



Revista de Gestão Costeira Integrada -
Journal of Integrated Coastal Zone
Management

E-ISSN: 1646-8872

rgci.editor@gmail.com

Associação Portuguesa dos Recursos
Hídricos

Morais, J. O.; Pinheiro, L. S.; Cavalcante, A. A.; Paula, D. P.; Silva, R. L.
Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal
de Maceió, Ceará, Brasil
Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,
vol. 8, núm. 2, 2008, pp. 61-76
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340124006>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil *

Coastal Erosion of Beaches near River Mouths: The Case of the Pontal de Maceió, Ceará, Brazil

Morais, J. O.^{1,2}, Pinheiro, L. S.², Cavalcante, A. A.², Paula, D. P.², Silva, R. L.²

RESUMO

Esse artigo tem por objetivo analisar a relação do processo erosivo com a dinâmica do rio Jaguaribe e a consequente desvalorização dos imóveis e declínio das atividades de lazer na Praia de Pontal de Maceió, no Município de Fortim, na costa leste do Estado do Ceará-Brasil. Inserida no vale do Rio Jaguaribe, uma das mais importantes bacias hidrográficas, no contexto hidrológico e histórico no Estado do Ceará, representa a única opção de lazer em praias oceânicas no Município de Fortim, atraindo cerca de 4.000 visitantes/ano. A beleza paisagística, as águas rasas e calmas nos baixios de marés, a cozinha regional, o clima bucólico e a proximidade de Fortaleza são os principais atrativos ao turismo. O déficit hídrico e as transformações sócio-espaciais no interior da bacia de drenagem nos últimos 40 anos repercutiram na evolução da zona costeira adjacente. Para avaliar a evolução da erosão e seu impacto no valor histórico, social e econômico dos imóveis foram correlacionados os dados de vazão regularizada dos reservatórios com as taxas de recuo da linha de costa para avaliar a interdependência entre essas duas variáveis. As taxas de recuo da linha foram calculadas baseadas em estudos pretéritos e levantamentos da morfologia praial no período de 2001 a 2006. Para validação das informações foram utilizados cálculos de recuos obtidos por técnicas de geoprocessamento em fotografias aéreas e imagens de satélites. Esta mesma técnica foi utilizada para obtenção do número de imóveis localizados em feições sedimentares importantes para o balanço sedimentar costeiro. Pesquisas sobre a evolução dos valores dos empreendimentos, infra-estrutura turísticas, atividades de lazer e análise da percepção dos locais sobre o impacto da erosão na desvalorização dos imóveis foram realizadas nos órgãos públicos e em campo com a aplicação de questionários. Dentre os resultados observados destacam-se a diminuição da vazão do rio Jaguaribe e consequente aumento da taxa de recuo da linha de costa de 17 m/ano para

1 Autor Correspondente: jader@uece.br

2 Universidade Estadual do Ceará, Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica-LGCO, Av. Paranjana, 1700, MAG-LGCO, Cep:60.740.000,(+55) 85 3101 9601, www.uece.br/lgo. Fortaleza, CE, Brasil

* Submissão – 29 Maio 2008; Avaliação – 11 Julho 2008; Recepção da versão revista – 10 Novembro 2008; Disponibilização on-line - 31 Dezembro 2008

29 m/ano após o funcionamento do Castanhão. Neste período, barracas e bares na faixa de praia foram afastados em 100 m da linha d'água. Porém a ausência de manejo adequado, a exemplo das construções de barracas e restaurantes em alvenaria e ausência de sistema de drenagem pluvial favoreceu o retorno dos processos erosivos. Parte da pós-praia no núcleo urbano da vila de Maceió é ocupada por imóveis dificultando o balanço sedimentar neste setor. Aproximadamente 70% dos imóveis estão localizados há mais de 600 m da linha de costa. Riscos ao patrimônio histórico não foram observados considerando que os imóveis localizados nos primeiros 400 m de distância da linha de costa, vulneráveis à erosão, são recentes, com tempo de construção não superior a 20 anos. Os imóveis localizados nos primeiros 50 m desvalorizaram-se economicamente em até 80%. Os usuários da praia atribuem ao risco de perda do imóvel pela erosão, dificuldade de acesso à praia e impossibilidades na prática do banho de mar como principais fatores de desvalorização dos empreendimentos. Sugestão de preservação e de convivência com o processo foi também apresentada.

Palavras-Chave: Erosão costeira, riscos, valoração da costa.

