventos unidirecionais, atingindo a costa em ângulos quase constantes e próximos a 90°, podendo ser do tipo *sea* ou *swell*, com altura significativa de 1,1 m e frequência de 5 a 6 s (CLAUDINO-SALES; CARVALHO, 2014).

Desse modo, pode-se afirmar que a intensidade e angulação das ondas dependem, entre outros fatores, da sazonalidade climática. Pois na estação seca ventos mais fortes atingem com mais frequência o litoral, intensificando a corrente de deriva litorânea. A variação do nível do mar em decorrência do movimento de marés, cuja amplitude máxima é de 3,1 m e anual de 1,55 m (DHN, 2015), atuam em regime semi-diurno (CARVALHO *et al.*, 2007). Em alguns casos, devido à baixa declividade do litoral as marés podem vir a (des)cobrir grandes extensões de faixas intermarés de até 1 km, levando sedimentos para o interior do continente, expondo-os à ação dos ventos, reforçando a acumulação em dunas.

De certo modo, afirma Melo (2006), que a ocupação de terrenos geologicamente instáveis, acompanhada de obras de engenharia inadequadamente planejadas e executadas e a exploração desordenada dos recursos naturais são as principais causas dos impactos ambientais observados na zona costeira, além de outros fatores como a poluição das águas, a impermeabilização do solo, a interferência na dinâmica costeira, entre outros.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia empregada baseou-se na abordagem geossistêmica, de forma a realizar uma análise integrada dos elementos naturais da dinâmica costeira e das influências sociais sobre esta (MORAIS; SANTOS, 2007). Para tanto, realizou-se pesquisa bibliográfica em livros, artigos, teses e dissertações relacionados, além da análise de imagens via satélite Landsat 8 OLI, com Órbita/Ponto 217/062 e data de passagem do dia 23 de julho de 2016, disponíveis no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*USGS - United States Geological Service*). Utilizaram-se, ainda, mapeamentos realizados por outros autores e instituições governamentais, a exemplo da base vetorial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Os procedimentos técnicos operacionais adotados para a execução do presente estudo estão dispostos no Quadro 01.

Quadro 01. Procedimentos técnicos operacionais adotados para realizado do estudo.

Etapa	Materiais e Métodos	Variáveis	Objetivos	Resultado
Histórico da evolução socioespacial da área	Pesquisa bibliográfica e cartográfica, entrevistas com os populares e aquisição de dados estatísticos oficiais.	Ocupação, usos e intervenções.	Analisar a atuação de políticas públicas e privadas sobre as áreas durante o recorte histórico.	Elaboração do perfil socioespacial da área estuada.
Caracterização geambiental	Pesquisa bibliográfica e cartográfica, entrevistas com os populares, bem como dados estatísticos oficiais.	Geologia; geomorfologia; clima; dinâmica das ondas, ventos e marés; configuração dos processos de erosão/assoreamento.	Interpretar, descrever e caracterizar os processos e dinâmicas.	Elaboração do perfil descritivo da Corrente Litorânea.
Confecção dos produtos cartográficos	Imagens via satélite Landsat 8 OLI (USGS), imagens via <i>Google Earth</i> e vetores do IBGE.	Utilização das ferramentas do <i>QGIS Desktop</i> 2.10.	Reunir informações acerca das variáveis naturais em dados visuais.	Elaboração de mapas de uso e ocupação das terras.

Fonte: Organizado pelos autores.

Destaca-se que os mapas aqui elaborados com base nos dados georreferenciados, imagens via satélite e interpretação dos fenômenos e geofáceis, restringem-se por limitados recursos técnicos e operacionais. Entretanto, esses mapas aliados a visitação *in loco* das áreas estudadas subsidiaram a compreensão da fragilidade dos sítios em relação a falta de planejamento na construção dos equipamentos que a recobrem.

