

O Balanço Sedimentar de Praias Urbanas como Ferramenta para Classificar e Gerir o Litoral Oeste de Fortaleza - Ceará, Brasil.

Soares¹, R. C.; Paula², D. P. de; Morais¹, J. O. de; Aquino¹, M. C.; Pinheiro¹, L. S. de

¹LGCO, Universidade Estadual do Ceará, Campus Itaperi, 1700, Fortaleza, Brasil,

raquelcavalcantesoares@gmail.com,

jader@uece.br

nanaquino@yahoo.com.br

lidriana@uece.br

²FCMA, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000-117 Faro, Portugal

davispp@yahoo.com.br ou dias@ualg.pt

RESUMO

O litoral de Fortaleza, cidade localizada no estado do Ceará, estende-se desde a Barra do Ceará até a Praia do Iate Clube. Área destinada ao lazer e à prática de atividades esportivas que se consolidou como destino turístico do Estado. Esse estudo tem por objetivo monitorar o litoral oeste de Fortaleza, a área de pesquisa adotada, avaliando a morfodinâmica e hidrodinâmica praial local através do balanço sedimentar, procurando-se traçar uma relação entre os sedimentos e a dinâmica sedimentar costeira, ressaltando o engordamento de praia e a erosão relacionados com parâmetros meteorológicos, hidrológicos, oceanográficos e antrópicos. Para tal análise, foram analisadas amostras sedimentológicas em 7 (sete) seções de monitoramento, no intuito de obter o estudo granulométrico com a finalidade de identificar a classificação hidrodinâmica da região litorânea de Fortaleza.

Palavras chave: Morfodinâmica, Hidrodinâmica e Dinâmica Sedimentar

ABSTRACT

The coast of Fortaleza, city located in the state of Ceará, extends from the Barra do Ceará to the Iate Clube beach. The use of this area as leisure place and sports has consolidated it as a touristic point of the state. This study has as objective to monitor the west coast of Fortaleza, the chosen research area, evaluating the beach morphologic dynamics and hydrodynamics using the the sedimentologic quantities analysis, trying to create a linkage between the sediments and the sedimentologic dynamic of the coast, aswell as emphatize the enlargement of the beach and the erosion related to metheorological, hydrological, oceanographical and anthropics parameters. To make such analysis possible, there were studied sediments samples in 7 (seven) places of monitoring, wishing to obtain the granulometric comprehension of these sediments and trace the hydrodynamic classification of Fortaleza's coastal enviroment.

KEYWORDS: Morphologic dynamic, Hydrodynamic and Sediments dynamic.

1. Introdução

As zonas litorâneas foram originadas a partir de processos continentais e marinhos de deposição sedimentar, por sua vez estes são subordinados as variações climáticas globais. A Zona Costeira, do ponto de vista espacial, é a estreita faixa de transição entre o continente e o oceano. Do ponto de vista da gestão, é o palco onde se acentuam os conflitos de uso, se aceleram as perdas de recursos e se verificam os maiores impactos ambientais devido, basicamente, à grande concentração demográfica e aos crescentes interesses econômicos e pressões antrópicas (AQUASIS, 2003). Esses ambientes estão sujeitos às intensas variações morfológicas promovidas, sobretudo, pela ação dos agentes hidrodinâmicos e antrópicos. Esses agentes são responsáveis pela entrada, permanência e saída de sedimentos, caracterizando assim a dinâmica sedimentar das praias. A praia é conhecida como sistemas dinâmicos, onde elementos básicos como ventos, água e areia interagem, resultando em processos hidrodinâmicos e deposicionais complexos (BROWN & MCLACHLAN, 1990). Essa dinâmica é responsável por processos erosivos e/ou progradacionais dos ambientes litorâneos, neste sentido, objetivou-se avaliar as tendências sedimentares, no litoral oeste de Fortaleza, a partir de o balanço sedimentar, além da compreensão da hidrodinâmica e morfodinâmica local.