ABSTRACT

This article aims to analyze the relationship of the erosion process with the dynamics of the river Jaguaribe, and the consequent depreciation of buildings and decline of leisure activities on the beach of Pontal de Maceio, in the Town of Fortim, in the coastal state of Ceará, Brazil. Inserted in the valley of the Jaguaribe River, one of the most important basin in the hydrological and historical context in the state of Ceará, it is the only option for leisure of ocean beaches in the city of Fortim, attracting close to 4,000 visitors per year. The natural beauty, the shallow water and calmness in tidal flats, the local cuisine, the bucolic atmosphere and the proximity of Fortaleza, the capital of Ceará State, are the main attractions for tourism. The water deficit and the changing of social space and occupation within the drainage areas over the last 40 years have affected the evolution of the adjacent coastal area. Among the impacts we can enumerate a large number of dam construction of large and small sizes, deforestation of gallery forests and silting. To assess the erosion evolution and its impact on historical, social and economic of the dwelling houses and buildings, the data from reservoirs regulated and settled spilling flow were correlated with the shoreline retreat rates in order to assessing the interdependence between these two variables. The shoreline retreat rate has been calculated based on past studies and surveys of beach morphology in the period 2001 to 2006. To validate the information, calculations of setbacks, obtained by techniques of Geographic Information System (GIS) of aerial photographs and satellite images, were used. This same technique was used to obtain the number of buildings located in sedimentary features important to the coastal sediment balance. Researches on the evolution of the values of enterprises, infrastructure, tourism, leisure activities and the perception of the local analysis on the impact of erosion on the property devaluation were held in public agencies and in the field through the application of questionnaires. Among the observed results stands out the decreasing flow of the Jaguaribe River and consequent increase in the rate of retreat to the shoreline from 17 meters per year to 29 m / year soon after the operation of Castanhão Dam has been set. During that period, tents, barracks and bars in the strip of beach were away 100m from the line in the water. But the lack of adequate management, such as the construction of stalls and restaurants in masonry and absence of drainage system of rainfall waters favored the return of erosive processes. Part of backshore in the Fortim town urban core is occupied by constructions and buildings making the sediment balance difficult in this sector. Approximately 70% of the buildings are located more than 600 m to the shoreline. Risks to the historical heritage were not considered since the buildings located within the first 400 meters away from the coast line, vulnerable to erosion, are recent, as they have been built no more than 20 years ago. The buildings located within the first 50 meters were economically devalued by up to 80%. The property located more than 1 km from the beach was devalued by 10%. This fact is attributed to the loss of attractiveness, as a result of the risks to public and private investment of economic sectors related to tourism in exploring the potential of this beach landscape. The beach owners undertake the risk of loss of property by erosion, difficulty of access to the beach and impossibilities of swimming and diving practices, as major factors for devaluation of the ventures. Public resources should be invested in works of restoration and control of coastal erosion. Suggestions for preservation and coexistence with the process were also presented. Whereas it is an area of low population density, the displacement of stalls and restaurants, due to the availability of areas, this procedure would be more appropriate (350 m). Studies pointed out that the implantation of rigid structures on the Pontal of Maceio beach would be unwise for the cost and benefit. The management of conflicts caused by coastal erosion on the Pontal of Maceio beach, goes through the introduction of a monitoring program to evaluate the potential of utilization of the sands from the shallow platform for the feedback of artificial beach stretches.

Keyword: Coastal erosion, risks, valoração da costa.

1. INTRODUÇÃO

As linhas de costa no mundo sofreram e continuam a sofrer processos de erosão marinha, em grande parte resultante de conflitos entre ações naturais e atividades antrópicas. A erosão costeira é um problema que vem sendo observado em diferentes costas do mundo, considerando-se atualmente um fenômeno global. Os estudos realizados pela União Geográfica Internacional - UGI demonstram que 70% das costas sedimentares do mundo estão passando por erosão, enquanto 10% estão em progradação e 20% estão estáveis. Cerca de 40% dos estudos sobre erosão na costa brasileira são referentes às praias arenosas, 20% das precedidas por escarpas sedimentares, 15% associadas às desembocaduras de rios e estuários, 15% as desembocaduras de pequenos canais (inlets) e 10% referente as praias em progradação (Muehe, 2006).

No Estado do Ceará, a distribuição dos estudos de recuo da linha de costa em praias se aproxima do cenário nacional. Os processos erosivos nos 573 km de costa se apresentam com velocidades e intensidades bem diferenciadas, com taxas médias variando de 0,05 m/ano a 5 m/ano (Morais et al., 2006). Somam-se a isto o aumento da freqüência e intensidade das tempestades no Atlântico Norte ou distúrbios gerados no extremo sul do continente africano que influenciam diretamente na entrada de ondas swell, de alta energia no nordeste setentrional brasileiro, no primeiro semestre do ano (Innocentini et al., 2003; Innocentini et al., 2005 e Melo et al., 1995).

As causas da erosão são: a) elevação do nível relativo do mar; b) ocupação/urbanização das áreas-fonte de sedimentos, c) construção de obras portuárias, além das repercussões no litoral oriundas das transformações sócio espaciais no interior da bacia de drenagem (Dias, 1990; Morais & Pinheiro, 2000 e Morais et al., 2002).

Considerando as repercussões das transformações na bacia de drenagem e os impactos no litoral, na costa setentrional do Nordeste Brasileiro, principalmente no Estado do Ceará, merecem destaque os processos erosivos nas áreas adjacentes às desembocaduras fluviais.

A escassez de água, a qual é submetida às bacias hidrográficas inseridas no semi-árido, impulsionou a forte ocupação das margens fluviais para expansão

das cidades, desmatamento para as culturas de subsistência, projetos agroindustriais e a construção de barragens de pequeno e grande porte para abastecimento dessas atividades e sustentação da vida. O resultado disto, a exemplo do que pôde ser observado na Bacia do Rio Jaguaribe, que drena cerca de 80% do Estado do Ceará, foi a mudança em curto prazo dos processos de produção, transporte e deposição de sedimentos, contribuindo com o recuo da linha de costa na Praia de Pontal de Maceió (Morais et al., 2002). Mudanças nos ciclos biogeoquímicos, na capacidade de suporte e biogeografia dos manguezais no estuário do Rio Jaguaribe também foram observados como consequências das transformações sócioespaciais (Marins et al., 2007; Lacerda et al., 2006; Maia et al., 2006).

