



MONITORIZAÇÃO DE CURTO PRAZO DA PRAIA DO ICARAÍ (CAUCAIA, CEARÁ, BRASIL) APÓS CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURA RÍGIDA DO TIPO BAGWALL PARA CONTROLE DA EROÇÃO

Davis Pereira de Paula¹, João Alveirinho Dias², Marco Antônio Lyra de Souza³, Carlos de Araújo Farrapeira Neto⁴ e Eduardo Lacerda Barros⁵

¹Doutor, Professor Assistente, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Avenida Dr. Guarany nº. 317, Derby, CEP.: 62.040-370, Sobral-CE, Brasil. E-mail: davispp@yahoo.com.br.

²Doutor, Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005 Faro, Portugal. E-mail: jdias@ualg.pt.

³Engenheiro, Consultor Associado *Green Consult* do Brasil, Condomínio Aldebaran Ômega, Quadra – I, 26, Tabuleiro dos Martins, CEP 57080-900, Maceió, Alagoas, Brasil. E-mail: marcolyra2@yahoo.com.br.

^{4,5}Mestrandos, Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE e Programa de Pós-graduação em Ciências do Mar Labomar/UFC. Avenida Paranjana 1700, Itaperi, CEP.: 60740-000, Fortaleza-CE, Brasil. E-mail: carlosfarrapeira@gmail.com e eduardo.lacerda@gmail.com.

Resumo:

Este artigo avalia a resposta morfo-sedimentar de um trecho costeiro intervencionado por uma estrutura rígida de combate à erosão costeira, bem como das zonas adjacentes a barlamar e sotamar. O estudo foi realizado na Praia do Icarai, Caucaia-CE, Brasil. Em 2010, foi construído nessa praia um dissipador de energia do tipo *Bagwall*, com extensão de aproximadamente 1,5 km distribuída paralelamente à costa. A metodologia empregada está baseada na monitorização contínua de seções de controle a partir de informações topográficas, sedimentológicas e oceanográficas. Foram realizados 18 campanhas de campo entre os meses de julho/11 e dezembro/12. A monitorização permitiu avaliar o funcionamento do sistema evolutivo da Praia do Icarai, sujeito a mudanças induzidas por eventos extremos (ressacas do mar). Os resultados obtidos com a monitorização permitem distinguir a capacidade que cada trecho avaliado tem de absorver as mudanças morfo-sedimentar induzida pela atuação da hidrodinâmica local, especialmente nos trechos antropizados/artificializados.

Palavras-chave: Erosão, proteção costeira, estrutura rígida e dissipador de energia.

Tema: Engenharia e proteção costeira

Tipo de Comunicação: Oral

Introdução e justificativa do tema

Nas últimas décadas, fatores como o aumento da pressão humana, o desenvolvimento urbano, a antropização das bacias hidrográficas e o desenvolvimento de atividades econômicas (como o turismo) contribuíram para diminuição do fornecimento de sedimentos ao litoral. À medida que o homem aumenta sua capacidade de intervir e modificar a paisagem é reduzida a quantidade de sedimentos que, por via fluvial, alimentam a deriva litorânea. Consequentemente, os problemas ligados à erosão costeira são agravados (Dias, 1993). O mesmo autor destaca, ainda, que as estruturas de engenharia costeira e a degradação dos sistemas naturais (e.g.: dunas, falésias e planície flúvio-marinha) também são responsáveis pela erosão costeira e pelo consequente recuo da linha de costa.

As obras de engenharia costeira têm, em geral, sido utilizadas largamente em todo o mundo para amenizar os problemas afetos ao recuo da linha de costa (sejam eles patrimoniais, sociais, culturais, econômicos e ambientais) (Paula et al., 2012). O presente avalia o uso de um componente de controle que visa reduzir ou mitigar a erosão costeira. A estrutura rígida que foi avaliada é do tipo *Bagwall* e foi



instalada, em 2010, na Praia do Icaraí no Município de Caucaia (litoral Nordeste do Brasil), distante 15 km de Fortaleza, capital do Estado do Ceará.

O *Bagwall* é uma estrutura rígida construída paralelamente à costa, separando terra e mar. A sua estrutura assemelha-se a uma escadaria (degraus), forma projetada para dissipar a energia das ondas e evitar que o espraio máximo das ondas (*wave run-up*) atinja a frente urbana marítima e provoque danos físicos e prejuízos econômicos, sociais e patrimoniais. A estrutura construída na Praia do Icaraí é composta por 11 (onze) degraus e utiliza formas geotêxteis preenchidas com concreto (Souza, 2008 e 2011) (Figura 1).