2. Área de Estudo

O litoral Oeste de Fortaleza - LOF, área de estudo, compreende desde a Barra do Ceará até a Praia do Iate Clube. Região com exuberante beleza natural e potencialidades paisagísticas, voltadas para o setor do turismo, esta atividade econômica é responsável por novas oportunidades de emprego e renda para a cidade. Quem chegou para iniciar nossa colonização se deparou com uma costa belíssima. Há quem defenda a tese de que o primeiro espanhol a chegar ao Brasil aportou na Barra do Ceará, vislumbrando o cenário fascinante do encontro das águas do mar com o rio que faz brotar o manguezal e toda sorte de vida estuarina (Aquasis, 2003). Segundo a Lei de Uso e Ocupação do Solo, essas áreas destinam-se ao lazer e à prática de atividades esportivas, são áreas “non aedificandi”. De acordo com as informações da Lei de Uso e Ocupação do Solo do município de Fortaleza de 1996, a Praia de Iracema estende-se por uma faixa com largura variável e extensão aproximada de 1,28 km. Enquanto, a Beira-mar compreende a faixa de praia que envolve as praias do Ideal, Diários, Volta da

Jurema, Estátua de Iracema e Mucuripe, com largura variável e extensão de 3,9 km. Nesse estudo, considera-se faixa de praia como a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas oceânicas, acrescidas da faixa de material detrítico, tais como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural ou outro ecossistema ou até o primeiro logradouro público 9 km (Lei de Uso e Ocupação do Solo, Art.109,1996).

A área escolhida para o desenvolvimento da pesquisa já foi estudada por Assimk Pitombeira (1979); Moraes (1980); Maia (1990) que utilizou os mesmos pontos de monitoramentos de Moraes; Vasconcelos e Paula, entre outros. É uma localidade de relevante importância, que justifica um estudo contínuo e prolongado da área, devido englobar seções aterradas, delimitadas por espigões e na desembocadura do Rio Ceará. Além de ser um lugar atrativo turisticamente, onde é evidenciado o crescimento de hotéis e prédios residenciais. A Praia de Iracema possuiu sua fase de consagração como sendo o lugar de maior importância da cidade na década de 40. Nesse período a Praia de Iracema se consolidou como espaço de balneabilidade, se transformando em produto de consumo para a sociedade, usada para banhos de mar (SOUZA, 2007).



Fig. 1. Mapa de localização das seções de monitoramento.

3. Materiais e Métodos

O estudo teve início com o estado da arte que consistia em um levantamento bibliográfico sobre a área de estudo adotada, sua história, uso e ocupação e evolução local. Além de artigos que adotavam a morfodinâmica e hidrodinâmica praial e balanço sedimentar (erosão e progradação). São comuns trabalhos que avaliam processos de erosão e progradação da zona costeira, como: PINHEIRO (2000); MUEHE (2001); MEIRELES *et al* (1994).

A pesquisa concentrou-se em três locais estratégicos no LOF, compreendendo a Barra do Ceará, Praia de Iracema e Beira-mar, onde foram estabelecidas 7 (sete) seções de monitoramento (Fig. 1). Em cada ponto foram realizadas coletas bimensais de sedimentos na zona de pós-praia, mais especificamente no berma que é resultante da deposição efetuada pelas ondas no limite da zona de espraiamento; na zona intertidal ou estirâncio e na zona de antepraia, intervalo da zona litorânea que está permanentemente coberta por água, podendo, no entanto, ficar parcialmente descoberta excepcionalmente em eventos tempestivos, como sugeridos por MORAIS (1996) e MUEHE (1996). Os campos foram feitos em maré de sizígia. Os sedimentos coletados passaram por processo de análise granulométrica, onde cada coleta passou pelo processo de pesagem (100g), lavagem, secagem na estufa e peneiramento em um jogo de 12 peneiras de diâmetros diferenciados levadas para o *Ro tap* seguindo a metodologia desenvolvida por SUGUIO (1973). Posteriormente, análise e classificação quanto à textura. Os resultados foram compilados em banco de dados anexados ao Sistema de Análise Granulométrica - SAG, programa desenvolvido pela LAGEMAR-UFF. Ainda foram aferidos perfis topográficos até a isóbata de 4m, perpendicular à costa, com posterior redução do Referencial de Nível - RN ao zero Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN, para tal atividade utilizou-se a Estação Total e prisma. Os dados topográficos foram interpretados no programa Surfer 8.0, cuja finalidade foi confeccionar os perfis e calcular o volume sedimentar da praia em metros cúbicos, de acordo com as cotas e as coordenadas geográficas (latitude/longitude) de cada ponto aferido. Também foram realizadas medições de inclinação da praia nas zonas de transição entre a pós-praia e a zona intertidal e da zona intertidal para o antepraia utilizando um clinômetro. Finalizando as medições foram coletadas informações *in situ* do clima de ondas (período, direção e altura significativa de onda). Georreferenciamento através de GPS e registros fotográficos.