A beleza paisagística, as águas rasas e calmas nos baixios de marés, a temperatura, a cozinha regional e o ambiente bucólico atraem turistas de vários lugares do mundo. Ademais é a única opção de lazer em praias oceânicas no Município de Fortim. Em função disto, no setor central da praia, uma vila se instalou nos terraços marinhos e dunas frontais, com ocupações do tipo de casas de segundas residências, casas de pescadores, barracas de praia e restaurantes (Pinheiro & Morais, 1999). Desta forma o recuo da linha de costa entra em conflito com a ocupação antrópica ao longo dos ambientes costeiros, tendo como resultante a destruição de bens materiais e sociais (Ferreira et al., 1990; Lizárraga-Arciniega et al., 2001; Silva et al., 2003).

A dificuldade no gerenciamento destes processos e riscos é, em parte, devido à ausência da prática e do interesse pelo gerenciamento integrado das bacias hidrográficas e das áreas costeiras associadas. Nas últimas décadas vários trabalhos ligados a morfodinâmica de desembocaduras vêm sendo desenvolvidos no mundo e no Brasil, a exemplo dos realizados por Siegle (1999) no Rio Camboriú, Oliveira et al. (2002) no Rio Mondego, Ferreira (2004) no Rio Tejo, e Uda et al. (2005) no Rio Shinkaua. Morais (2000), Morais & Pinheiro (2000) e Morais et al. (2002) atentaram para o problema da erosão marinha na praia de Pontal de Maceió, quantificando o processo e correlacionando-o a dinâmica fluvial e transformações da paisagem nos últimos 40 anos. Porém, avanços são necessários para avaliar o impacto e a magnitude da erosão na sustentação das atividades de turismo,

lazer e valoração econômica dos espaços costeiros. Por isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a relação do processo erosivo com a dinâmica do rio Jaguaribe e suas implicações na desvalorização dos imóveis e declínio das atividades de lazer em Pontal de Maceió.

2. ÁREA DE ESTUDO

A praia de Pontal de Maceió, com 10 km de extensão, é na sua quase totalidade caracterizada como praia arenosa, com pontais rochosos da Formação Tibau e plataformas de abrasão no setor leste. Juntamente com as praias de Canoa Quebrada, Majorlândia e Quixaba constituem um dos principais pontos de atrativos para o turismo regional e internacional pela beleza paisagística, infra-estrutura e proximidade da Capital. As cidades de Itaiçaba, Aracati e Fortim estão inseridos na micro-região do estuário do rio Jaguaribe, somando 90 mil habitantes (Morais et al. 2002). A praia de Pontal de Maceió representa a única opção de lazer em praias oceânicas no Município de Fortim, e que segundo o Programa de Ação para o Desenvolvimento do Turismo – PRODETUR atrai cerca de 4.000 visitantes/ano.

A região do vale do Jaguaribe, onde está inserida

a praia de Pontal de Maceió, é uma das mais importantes bacias hidrográficas, no contexto hidrológico e histórico no Estado do Ceará. O rio Jaguaribe nasce no extremo sul do Estado, drenando uma área de aproximadamente 72.440 km². O canal principal, com aproximadamente 610 km de extensão percorre terrenos de bacias sedimentares Cretáceas, embasamento do Pré-Cambriano, formações Plio-Quaternárias do Grupo Barreiras e depósitos Quaternários, até desaguar no Atlântico, na divisa dos municípios de Fortim e Aracati (Morais et al., 2000). A vila de Maceió localiza-se a 150 km, a Sudeste de Fortaleza, capital do Estado do Ceará (Figura 1).

O clima apresenta dois períodos, um longo e seco (junho a dezembro) e outro curto e chuvoso (janeiro a maio). A média pluviométrica anual é de 500 mm no interior da bacia, alcançando 800 a 1000 mm no litoral (Campos et al., 2000). O sistema de drenagem do rio Jaguaribe, em mais de 65% do seu curso, está subordinado ao clima semi-árido, o que justificaria o grande número barragens de pequeno e grande porte para abastecimento. Ao longo da bacia, centenas de represas foram construídas desde 1906, sendo as principais Castanhão, Orós, Cedro e Banabuí, responsáveis por mais de 70% do total da água