Figura 1. A) Imagens da construção do *Bagwall* na Praia do Icaraí. Na foto é possível acompanhar o preenchimento das geofôrmas com concreto; B) Seção construída do *Bagwall* paralelamente à costa contendo onze degraus a contar da base da obra (referenciada ao zero hidrográfico) até a viga de coroamento.

Nesse trecho costeiro, desenvolveu-se a principal estância de veraneio do Ceará na década de 1960. A ocupação urbana do litoral de Caucaia ocorreu nas praias mais próximas a Fortaleza em direção ao litoral do município vizinho (Pecém) (Lima, 2002; Moraes et al., 2005a e 2005b; Moura et al., 2012). O litoral de Caucaia tem sofrido uma evolução acentuada ao longo das últimas três décadas, como resultado não só da vilegiatura que se desenvolveu entre as décadas de 1970 e 1980, mas também da erosão costeira que destruiu parte do patrimônio edificado entre as décadas de 1990 e 2000, o que levou à artificialização do litoral por obras rígidas de proteção costeira, nomeadamente enrocamentos e muros de alvenaria, levando ao declínio as atividades socioeconômicas que ali foram instaladas. Consequentemente, as dunas e a alta praia foram fixadas por equipamentos urbanos (e.g.: estradas, calçadas, condomínios de apartamentos, casas de veraneio e barracas de praia). Várias intervenções foram realizadas ao longo dos últimos 20 anos na tentativa de minimizar os danos ambientais, patrimoniais e econômicos afetados a essa questão.

Em caráter emergencial, devido aos graves problemas de erosão marinha que se verificavam, a Prefeitura Municipal de Caucaia autorizou a construção do dissipador de energia *Bagwall* voltada ao combate da erosão marinha. O objetivo deste trabalho é o de apresentar alguns resultados provenientes da monitorização do trecho costeiro afetado por essa estrutura e zonas adjacentes a barlamar e sotamar.

Metodologia

A monitorização da estrutura construída na Praia do Icaraí foi efetuada através de cinco seções de controle, sendo que, para este trabalho, foram analisadas apenas três seções (designadas de S1, S3 e S5): uma seção na área de influência direta da obra (S3) e duas seções na área de influência indireta (área de dunas antropizadas e naturais – S1 e S5) a barlamar e a sotamar da estrutura. Foram realizados



18 campanhas de campo entre os meses de julho/11 e dezembro/12. Em cada campanha foram realizados perfis topográficos transversais à praia, coleta de sedimentos superficiais, controle da variação da linha de costa e registro do clima de ondas (método tradicional de observação). Também foram utilizados dados de altura significativa de onda (H_s) obtidos através do modelo de previsão *Wave Watch* desenvolvido pelo *Centers for Environmental Prediction – NCEP/NOAA*. No Brasil, os dados são acessados na plataforma *on-line* do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE que utiliza o modelo de ondas oceânicas *WAVEWATCH 2.22*.

A resposta morfológica do trecho costeiro estudado foi avaliada através da execução de uma sequência de perfis de praia, em que foi utilizada uma estação total para posicionamento e aferição dos desníveis topográficos do terreno. Os perfis foram realizados sempre em marés baixas de sizígia ou seguidos de eventos de ressaca do mar. Todos os perfis de praia estão referenciados ao zero hidrográfico (ZH) da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha – DHN. Os perfis topográficos foram executados obedecendo ao método da Estadia (Birkmeier, 1981).