4. Resultados e Discussões

4.1 Classificação Sedimentar

Os sedimentos destas praias foram analisados, enfatizando os meses de setembro de 2007 a abril de 2008. No mês de setembro/07, os sedimentos variaram de areia média a muito fina, o que caracteriza a área como uniforme e, em sua totalidade, arenosa. Através da análise granulométrica foi possível caracterizar todos os pontos monitorados e que a zona de berma foi classificada como areia média (1,5•Ø•2,0) Segundo a classificação textural de Folk, denomina-se areia com cascalho esparso. Enquanto que a zona de antepraia dos mesmos foi classificada quanto à média como sendo areia fina (2,5•Ø•3,0), exceto o ponto 7, localizado na Barra do Ceará, que foi classificado como sendo areia média. Esta seção localiza-se na desembocadura do Rio Ceará, onde sofre influência marinha e estuarina, logo as descargas sólidas através de uma contra corrente gerada pelas incidências das ondas no espigão localizado na desembocadura podem estar lançando sedimentos nessa praia. A zona de estirâncio variou entre areia média a areia fina. Constata-se que as praias localizadas entre os pontos 1 e 2 (Iracema e Náutico), ou seja, sobre influência direta da sombra do quebra-mar do porto, são áreas de equilíbrio, sem muita dissipação de energia, conseqüentemente, por sedimentos finos. O Aterro da Praia de Iracema provém de uma feição submersa ao largo de Fortaleza, que apresenta sedimentos variando entre areias médias a grossas, o que explica os pontos 4 e 5, nessa localidade, terem areia predominantemente média. Porém, no mês de outubro/07 o ponto 4 apresentou areia fina no berma e na antepraia. No ponto 5, também houve a incidência de areia fina na antepraia. No mês de dezembro de 2007, estas duas seções voltaram a caracterizar-se por areia média. Neste mês a zona de berma das seções teve, no geral, a classificação areia média, exceto o ponto 3 (Diários) e o ponto 6, na Praia da Leste, que obtiveram como resultado areia fina. Vale salientar que o ponto 6 obteve areia fina nas três zonas de monitoramento (berma,estirâncio e antepraia). A zona de estirâncio predomina areia média, onde podemos destacar o ponto 7 que resultou em areia grossa. A zona de antepraia foi a área de maior variação, desde areia fina nos pontos 2,3 e 6; areia média nos pontos 4 e 5 até areia muito grossa no ponto 7. O ponto 1 destacou-se pela mudança mais brusca no sedimento, de areia fina no mês de setembro a areia grossa em dezembro.

Em abril de 2008, a zona de berma permaneceu com a sua quase totalidade classificatória em areia média. O ponto 3 classificou-se como areia fina e o ponto 5 areia grossa, constatando uma praia de grãos mais grossos. No estirâncio, os pontos 2 e 5 continuaram compostos por areia média. As seções 1, 3 e 4 caracterizaram-se por areia fina e as seções 6 e 7 apresentaram areia média nas três zonas. A zona de antepraia apresentou como caracterização areia média.