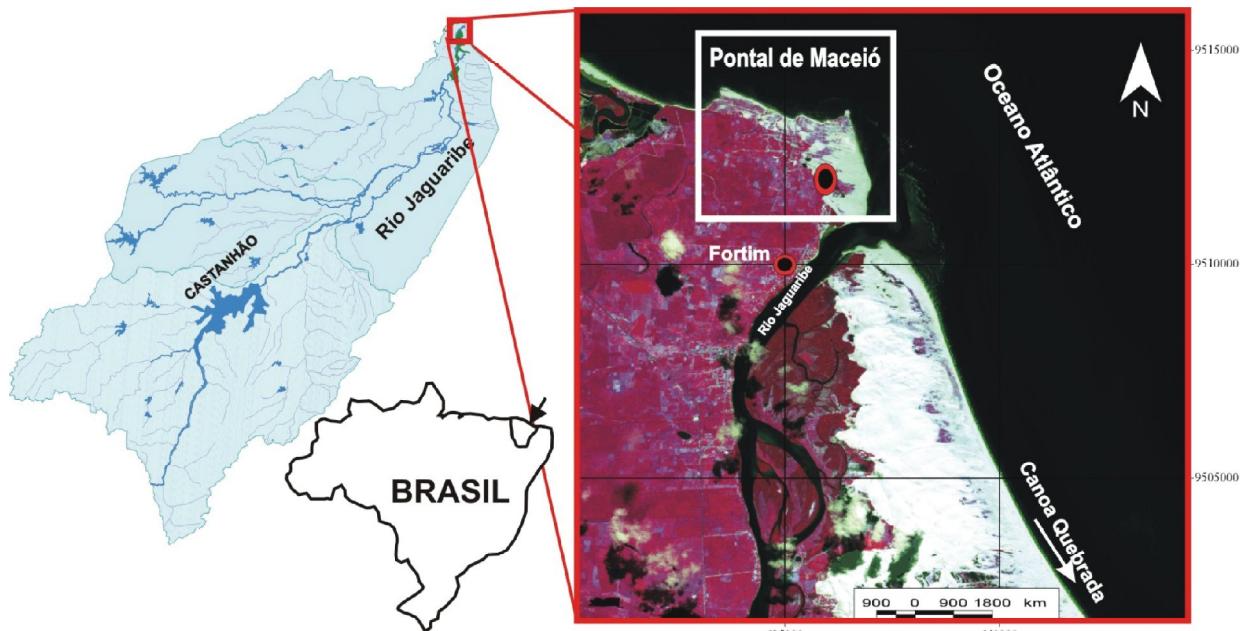


Figura 1. Área de estudo.

Figure 1. Study area.

represada (Morais et al., 2002). O represamento normalizou e diminuiu a descarga hídrica média do Jaguaribe, atualmente estimada entre 20 a 60 $m^3.s^{-1}$ (Campos et al., 1997). No entanto, este baixo suplemento de água fluvial propicia a intrusão salina nas áreas de domínio fluvial (Marins et al., 2003).

Os ventos alísios de E-SE são predominantes ao longo do ano. Ao incidirem na linha de costa geram um vetor resultante paralelo à linha de costa (SE-NW), responsável pelo transporte de sedimentos junto à praia (Bittencourt et al., 2003). As ondas que modelam a linha de costa são do tipo sea com média de 0,55 m e período de 5 s (Morais et al., 2002). As ondas swell são freqüentes nos três primeiros meses do ano, com período e altura média de 12s e 0,40m. O regime é de meso-maré com amplitudes de 2,6 m.

A vila de pescadores de Pontal de Maceió está inserida em um trecho crítico, onde os impactos da erosão são acentuados nos episódios de tempestades e pela ocupação das fontes de sedimentos à sotamar (downdrift) do pontal rochoso. Pinheiro & Morais (1999) e Morais et al., (2002) apontam como causa da erosão neste local: 1) a diminuição do espião hidráulico pela construção de barramentos no vale do Rio Jaguaribe; 2) consequente assoreamento da

foz na forma de barras arenosas progradantes; 3) bloqueio do transporte de sedimentos em deriva pelos bancos na foz; 4) mudanças no padrão de refração de ondas no pontal rochoso e nas áreas a sotamar em função do rearranjo espacial dos bancos de areia ao largo e 5) ocupação da pós-praia por casas de veraneio e comércios. Nos estudos realizados por Morais et al., (2002), no período 1998 e 1999, a taxa de recuo da linha de costa foi na ordem de 17 metros/ano.

3. METODOLOGIA

A primeira etapa do estudo consistiu no levantamento das vazões afluentes ao baixo Jaguaribe na Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), oriundas dos reservatórios, no período de 1998 a 1999. Revisão da literatura regional e dos estudos hidrossedimentológicos realizados por Cavalcante et al., (2007) também foram utilizados. Essas informações foram comparadas com as taxas de recuo da linha de costa para avaliar a interdependência entre essas duas variáveis e o enquadramento no modelo de evolução geomorfológica das desembocaduras propostos por Komar (1973) e Dominguez et al., (1983). Para o cálculo das taxas de recuo da linha de