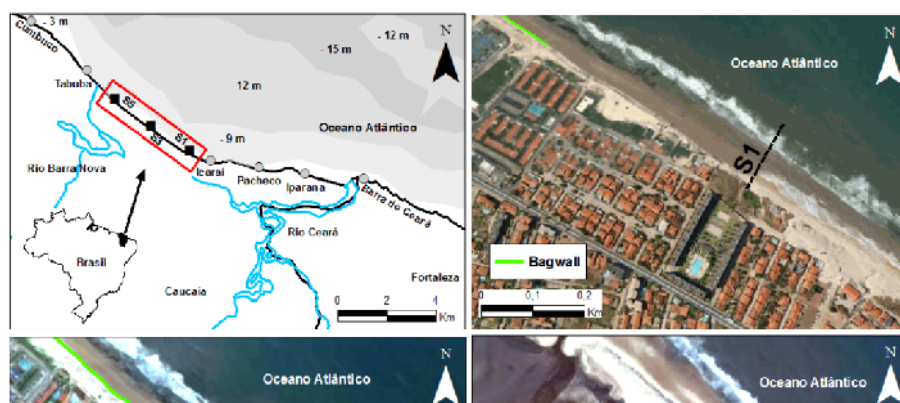
Durante o período de monitorização foram coletadas 180 amostras superficiais de sedimentos (até 5 cm) nas zonas de berma e estirâncio. As amostras foram sujeitas ao processamento habitual para análise granulométrica de sedimentos (Suguio, 1973), tendo sido peneiradas a intervalos de $1/4 \phi$. Na determinação dos parâmetros granulométricos utilizaram-se as formulações propostas por Folk & Ward (1957). O controle da linha de costa foi efetuado a partir do uso de um DGPS em módulo cinemático. As variações do nível de areia também permitem observar o funcionamento da estrutura. Nesse caso, mensalmente foi observado o número de degraus que se encontravam expostos no dia do experimento de campo.

A resposta morfo-sedimentar de uma praia é um importante parâmetro para identificação dos aspectos dinâmicos atuantes. As mudanças de textura e volume de areia são respostas às constantes mudanças impostas por ação das forçantes oceanográficas (e.g.: onda, maré, corrente e vento). Assim, o método de controle das variáveis físicas adotado neste estudo permite acompanhar os processos e as respostas morfológicas dos trechos costeiros monitorados ao longo da Praia do Icarai, especialmente o intervencionado com o dissipador de energia.

Caracterização da área de estudo

O litoral de Caucaia, Nordeste do Brasil, está inserido na macrorregião pertencente à Região Metropolitana de Fortaleza – RMF (composta por 15 municípios), distante 20 km de Fortaleza, capital do Estado. O trecho costeiro em questão tem aproximadamente 25 km de extensão, sendo limitado pelo Rio Ceará, a leste, e pelo Porto do Pecém, a oeste, incluindo cinco praias principais: Iparana, Pacheco, Icarai (área de estudo), Tabuba e Cumbuco. Vale destacar que das cinco praias, apenas a Praia do Cumbuco não apresenta, ainda, sérios problemas de erosão costeira.

A Praia do Icarai, na sua totalidade afetada pela erosão costeira, tem pouco mais de 4 km de linha de costa, dos quais mais de 65% estão artificializados por infraestruturas urbanas correspondendo o restante a corpos dunares, em geral com falésia de erosão marinha na parte frontal. Esta praia está compreendida entre a desembocadura do Rio Barra Nova, a oeste, e a Praia de Pacheco, a leste (Figura 2). Com base na análise de imagens satelitárias, Moura et al., 2012 determinaram taxas de recuo da linha de costa da ordem 7,6 m (quase 1 m/ano) entre 2004 e 2011. Devido a esta erosão costeira violenta tem-se verificado a destruição de muros, escadas, residências, barracas, restaurantes e estruturas de proteção.





11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

11º Simposio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países da Expressão Portuguesa. VI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa.
27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

Figura 2. Localização da área de estudo.

A população fixa do Município de Caucaia é de aproximadamente 350 mil habitantes, aumentando muito nos períodos de férias com a chegada de turistas e veranistas. A base econômica do município é centrada na indústria de transformação, na administração pública e nos serviços (incluindo o turismo) (IPECE, 2010). Conforme o relatório de indicadores turísticos elaborado pela Secretaria do Turismo do Estado do Ceará - SETUR, Caucaia é o município mais visitado por turistas que ingressam ao Ceará Via Fortaleza (mais de 17% do total) (SETUR, 2012). O mesmo relatório também aponta que, das dez praias mais visitadas do Estado, duas estão localizadas no Município de Caucaia, designadamente as praias de Cumbuco (a mais visitada) e Icaraiá (a quarta mais visitada). Além disso, Caucaia desponta no cenário estadual com o terceiro maior Produto Interno Bruto Nominal (IBGE, 2011). Esses são aspectos econômicos, sociais e ambientais que tornam esse trecho costeiro importante e interessante do ponto de vista da gestão costeira.