4.2 Balanço Sedimentar

Na **seção 1 - Iracema**, a retrogradação foi mais acentuada, sendo visualizada nos meses de maio e setembro de 2005 (- 60 e -1656,5m³) e em outubro e dezembro de 2007 e abril de 2008 (-765, -781,3 e -49,6 m³). A progradação se deu nos meses de março e julho de 2005 (1.097 e 1.294 m³) e setembro de 2007 e maio de 2008 (1815,5 e 230 m³). Apesar da perda acentuada de sedimentos, o balanço sedimentar final foi positivo com um acréscimo de 674,5m³ em 2005 e 269,2m³ em 2007 e 180,4m³ em 2008. A **seção 2 - Náutico** destacou-se por um balanço sedimentar positivo em 2005 e em 2008 e um balanço sedimentar negativo em 2007. Em 2005, houve uma acresção nos meses de março, julho e setembro (477,2, 127,8 e 3,7m³) e uma perda de -209,2m³ de sedimentos, totalizando uma média de 399,5m³ acrescidos. No ano de 2007, os meses de setembro e outubro tiveram perdas consideráveis de sedimentos (-397,955 e -386,7m³). O mês de outubro apresentou ganho de 774,455m³ de sedimentos, caracterizando um balanço negativo de -10,2m³. No ano de 2008 houve um ganho sedimentar no mês de abril (1238,9m³) e uma perda no mês de maio (-682,5m³). No geral, em 2008 houve uma acresção de 556,4m³. A **seção 3 – Diários** apresentou ganho de sedimentos nos meses de março, julho e setembro de 2005 (294,1, 163,8, e 284,6m³), setembro e outubro de 2007 (623,5 e 69m³) e maio de 2008 (462,8m³). As perdas foram verificadas nos meses de maio de 2005 (-68m³), dezembro de 2007 (-942,5m³) e abril de 2008 (-46m³). O balanço sedimentar foi positivo em 2005 (674,5m³) e em 2008 (416,8m³) e negativo em 2007(-250m³). As **seções 4, 5,6 e 7** foram analisadas somente no trimestre final do ano de 2007 e no primeiro semestre de 2008. A **seção 4 – Aterro Magna** teve um balanço sedimentar positivo de 6179,9m³ de sedimentos contabilizados nos meses de outubro e dezembro de 2007 e abril de 2008 (726,2, 4274,8 e 4208,8m³) e deduzido de maio/08 (-3029,9m³) . Na **seção 5 – Aterro Brisa**, houve um

acrécimo de 2.579m³ de sedimentos no mês de outubro e uma perda de 509m³, totalizando um balanço sedimentar positivo de 2070m³ em 2007. Em 2008, o balanço sedimentar foi negativo com um acréscimo de 2174m³ em abril e -2686,4m³ em maio, no final: -512,4m³ de sedimento. A **seção 6 – Leste** caracterizou-se por um balanço positivo em 2007 e 2008, com 834m³ em dezembro/07 e 172,3m³ em abril e 69,9m³ em maio de 2008 (balanço: 242,2m³). Por fim, a **seção 7 – Barra do Ceará** caracterizou balanço sedimentar médio negativo de -568,867m³/mês em 2007 e 598,6 m³/mês e 2008.