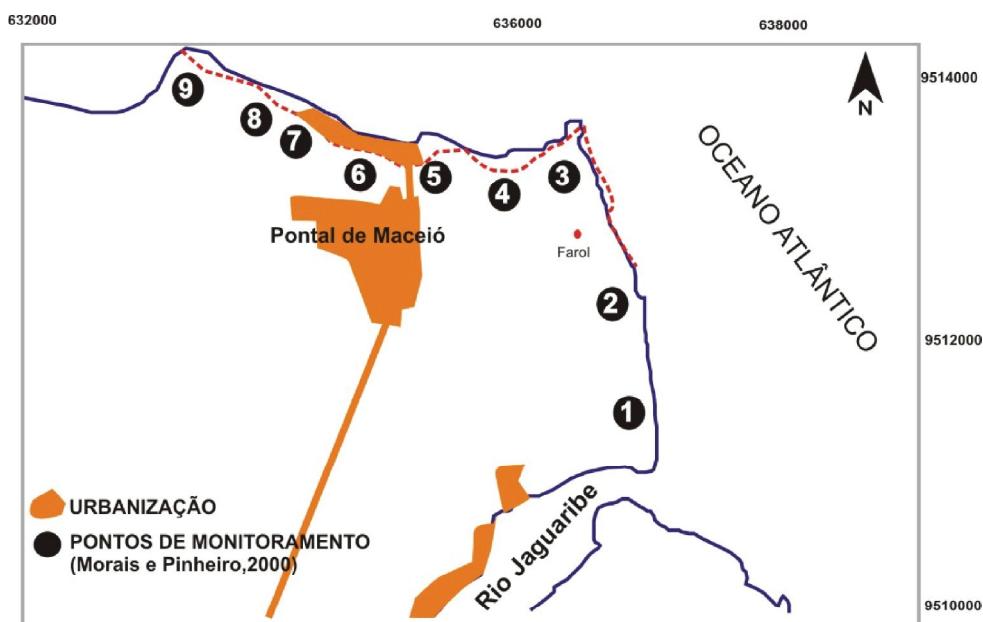


Figura 2. Pontos de monitoramento do recuo da linha de costa.

Figure 2. monitoring settings

costa foram utilizados os 09 (nove) pontos de monitoramento trabalhados por Morais & Pinheiro (2000) e Morais et al. (2002) para os levantamentos mensais da morfologia e hidrodinâmica praial no período de 1998 a 2000 (Figura 2).

No período de 2001 a 2006 foram realizados levantamentos bimensais, contemplando a sazonalidade climática e as maiores amplitudes de marés. Considerando que a costa do Ceará está subordinada ao um regime de meso-marés, as coletas foram realizadas durante a baixa-mar de sizígia. Em outras condições a amostragem seria inviável. Para isto foi utilizada a estação total da TOPCON e prisma refletor para leitura das cotas topográficas, a cada inflexão do terreno, a partir de um referencial de nível (Benck marck) ajustado ao zero da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). À medida que a praia recuava, o referencial de nível foi transferido através de técnicas topográficas.

As taxas de recuo da linha de costa foram calculadas utilizando como referência a largura da praia exposta a partir do limite da praia com a pós-praia ou berma, dunas e quando ausentes, as escarpas nos terraços e linha de preamar máxima. Para comparação das informações foram utilizados os cálculos de recuos da linha de costa obtidos por Paula (2005) para o período de 1999 a 2004 através da comparação de fotografias aéreas multitemporais e imagens de satélite. Apesar da boa correlação, foi utilizado neste trabalho, o produto dos levantamentos topográficos anteriormente citados.

Utilizando imagens Quick-bird, de 2006, em programas do Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi extraído o número de imóveis localizados desde a pós-praia até 1 km da linha de costa para o cálculo do percentual de ocupação. Esses dados foram checados em campo com o uso de GPS (Global Position System). Informações adicionais como idade do imóvel, tipo de estrutura, proprietário, serviços, dentre outros, foram obtidas em campo pela aplicação de questionários.

Na análise dos impactos da erosão costeira na valoração econômica dos empreendimentos locais adaptou-se a metodologia proposta por Gibson (1978) e Yohe (1989) no litoral dos Estados Unidos. O custo dos processos erosivos na valoração dos

empreendimentos está ligado a quatro fontes separadas: (1) o valor de estrutura perdida, (2) o valor de propriedade perdida, (3) o valor de serviços "sociais" perdidos e (4) custos das obras de contenção. Para isto foi realizada uma investigação do valor dos empreendimentos ameaçados entre 1998 e 2006. Os cadastros de imóveis com informações sobre tamanho e valor de mercado foram cedidos pela Prefeitura Municipal de Fortim (PMF). Paralelamente foi consultada a Secretaria Municipal de Turismo a respeito das atividades associadas ao turismo e infraestruturas localizadas nas áreas de risco a erosão. Através de amostragem foram aplicados 100 questionários aos usuários dos imóveis para atualização e checagem das informações disponibilizadas pela PMF e avaliar a percepção sobre as consequências da erosão costeira na desvalorização do valor dos imóveis em Pontal de Maceió.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dinâmica das vazões do rio Jaguaribe e o recuo da linha de costa

A morfodinâmica costeira na região da desembocadura do Rio Jaguaribe está subordinada aos regimes de vazão fluvial. Comparação entre as vazões antes e pós-construção do Açude Castanhão, inaugurado em 2003, aponta para a importância que este açude possui na regularização do fluxo existente no baixo curso do Rio Jaguaribe e no transporte de sedimentos. O volume anual vertido para o baixo curso reduziu de 350 para $210 \times 10^3 \text{ m}^3$ (COGERH, 2007). Se por um lado, pereniza o rio, garantindo água durante todo o ano, e protegendo contra as cheias, por outro, em certos casos, diminui o fluxo a ponto de interferir na dinâmica estuarina e praial .