O litoral de Caucaia, retilíneo, é caracterizado por praias arenosas que transitam para corpos dunares, em geral afetados por falésias marinhas na parte frontal. Com frequência existem, paralelamente à linha de costa, afloramentos de rochas de praia (*beach rocks*) (Figura 3). Bordejando o litoral podemos observar os sedimentos dos Tabuleiros Pré-Litorâneos pertencentes à Formação Barreiras que, em alguns trechos, são recobertos por vastos campos de dunas. O clima com influência semiárida apresenta baixa amplitude térmica anual (valor médio das máximas é de 30°C; mínimas de 24°C). As condicionantes climáticas são influenciadas pela ação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e pelas variações sazonais de fenômenos como *El Niño* (períodos severos de estiagem) e *La Niña* (marca o período com precipitações acima da média da região).





Figura 3. Presença de rochas de praia dispostas longitudinalmente no contato entre a zona intertidal e a ante-praia. A seta amarela marca o início do Bagwell.

As marés da região são do tipo semidiurno apresentando valores mínimos de até -0,2 m e máximos de 3,87 m (INPH, 1996). Em 95% do ano, as ondas que atingem esse litoral possuem direção média de incidência de ESE (ondas do tipo sea), seguida pela direção média de NNE (ondas do tipo swell). Mais de 75% das alturas significativas da onda (H_s) são inferiores a 1,5 m; os períodos são igualmente reduzidos, sendo praticamente a totalidade inferior a 7 s. Também se pode observar que trens de ondas com altura significativa igual ou superior a 2,0 m ocorreram com uma frequência de 1,38% ao ano. A maior parte desses trens de ondas (1.24%) vem de direções médias de incidência de E até ESE. Aproximadamente 88% dos registros de ondas apresentaram H_s entre 1.0 m e 1.8 m. Deste total, 29% apresentaram direção média de incidência das ondas vinda dos quadrantes N até NE (Figura 4). Os trens de ondas mais frequentes (65.54%) apresentaram períodos de pico curtos, entre 4 s e 8 s. Períodos de pico longos, iguais ou superiores a 14 s, ocorreram com uma frequência de 8.24% ao ano e foram registrados para as direções médias de incidência das ondas correspondentes aos quadrantes N até ENE.

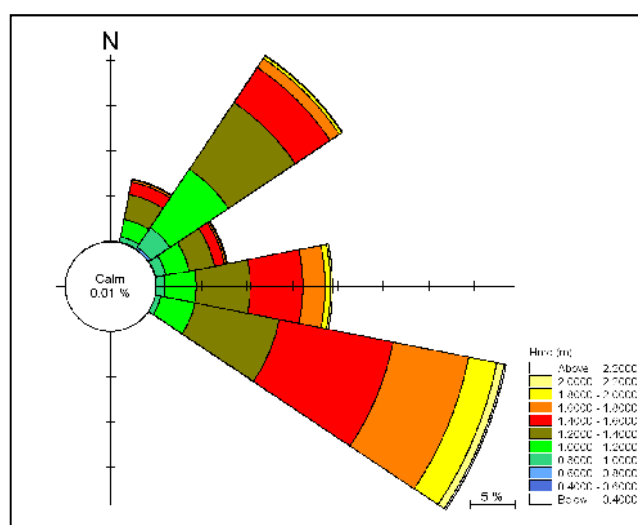


Figura 4. Rosa anual das ondas. Fonte: Os dados utilizados foram extraídos do relatório de ondas do Porto do Pecém, o ondógrafo foi instalado na profundidade de 17 m.

Resultados e Discussão

Na seção 1, localizada a barlamar (leste) da estrutura, foi possível observar que o setor mais ativo do perfil de praia localiza-se entre as distâncias de 20-25 metros do referencial de nível (RN) adotado nessa seção. Nesse intervalo de distância, o valor referente ao desvio padrão do desnível topográfico foi de 0,65 m (valor mais significativo). Durante o período monitorado, houve um recuo da linha de costa de aproximadamente 4 metros, acarretando a destruição de parte da escadaria que dá acesso à praia. Na figura 5, é possível observar que a zona mais ativa do perfil está localizada junto ao pendor da face de praia, ou seja, na base da escadaria, comprometendo a estabilidade das estruturas urbanas aí construídas. Os sedimentos coletados nessa zona variam de areia média a areia muito grossa (1,0 Ø a 0,0 Ø), com presença de cascalhos, o que denota a ação de eventos de alta energia.