A zona costeira do Estado do Ceará situa-se entre as latitudes de 2°47'S e 4°50'S, com extensão de 577 km. Compõe-se de praias arenosas que variam de 50 a mais de 500 m, geralmente apresentando baixa inclinação, irregularmente interrompidas por pontas litorâneas, falésias, rochas-de-praias e estuários geralmente com larguras inferiores a 300 m, onde se desenvolvem manguezais. A área é também caracterizada pela ocorrência de pequenas ilhas-barreiras (CLAUDINO-SALES; CARVALHO, 2014).

De acordo com dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2015) o clima no estado é predominante Tropical Quente Semiárido, com grande variabilidade espaço-temporal. O litoral, por sua vez, sofre forte

influência marítima, que se caracteriza por apresentar clima Tropical Quente Subúmido, que exibe bastante regularidade térmica mensal e ao longo do ano (FUNCEME, 2011).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

A fim de ilustrar os processos presentes ao longo do litoral cearense, em relação à dinâmica costeira sob influência das pontas litorâneas, destacam-se os sítios de maior relevância, devido, em grande parte às recentes mudanças ocorridas, em decorrência da ação humana desde meados do século XIX, a saber: Mucuripe e Pecém.

Ponta do Mucuripe

A ponta do Mucuripe, onde se situa o Porto do Mucuripe, está localizada na cidade de Fortaleza, capital do Ceará e apresenta-se na forma de promontório baixo com aproximadamente 1,5 m de altitude, na maré média e composta por blocos descontínuos de quartzito pré-cambriano (CLAUDINO-SALES; CARVALHO, 2014).

Na Figura 2 pode-se notar uma zona de acumulação de sedimentos resultante da construção do espigão a leste da ponta com finalidade de impedir o transporte desses sedimentos, oriundos da deriva litorânea, ao interior do porto, em conjunto com um molhe a sotamar deste, mais antigo. Observa-se ainda que toda a área de *bypass* costeiro, sob ação dos ventos, está ocupada por construções e equipamentos urbanos.



Figura 2. Ponta e Porto do Mucuripe. Caracterização de zonas de acumulação em função das intervenções humanas.

Fonte: Claudino-Sales e Carvalho (2014).

Desde o início das obras de construção do porto nos anos 1940, várias intervenções foram necessárias a fim de melhorar as condições de navegabilidade no interior do porto, pela interceptação de sedimentos, da ordem 860.000 m³/ano (MAIA, 1998, apud CLAUDINO-SALES; CARVALHO, 2014).

Essas interrupções tanto iniciaram o processo de acumulação a barlamar da ponta, como demonstrado, quanto prejudicaram a reposição da linha costa a sotamar, sendo necessária a construção de diversos espigões na praia da enseada, o que ocasiona uma erosão verificada a mais de 50 km de distância a oeste (MAIA, 1998, apud CLAUDINO-SALES e CARVALHO, 2014). Devido a mudança na dinâmica de difração das ondas, formou-se entre o ancoradouro e o molhe de contenção oeste uma zona de acumulação denominada Praia Mansa, hoje incluída como área de lazer para o Terminal Portuário do Mucuripe (TPM).

A Zona de acumulação supracitada localiza-se a praia do Serviluz, situada no limite geográfico que determina a mudança de orientação da linha de costa no bairro do Cais do Porto. Esta é formada pela detenção de sedimentos do molhe do Titãzinho da Praia do Futuro. Nessa área, entendida como zona de *bypass*, serve como fonte de alimentação para formação de dunas, função essa interrompida pela presença do porto, das indústrias petrolíferas e da ocupação urbana (REBOUÇAS, 2010).

Desse modo, observa-se uma progradação da praia do Titãzinho decorrente da acumulação provocada pelo molhe de contenção e pela falta da ação de retirada de material por dragagem para realimentação de praia a sotamar, conforme exposto na Figura 3. Do mesmo modo, parte do sedimento que consegue ultrapassar o molhe se acumula no interior do molhe de proteção do porto fazendo emergir ali a Praia Mansa, cuja área foi ocupada, isso pode ser verificado em imagens de satélites mais recentes, até mesmo no *Google Earth*.