A vazão afluente ao estuário decresceu e $113 \text{ m}^3/\text{s}$ no período chuvoso em 1999 para menos de $30 \text{ m}^3/\text{s}$ no mesmo período em 2007 (Cavalcante et al., 2007) . É importante destacar que no caso do Rio Jaguaribe, essa redução da vazão não se deve apenas ao Castanhão, mas também aos inúmeros barramentos de menor porte, bem como das atividades consumidoras de água como a carcinicultura, o abastecimento humano, a irrigação e a piscicultura. A irrigação no baixo Jaguaribe, é responsável por 47% do consumo da água vertida

pelo Castanhão (Namekata et al., 2004).

O Canal do trabalhador, construído em 1993 para integrar as bacias do Baixo Jaguaribe e da a bacia da região metropolitana tem capacidade de vazão adutora de $6 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (COGERH, 2004). Dentre os barramentos, se destacam os de pequeno porte, conhecidos localmente como passagens molhadas. Eses reservatórios são construídos adjacentes aos núcleos urbanos, não ultrapassando 4 m de profundidade. A degradação de margens associadas às regularizações de vazões e a baixa declividade favorecem o assoreamento e barramento de sedimentos nestes reservatórios (Figura 3).

Cavalcante et al., (2007) analisando o impacto dos barramentos (passagens molhadas e Castanhão) no transporte de sedimentos para o estuário, calcularam taxas de 43.000 t/ano e 3.000t/ano de material em suspensão para os períodos de 1999 a 2000 e de 2006-2007, respectivamente. Isto representaria uma redução de 93% na contribuição de sedimentos para o mar. Além dos barramentos implantados, é importante ressaltar, as transformações na geomorfologia dos canais que alteram significativamente a competência no transporte de sedimentos e a função do espigão hidráulico do rio. Dominguez et al., (1983) ressaltaram o papel do molhe hidráulico no controle das desembocaduras fluviais dos rios Paraíba do Sul e nos episódios de progradação e recuo da linha de costa das praias adjacentes. O

molhe hidráulico, constitui uma barreira à deriva litorânea, o que faz com que a planície deltaica a barlamar da embocadura prograde mais rapidamente que a sotamar, que por sua vez se irá caracterizar como uma região de déficit de sedimentos (Komar, 1973).

No período de 1998 a 1999, através de levantamentos mensais da morfologia praial em 09 pontos distribuídos em Pontal de Maceió, foram verificados recuos de 30 m da linha de costa (Pinheiro & Morais, 1999). As áreas mais afetadas localizavam-se entre os pontos 3 e 5, a sotamar do portal rochoso. A largura média da faixa de praia era de 170 m. Os autores acima citados apontavam como causa da erosão o aprisionamento dos sedimentos na foz do rio Jaguaribe em função das transformações na bacia de drenagem no período de 1950 a 1999 e nos cordões. Os períodos de estio prolongado associados aos barramentos favoreceram a diminuição do espigão hidráulico, que resultou no assoreamento da foz pela deposição do material em deriva. Os bancos existentes na foz funcionaram como barreiras físicas ao trânsito litorâneo e ao fluxo fluvial. Na praia de Maceió não são encontrados sedimentos de origem fluvial como prevê o modelo de Komar (1973) reforçando a hipótese anterior.

No período entre 1999 e 2003, a faixa de praia de Pontal de Maceió recuou em média 88 m. O recuo da linha de costa variou de 5 a 140 m, com valores máximos observados em frente ao núcleo urbano



Figura 3.Barragens de Itaiçaba e de São José no baixo curso do rio Jaguaribe.

Figure 3. São José Dam in Jagaruana town and Itaiçaba Dam in Itaiçaba town

(Figura 4). A erosão causou a destruição de vias de acesso, casas de veraneio e de barracas de praia, aquela época construídas de madeira e palhas de Carnaúba, abundantes nos aluviões do rio Jaguaribe em Aracati(Figura 5). Após avaliação de projetos para implantação de obras de contenção e outras alternativas, a prefeitura optou, em função do baixo adensamento populacional, deslocar em 100 m a primeira linha de casas e barracas. Nivelamentos do talude em relação ao zero da DHN foram realizados com ajuda de máquinas e escavadeiras.

Resistências foram verificadas em decorrência da desapropriação de terrenos de particulares e dos barraqueiros que temiam o não repasse dos custos do deslocamento pela prefeitura e perda da infra-estrutura anterior. Porém neste processo, não foi realizada a padronização das barracas em consonância com a vulnerabilidade do ambiente praial, permitindo desta forma a implantação de infra-estrutura de alvenaria sem sistema de drenagem de águas pluviais e residuais adequadas. Com o aumento da

impermeabilização, voçorocas e ravinas foram esculpidas nos sedimentos do Grupo Barreiras ampliando os processos de erosão dos solos. Neste período,no médio curso do rio Jaguaribe, no Município de Jaguaribara estava em construção o Açude Castanhão, inaugurado no primeiro semestre de 2003.