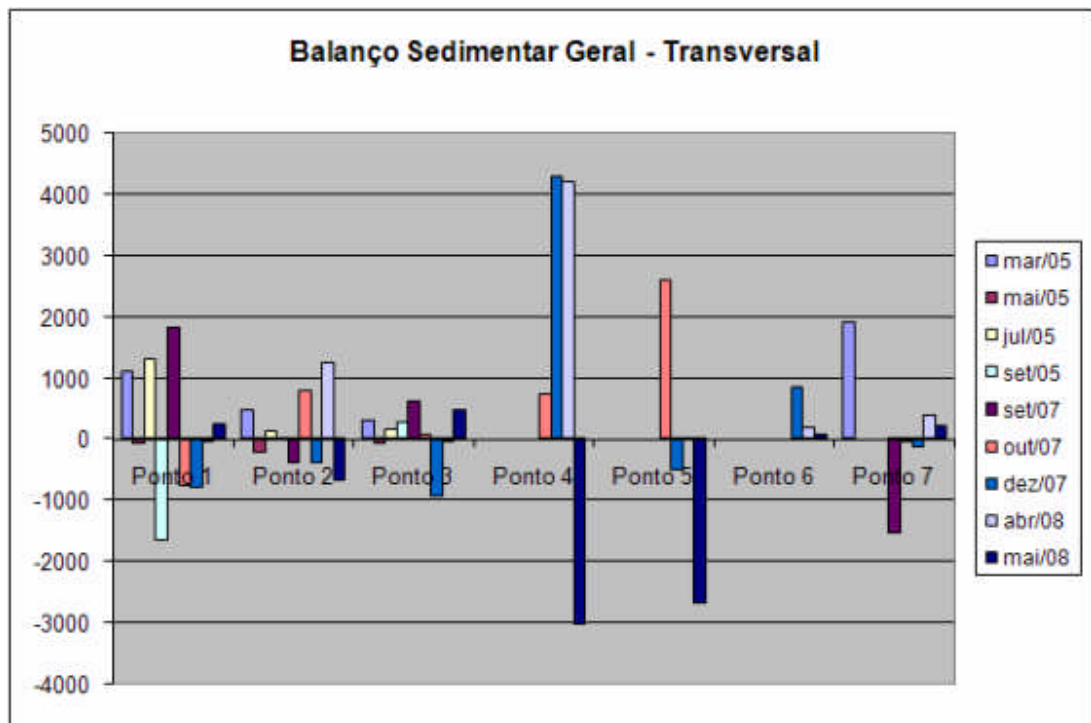


Fig. 2. Balanço sedimentar das seções monitoradas nos anos de 2005, 2007 e 2008.

4.3 Altura, Direção e Período de Onda

Nos campos realizados, foram coletados dados de onda, como altura, direção em que ela incide e período, afim de estabelecermos o tipo da onda (sea ou swell) e se esta é mais propensa a erosão ou acúmulo de sedimentos na praia.

A direção das ondas no litoral oeste de Fortaleza é basicamente E-NE e E-SE com ocorrência de ondas sea e NE quando há a ocorrência de ondas do tipo swell. Nos meses

analisados foi observada a predominância das direções de 104°, 106°, 110°, 100°, 98°, 94°, ou seja, ondas nas direções E-SE.

A média das alturas das seções avaliadas, em metros, foi: ponto 1 – 0,28m; ponto 2 - 0,32m; ponto 3 - 0,42m; ponto 4 - 0,48m; ponto 5 - 0,55m; ponto 6 - 0,52m e ponto 7 - 0,71m. O período médio de ondas foi de 8,86 a 10,64 s, o que classifica a onda, através da frequência, como onda de gravidade que é uma onda que possui o período entre 1 a 30s. Concluimos também que as ondas avaliadas são do tipo sea, por possuírem período menor que 12s.