Disso resulta também o estreitamento da faixa de praia adjacente ao porto (Praia de Iracema), pelo déficit de sedimentos transportados causando um processo de erosão que se prolonga pelo litoral cearense a oeste. Soma-se a isso o contínuo processo de ocupação urbana, com o porto servindo como ponto de atração de atividades econômicas. Esse recobrimento, sem planejamento age como anteparo à ação do *bypass* costeiro e fixa as dunas que alimentavam, em parte, o fluxo de sedimentos a sotamar, tornando-se necessárias intervenções constantes para a manutenção da linha de costa na cidade.

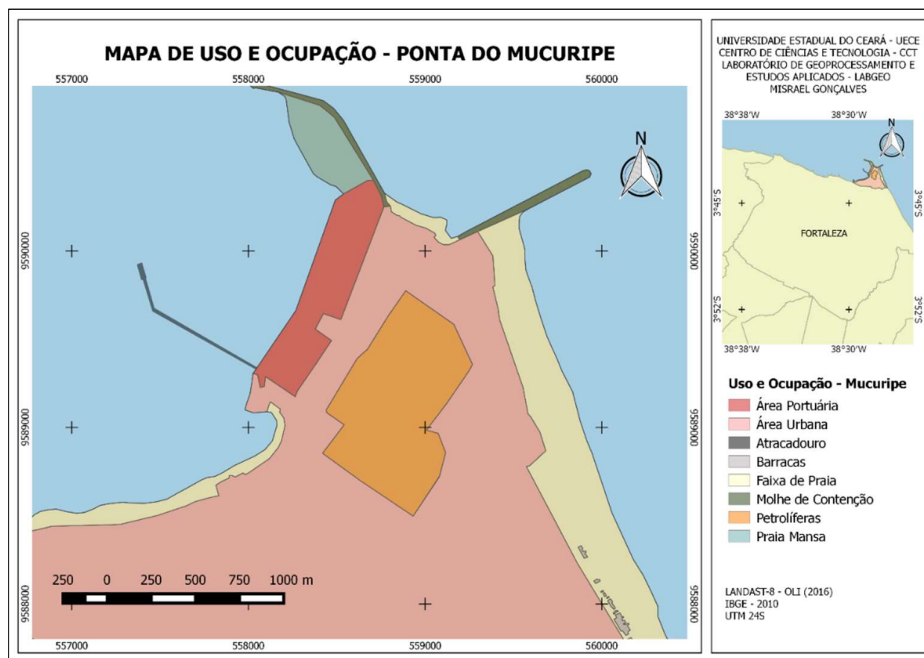


Figura 3. Uso e ocupação da Ponta do Mucuripe, obtido de imagens via satélite Landsat 8 OLI.

Fonte: USGS (2016). Elaborado pelos autores (2016).

Ponta do PECÉM

Localizada no município de São Gonçalo do Amarante, a 50 km de Fortaleza, a Ponta do Pecém constitui-se de um promontório formado por rochas cristalinas emersas e submersas, geralmente recobertas por dunas e sedimentos de praia, que influem na dinâmica de erosão e/ou assoreamento da praia adjacente. Esses fenômenos sofreram alterações desde a construção do Porto do Pecém em 1997. A integridade biótica da localidade ainda sofre com o desmatamento, para construção de lotes em regiões de dunas fixas, que causam sua desestabilização (ALBUQUERQUE, 2005).

Baseado nos estudos dos grupos responsáveis pela obra, VIEIRA *et al.* (2007) descrevem como a instalação do molhe de barramento provoca um assoreamento a barlamar e um processo de erosão a sotamar, além do surgimento de um pontal conectado à terra que cresceria após a construção do porto tipo *off-shore*. Esse fato desencadeou processos erosivos no *pier* do porto, que interceptou parte da deriva litorânea e promoveu o acúmulo de sedimentos no entorno e imediatamente a sotamar, conforme está representado nas Figuras 4, 5 e 6.