No período entre 2003 e 2004, o recuo médio da linha de costa de Pontal de Maceió foi de 19 m. O recuo máximo de 40 m foi verificado no ponto 8, no final do núcleo urbano de Maceió. Neste período, a população contava apenas com 60 m de faixa de praia. Entre os pontos 1 e 4, as plataformas de abrasão exumadas na zona de arrebentação dificultou o lazer na água, a exemplo do banho de mar. Neste ínterim, os episódios erosivos nas preamares de sizígia e ocorrências de swell eram esperados com apreensão pela comunidade local. No período de Carnaval, no mês de fevereiro e ou março, que coincide com a maior freqüência de swell na costa do ceará (Melo et al., 1995), a Prefeitura criou um plano de contingência, com a

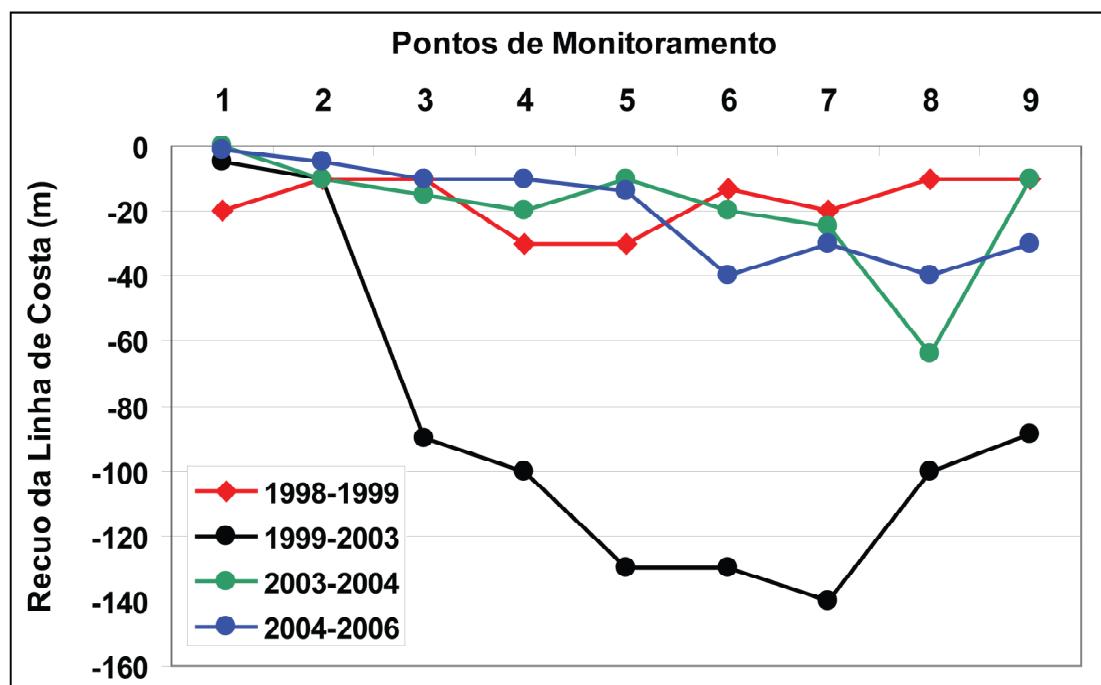


Figura 4. Recuo da linha de costa de Pontal de Maceió no período de 1998 a 2006. * Recuos de 1998 a 1999 obtidos nos estudos de Morais & Pinheiro (1999).

Figure 4. Retreat to the shoreline of Pontal de Maceio in the period 1998 to 2006. * Shorelime retreats according to Morais & Pinheiro (1999).



Figura 5. Destrução de barracas e de vias de acesso na Praia de Pontal de Maceió em 2000.

Figure 5. Destruction of barracks and access roads on the Pontal de Maceió beach

implantação de sacos e estacas, distribuídos aleatoriamente e com comprometimento estético, na base das casas e barracas. Apesar das intervenções do poder público, o processo erosivo não foi controlado.

O recuo médio da faixa de praia, no período de 2004 a 2006, foi de 11 m, com recuo máximo de 40 m no núcleo urbano. As estruturas novamente sofreram o ataque das ondas e comprometimento pelo solapamento da escarpas esculpidas nos terraços arenosos com aproximadamente 8 m de altura em relação ao nível do mar (Figura 6). Dificuldades no acesso a praia, associada a presença de rochas, pneus, sacos, troncos, estacas e entulhos são apontadas pelos usuários locais como causa de perda de atrativo da praia.

O médio e baixo cursos do rio Jaguaribe foram perenizados pela construção do Açude Orós até a inauguração do Castanhão em 2003. Antes da construção do Castanhão, as taxas de recuo da linha de costa eram elevadas, na ordem de 17 m/ano. Ao comparar as vazões anuais com o recuo da linha de costa em pontal de Maceió percebe-se a ampliação do processo erosivo, com taxas de aproximadamente 29 m/ano, no primeiro ano de funcionamento do reservatório (Figura 7).

O aumento da vazão no período de 2003 a 2004 favoreceu a diminuição da taxa de recuo para 19 m/ano. O ano de 2004 foi marcado por uma quadra

chuvisca acima da média regional, com precipitações anuais na ordem de 1000 mm nas áreas próximas ao litoral. Isto favoreceu o aumento da vazão nas áreas estuarinas e consequente aprofundamento do canal. Nos levantamentos batimétricos realizados por Morais et al., (2005a) foi observado aprofundamento médio de 2 m e ganho de área lateral (200 m) da margem direita da foz (Figura 8). Isto indica que o material arenoso depositado na foz e transportado pelo rio foi retrabalhado e colocado ao alcance do transporte litorâneo, o que favoreceu a diminuição das taxas de erosão neste período. No período entre 2004 e 2006 a taxa de recuo foi na ordem de 10 m/ano. A relação da taxa de recuo com a vazão vertida pelos barramentos foi sutil neste período.