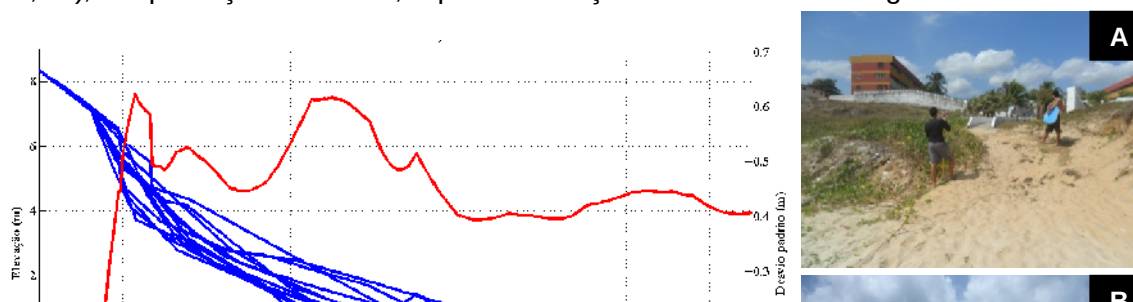




Figura 5. Variações do desvio padrão das cotas relativas ao NMM dos levantamentos da seção 1 na Praia do Icarai.

A) Base da escadaria de acesso à praia em setembro/11; B) Parte da base da escadaria foi destruída durante os eventos de ressaca do mar ocorridos em março/13.

Na seção 3, influenciada diretamente pela estrutura de engenharia costeira, foi possível constatar que o setor mais ativo do perfil encontra-se na base da obra (a 22 m do RN/desvio padrão de 0,9 m). Isso explica a brusca variação no nível de areia que ocorre nesse trecho da praia. Durante o monitoramento, apenas em 2 meses (nov/11 e dez/11), 90% dos degraus estavam totalmente cobertos por areia, enquanto que, no restante do tempo, em média, 50% dos degraus ficam cobertos de areia. Em meses em que ocorreram ressacas do mar, a variação do nível de areia foi tão grande que todos os degraus (total de 11) ficaram expostos. A variação do pacote sedimentar, induzida pela agitação marítima, foi bastante acentuada. A maior variação volumétrica mensal ao longo do período de monitorização ocorreu entre os meses de julho e agosto de 2011, apresentando um déficit no balanço sedimentar de 188 m³/mês (Figura 6). Comparando os perfis de praia obtidos na primeira campanha de campo (julho 2011) e na última (dezembro 2012), consta-se que a variação do envelope sedimentar foi de apenas -78m³, o que pode evidenciar certa tendência para estabilidade. Diferentemente do que se verificou a barlar, nesse trecho intervencionado não se registraram danos ao patrimônio edificado. Na Figura 6 é nítida a influência da estrutura na resposta morfológica da praia, zonando o transecto do perfil (Z1 e Z2). Z1 corresponde à resposta direta da dissipação da energia de onda nos degraus do *Bagwall*, ou seja, do alcance máximo das ondas associado com empilhamento da massa de água junto à costa, fatores que contribuem para o galgamento da estrutura com consequente deposição dos sedimentos que estavam sobre os degraus na retroárea da obra, situação que provoca uma intensa variação no pacote sedimentar. É de ressaltar que os sedimentos transitados para retaguarda da obra não retomam naturalmente ao sistema praial. A morfologia na zona assinalada com Z2 é resultante da interação da onda refletida com a onda incidente, acarretando um acúmulo de areia. A textura dos sedimentos também apresenta a mesma distribuição da seção 1 – variando de areia média a areia muito grossa com presença de cascalhos. Os sedimentos mais grossos são testemunhos da atuação de eventos extremos. Os seixos encontrados nessa praia são oriundos da abrasão marinha da falésia localizada a leste desse ponto.