Após a instalação dos equipamentos e estruturas portuárias algumas configurações da dinâmica de erosão/assoreamento ocorreram, conforme são representadas nas Figuras 04 e 05. Neste perfil de 10 anos, pode-se observar certa estabilidade na linha de costa a barlamar do porto, mantendo-se praticamente inalterada. No entanto, a sotamar, na área de acumulação por *bypass* litorâneo confirmou-se o estabelecimento de um pontal, conectado à costa com a presença

de lagoas. Pode-se verificar ainda que esta feição está aumentando sua área em direção ao oceano em função da ação das ondas que se deslocam para oeste e provoca o assoreamento das lagoas, bem maiores no primeiro recorte, o que prolongou consideravelmente a faixa da praia adjacente à vila do Pecém.



Figura 4. Instalação da estrutura de suporte ao Píer.

Fonte: Magini et al. (2013).



Figura 5. Região Portuária do Pecém (Ago. 2004).

Fonte: Google Earth.

As mudanças na extensão da área recoberta por lagoas podem variar periodicamente, aparentemente em função da sazonalidade climática e sua irregularidade. Quanto às intervenções posteriores podemos constatar a expansão da área portuária a sudeste, além da instalação de vias de transporte sobre o campo de dunas formado por *bypass* costeiro. Não se constatou expansão da ocupação urbana neste período em direção à Ponta do Pecém.



Figura 6. Região Portuária do Pecém (Jul. 2014).

Fonte: Google Earth.

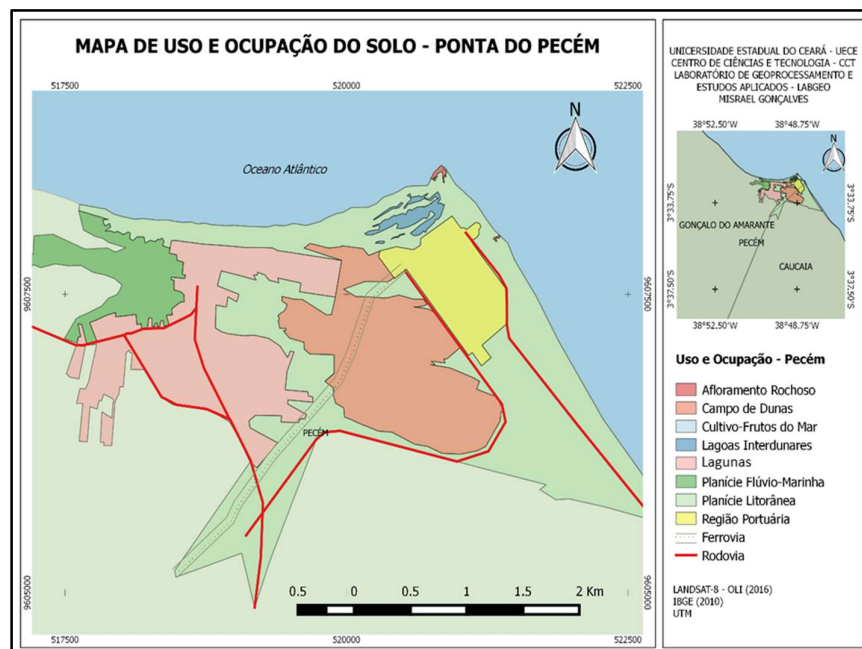


Figura 7. Uso e ocupação da Ponta do Pecém, obtido de imagens via satélite Landsat 8 OLI.

Fonte: USGS (2016). Elaborado pelos autores (2016).

Em estudos mais detalhados, Magini *et al.* (2013) fornecem base técnica para análise do mapa abaixo (Figura 7). Desse modo, pela configuração do *off-shore* do porto e pela lenta progressão da ocupação urbana em suas proximidades, a linha de costa da Ponta do Pecém, tanto no sentido SE-NW quanto L-W, mostra-se bastante alterada, tendo sido ampliados os pontais. Diga-se, também, que se tem intensificado a ação cumulativa dos sedimentos na praia em frente a vila, como pode ser visto nas ilustrações ao longo dos anos que sucedem sua construção, com um leve aumento da faixa de praia em frente à vila de pescadores do Pecém.