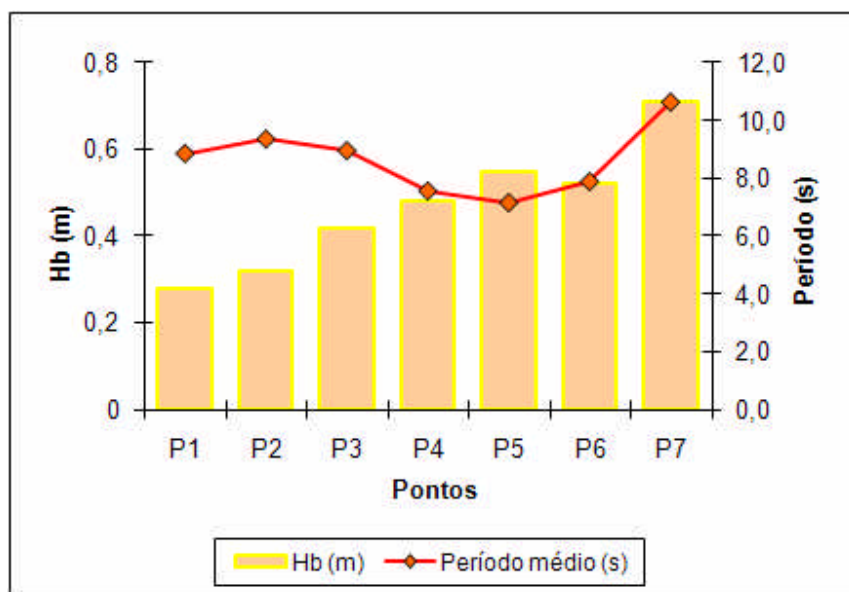


Fig. 3. Gráfico de altura e período de onda

5. CONCLUSÕES

A partir da classificação sedimentar e o posterior balanço sedimentar das praias do litoral oeste de Fortaleza, podemos concluir que as seções localizadas a leste do Aterro da Praia de Iracema apresentaram tendência à estabilidade sedimentar, proporcionando apenas pequenas variações sazonais, devido à influência direta da área portuária. O ponto 1, Iracema, sofreu modificação sedimentar, fato que pode ser esclarecido pela constante ação antrópica na seção, como exemplo temos a construção de um guia corrente ao lado da área monitorada. As seções localizadas no Aterro (4 e 5) estão limitadas por dois espigões perpendiculares que influenciam diretamente na movimentação sedimentar, ou seja, dependendo do ângulo de incidências das ondas, este pode se movimentar de leste para oeste ou de oeste para leste. Em suma, esse trecho

do litoral não apresenta indícios de erosão, pois os sedimentos ficam retidos entre as estruturas e movimentam-se de acordo com o clima de onda regente. A seção 6 da Praia do Pirambú, Leste, fica protegida por espigões, sofrendo maiores perdas apenas por ondas frontais. Os trechos com maiores indícios de erosão estão localizados a oeste do Aterro, a Praia da Barra do Ceará (seção 7), onde o clima de onda é mais agitado. Esse ponto sofre com o ataque das ondas na maré cheia com conseqüente destruição de equipamentos urbanos.

6. REFERÊNCIAS

AQUASIS.2003.A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a gestão integrada. Fortaleza. Gráfica e Editora Pouchain Ramos.

BIRKEMEIER, W. A. 1981. Fast, Accurate Two-Person Beach Survey. Coastal Engineering Technical Aid 81-11. U.S Army Engineer Waterways Experiment Station. *Coastal Engineering Research* Center, Vicksburg, Mississippi. 22p.

HOEFEL, F. G. 1998. **Morfodinâmica de Praias Arenosas: uma revisão bibliográfica**. Itajaí, editora da univali. 92p.

KLEIN, A. H. F. 1997. **Um método indireto para determinação do estágio morfodinâmico de praias oceânicas arenosas**. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 6. Curitiba. Resumo Expandido, Curitiba, Brasil: p. 401-406.

MAIA, L. P.; FREIRE, G. S. S.; PESSOA, P. R. S.; RODRIGUES, A. C. B.; MAGALHÃES, S. H. O. & ARAÚJO, P. S. A. **Transporte de Sedimentos na Região Costeira do Ceará. Fluxo de Sedimentos e Características Granulométricas**. XVII Simp. Geol. Do NE. Fortaleza-Ce. Vol. 15. P. 182-192, 1997.C

MEIRELES, A. J. A. **Introdução a Geomorfologia Costeira Cearense: Evidências de flutuações do nível relativo do mar e os processos litorâneos**. Fortaleza, 1997.

MORAIS, J. O. de. **Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras**. Revista de Geologia da UFC, Fortaleza-CE, v.9, p 191-242, 1996.

MUEHE, D. **Aspectos Gerais da Erosão Costeira no Brasil**. Revista Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 04, número 07, 97 - 110p., 2005.

PROJETO ORLA: **fundamentos para gestão integrada** / Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília: MMA, 2006.

SOUZA, E. C. de. **Praia de Iracema: Fatores de estagnação: de um espaço turístico à Beira-mar Fortaleza - Ceará.** Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Dissertação de Mestrado, Fortaleza, 2007.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia.** Ed. Edgard Blucher Ltda. 317 p., São Paulo-SP, 1973