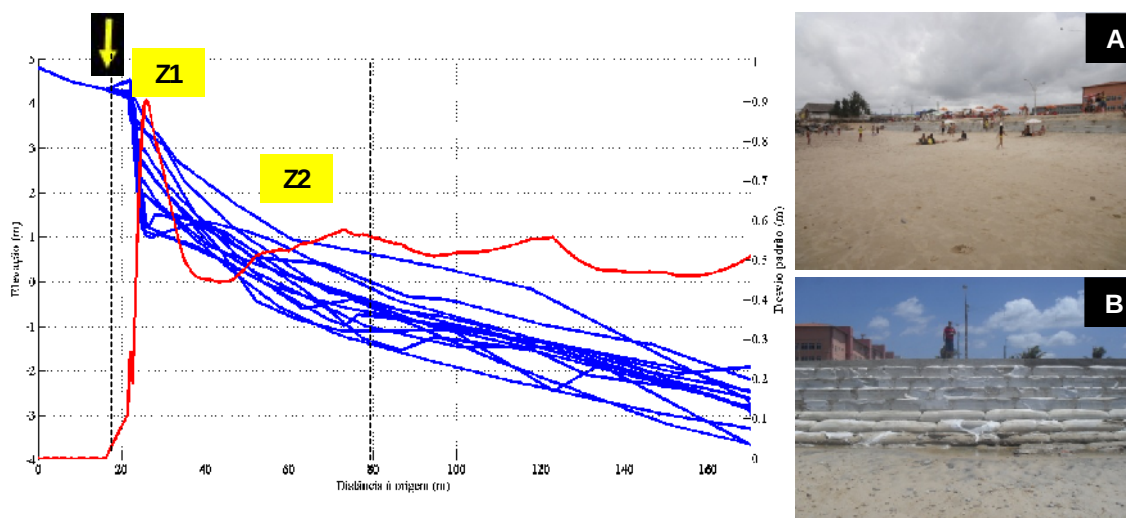




Figura 6. Variações do desvio padrão das cotas relativas ao NIMM dos levantamentos da seção 3 na Praia do Icarai. A) *Bagwall* em julho/11 com apenas três degraus expostos; B) O mesmo trecho um mês depois (agosto/11) com oito degraus expostos. As fotos demonstram a intensa variabilidade do pacote sedimentar nesse trecho da Praia do Icarai. A seta amarela indica a viga de coroamento do *Bagwall*.

A seção 5 está localizada a sotamar (oeste) da obra, em uma região de dunas frontais quase sem antropização. Nesse trecho costeiro o setor mais ativo do perfil incide sobre a base da duna, provocando o seu recuo. Durante o período de estudo, foi observado um recuo médio da linha de costa da ordem de 4 metros (Figura 7), provocando a exumação dos sedimentos da Formação Barreiras que se encontravam capeados (Figura 7A). Em determinados períodos, a erosão foi tão severa que, em caráter emergencial, foram erguidos diques de concreto para proteção do patrimônio edificado (Figura 7B). A resposta morfológica dessa seção aponta para uma situação de erosão da base da duna acompanhada de transporte e deposição do material nas zonas topograficamente inferiores. O intenso transporte eólico foi responsável pelo carreamento de areia para o interior, robustecendo o corpo dunar. Como é óbvio, estas areias não retornam à praia, o que provoca um déficit no balanço sedimentar praiial. A zona da seção 5 corresponde a uma área com predomínio do regime de colisão (*Collision regime*), isto é, o espraio máximo das ondas atinge a base da duna, erodindo-a. Os sedimentos variam de areia fina (agitação marítima de baixa energia) a areia grossa com presença de cascalhos (agitação marítima de alta energia).