Tal fato pode modificar a dinâmica de *bypass* costeiro, criando novos campos de dunas e soterrando áreas costeiras.

O acompanhamento e o monitoramento dessas áreas, com a realização de estudos cada vez mais abrangentes auxilia o desenvolvimento de técnicas, operacionais e acadêmicas, em futuras intervenções em regiões com configuração semelhante. Serve, também, como meio informativo para aqueles que ingressam em carreiras relacionadas e leva a reflexão sobre a necessidade, como cidadão, de ações melhor coordenadas e com embasado planejamento, tanto do Estado quanto da iniciativa privada.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.F.C. Zona Costeira do Pecém: de colônia de pescador a região portuária. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia - ProPGeo. Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza - CE, 2005.

CARVALHO. A. M.; MAIA, L. P.; DOMINGUEZ J. M. L. A deriva e o transporte litorâneo de sedimentos no trecho entre cumbuco e matões - costa noroeste do estado do Ceará. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza - CE, v.40, n.1, p.43-51, 2007.

CLAUDINO-SALES, V.; CARVALHO A. M. de. Dinâmica costeira controlada por promontórios no estado do Ceará, nordeste do Brasil. Geociências, São Paulo - SP, UNESP, v.33, n.4, p.579-595, 2014.

CLAUDINO-SALES, V; PARENTE, L.P.; PEULVAST, J. P. Pequenas barreiras no estado do Ceará, Nordeste do Brasil. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, IV, Goiânia - GO, Anais... Goiânia: 2006, p.1-7.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha. Previsão de Marés - Porto do Mucuripe - Ceará. Disponível em <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/index.htm>> acesso em: 05 jul. 2016.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Perfil Básico Municipal - 2015 - Fortaleza. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2015/Fortaleza.pdf> acesso em: 03 jul. 2016.

_____. Ceará em Mapas - Precipitação Pluviométrica 2011. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/index.htm>> acesso em: 03 jul. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha municipal digital do Brasil: situação em 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/>. Acesso em 27 de agosto de 2015.

MAGINI, C.; MARTINS, A.H.O.; PITOMBEIRA, E.S. A Infraestrutura Portuária e Suas Influências na Sedimentação Costeira na Vila do Pecém, Ceará, Brasil. Geociências, São Paulo, v. 32, n.3, p.532-546, 2013.

MELO, J.B. Ocupação urbana e impactos ambientais de empreendimentos construídos na zona costeira de Fortaleza - CE. In: SILVA, J.B.; DANTAS, E.W.C.; ZANELLA, M.E.; MEIRELES, A.J.A. (Org). Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006, p.299-308.

MORAIS, A.C.; SANTOS, A.R. (Org.). Geomática e Análise ambiental. Vitória - ES: EDUFES, 2007, 182p.

REBOUÇAS, R.B.M. A Influência Portuária no Modelado e Reconfiguração da Orla: O Caso do Porto do Mucuripe e Praia do Serviluz (Fortaleza, Ceará, Brasil). Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia - ProPGeo. Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza - CE, 2010. 133p.

SOUZA, M.J.N.; MENELEU NETO, J.; SANTOS, J.O.; GONDIM, M.S.; BRITO, É.G. Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: Subsídios ao Macrozoneamento Ambiental e à Revisão do Plano Diretor Participativo – PDPFor. Prefeitura de Fortaleza, Fortaleza, 2009.

USGS - United States Geological Service (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Earth Explorer - Collection - Landsat Archive. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em junho de 2015.

VIEIRA, L.A.A.; PITOMBEIRA, E.S.; SOUZA, R.O. Verificação e Comprovação das Modelagens Hidrodinâmica e de Transporte de Sedimentos na Área Costeira do Porto do Pecém. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XVII, São Paulo - SP, Anais... São Paulo: 2007, p.1-20.

Contato com o autor: Maria Lúcia Brito da Cruz <lucia.cruz@uece.br>

Recebido em: 15/07/2016

Aprovado em: 14/11/2017