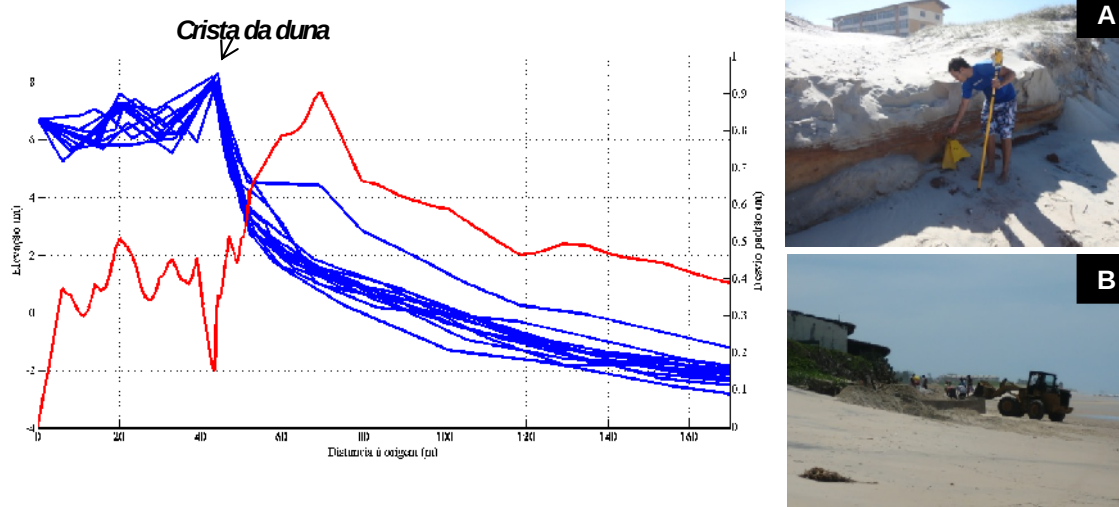


Figura 7. Variações do desvio padrão das cotas relativas ao NIMM dos levantamentos da seção 5 na Praia do Icarai. A) Construção de diques de concreto para proteção costeira em abril/12; B) Afloramentos dos sedimentos pertencentes à Formação Barreira em outubro/12.

Em termos de mobilidade do limite interno do terraço de maré – que também pode refletir a variabilidade espacial do Zero Hidrográfico ao longo do tempo – observou-se que, no perfil S1, a variação foi de 49 m em direção à frente litorânea urbana, situação preocupante do ponto de vista patrimonial, visto que os



equipamentos urbanos desse trecho estão vulneráveis à erosão costeira. No perfil S3 podem ser considerados dois períodos distintos: o primeiro relacionado à finalização da obra (julho de 2011 a dezembro de 2011), em que a variabilidade foi de 36 m em direção à zona urbana; o segundo (referente ao período pós-obra – janeiro de 2012 a dezembro de 2012) com mobilidade de 12 m no mesmo sentido. No perfil S5, por se tratar de um trecho natural, e apesar de se localizar a sotamar, apresentou uma migração de apenas 12 m em direção ao continente (Figura 8).

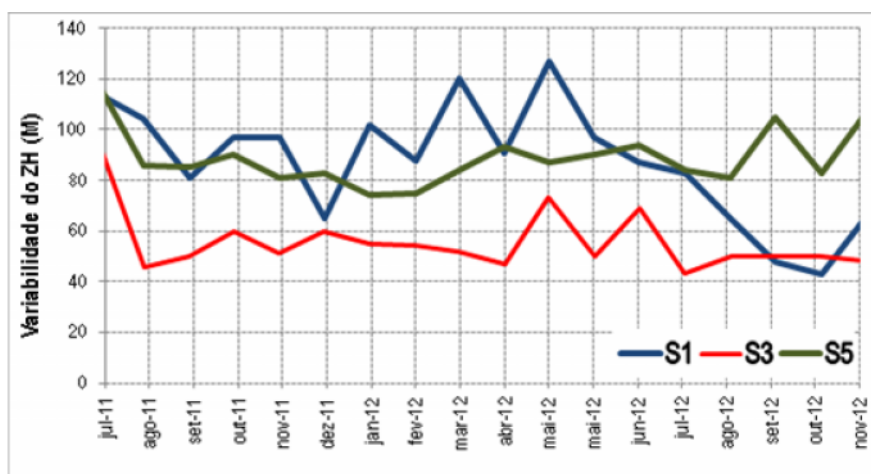


Figura 8. Representação gráfica da variabilidade do Zero Hidrográfico em relação ao Referencial de Nível (RN) de cada seção de controle.

Em termos de correlação das seções, adotamos, em um primeiro teste, a associação linear de Pearson para observar se há singularidades nas respostas morfológicas das seções de controle. Os valores de correlação obtidos para as correlações S1vsS3 e S3vsS5 indicam que a concordância transversal dos perfis é considerada fracamente positiva ($0,1 \leq r \leq 0,5$), enquanto que a correlação S1vsS5 é considerada ínfima negativa. Apesar da fraca correlação existente entre as seções, os valores dos coeficientes apontam para um comportamento um pouco mais ajustado entre o trecho em que a duna está antropizada (S1) e o trecho em que linha de costa está artificializada pelo *Bagwall* (S3). Comparando os dois trechos limitados por dunas (S1 e S5), foi observado que a relação é praticamente inexistente.

Conclusões

A monitorização efetuada se mostrou eficiente para compreensão da atuação dos processos hidrodinâmicos / oceanográficos e a resposta morfológica da praia, especialmente nos trechos artificializados. Do exposto, parece poder concluir-se preliminarmente que a erosão costeira que atualmente se faz sentir ao longo da praia do Icarai foi algo amortecida no trecho intervencionado pelo dissipador de energia *Bagwall*. Nos demais trechos dessa praia a erosão costeira continuou a ser intensa, provocando prejuízos ao patrimônio edificado. Os resultados obtidos não permitem associar a erosão observada nas dunas a sotamar (oeste) com a construção da obra. Na área intervencionada, as atividades sociais (caminhadas, banhos de mar, futebol e surfe), que esmoreceram com a erosão, foram retomadas após a construção da estrutura de proteção.

É de ressaltar que a análise do comportamento da Praia do Icarai, quer nos trechos já afetados por estruturas de engenharia, quer nos que ainda não foram intervencionados, apenas pode ser corretamente efetuado tendo em devida consideração os contextos que caracterizam os sectores a barlamar, nomeadamente o que se tem verificado na bacia hidrográfica do rio Ceará e as sucessivas intervenções (espórões, estruturas longitudinais, dragagens, etc.) que têm ocorrido no litoral de Fortaleza.



Referencias

- Birkemeier, W. A. Fast accurate two person beach surveys. Coastal Engineering Technical AID 81-11. Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, 1-22, 1981.
- Dias, J. M. A. *Estudo de avaliação da situação ambiental e proposta de medidas de salvaguarda para a faixa costeira Portuguesa*. Revista de Geologia Costeira, 13-38, 1993.
- Folk, R. L., Ward, W. C. *Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters*. Journal of Sedimentary Petrology, 27 (1), 3-26, 1957.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produto Interno Bruto dos Municípios (2005-2009)*. Rio de Janeiro, 2011. 213p.
- INPH - Instituto de Pesquisas Hidroviárias. *Relatório final dos estudos em modelo físico reduzido de agitação do Porto do Pecém-Ce* (No. 71/96). Rio de Janeiro. 1996, 38 pp.
- IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará. *Perfil Básico Municipal de Caucaia*. Fortaleza, Ceará, 2010. 16p.
- Lima, S. F. Modelagem numérica da evolução da linha de costa das praias localizadas a oeste da cidade de Fortaleza, Ceará: trecho compreendido entre o rio Ceará e a Praia do Cumbuco. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- Morais, J. O., Pinheiro, L. S., Oliveira, G. G., Moura, M. R. *Morfodinâmica praial e suas implicações no surgimento de riscos no uso das praias de Iparana e Pacheco, Caucaia-CE*. In: II Congresso Brasileiro Oceanografia, Vitória-ES, 2005a.
- Morais, J.O., Pinheiro, L.S. & Oliveira, G.G. *Erosive processes and economic valoration impacts at Caucaia Litoral, Northeastern, Brazil*. In: CARICOSTAS 2005, 1:20-40, 2nd International Conference on Integrated Coastal Zone Management, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 2005b.
- Moura, M. R., Abreu Neto, J. C., Sousa, P. H. G. O. *Geoprocessamento aplicado à análise da evolução da linha de costa da Praia do Icaraí, Caucaia, Ceará*. In: 1º Simpósio de Integração das Ciências do Mar (I SICMar), São Paulo, 2012.
- Paula, D. P., Dias, J. M. A., Ferreira, O., Moraes, J. O. *High-rise development of the sea-front at Fortaleza (Brazil): Perspectives on its valuation and consequences*. Ocean & Coastal Management, 2012.
- Sallenger, A. H. Jr. *Storm Impact Scale for Barrier Islands*. Journal of Coastal Research, 16 (3), 890-895, 2000.
- SETUR – Secretaria do Turismo do Estado do Ceará. *Indicadores turísticos 1995-2012*. Fortaleza, Ceará, 2012. 29p.
- Souza, M.A.L. *Benefícios ambientais no controle de erosão costeira com uso do dissipador de energia Bagwall no litoral de Alagoas, NE Brasil*. Revista Gestão Costeira Integrada, 8(2), 2008. http://www.aprh.pt/rqci/pdf/rqci-126_souza.pdf.
- Souza, M.A.L. *Recuperação de Praias com o uso do Dissipador de Energia Bagwall no Litoral dos Estados de Alagoas e do Ceará, Brasil*. Revista Gestão Costeira Integrada, 11(4), 2011. http://www.aprh.pt/rqci/pdf/rqci-302_Souza.pdf.
- Suguio, K. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo, Edgard Blucher, 1973. 317p.