Ocupação da Praia de Pontal de Maceió na atualidade

Episódios erosivos e de deposição, em curto prazo, são processos naturais da dinâmica e evolução das desembocaduras fluviais e ambientes praiais adjacentes. Os mesmos podem ser acelerados pela ação transformadora da paisagem pela sociedade e passa a ter repercussão, mais sérias, nas costas ocupadas. A fixação das áreas de suprimento sedimentar como dunas frontais, terraços marinhos, e principalmente na pós-praia pela estrutura urbana tem seu papel nos processos erosivos de Pontal de Maceió.



Figura 6- Evidências dos processos erosivos na praia de Pontal de Maceió no ano de 2006.
Figure 6 –Erosive process evidences on the Pontal de Maceió beach in 2006

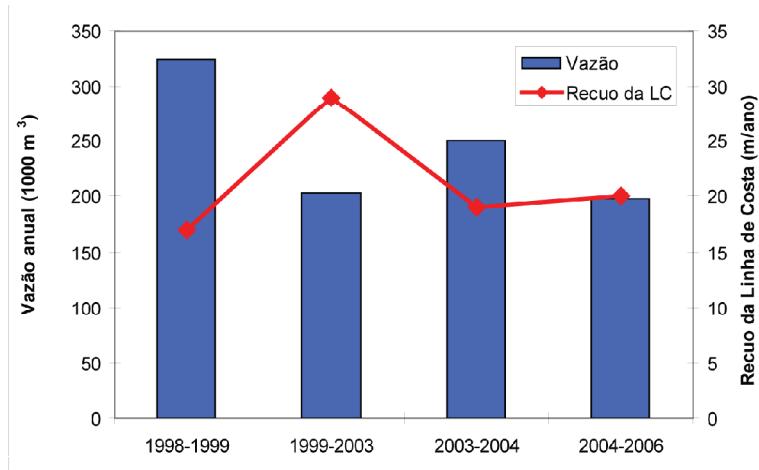


Figura 7. Vazão regularizada do Açude Orós (até 2002) e Castanhão (a partir de 2003) para o Baixo Jaguaribe e taxas de recuo da linha de costa em Pontal de Maceió (1998-2006).

Figure 7. Figure 06. Regularized Oros Dam flow (until 2002) and Castanhão (from 2003) for the Rio Jaguaribe low valley and retreat to the shoreline in Pontal de Maceio (1998-2006).

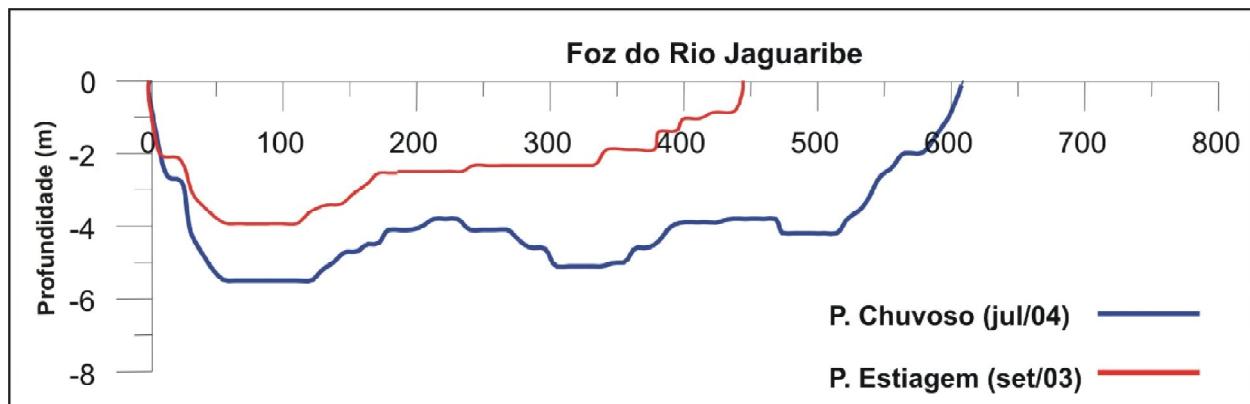


Figura 8. Evolução do canal estuarino na foz do rio Jaguaribe entre 2003 e 2004. Fonte: Morais et al. (2005).
Figure 8. Evolution of estuarine channel at the mouth of the river Jaguaribe between 2003 and 2004. Source: Paula (2005).

O percentual de imóveis na pós-praia variou de zero a 11%, o que caracteriza como baixa densidade ocupacional. Porém os mesmos ocupam uma área, que pelas características morfodinâmicas, é uma das mais importantes ao balanço sedimentar. O setor com maior ocupação vai dos pontos 5 ao 8, o que corresponde ao núcleo urbano da vila e uma área vulnerável a erosão, por localizar-se a sotamar (downdrift) do pontal rochoso. Cerca de 18% dos imóveis estão assentados nos terrenos de dunas frontais e terraços marinhos holocénicos (400-500 m). No setor que vai dos pontos 1 ao 4, não existe ocupação da pós-praia e dunas frontais. A dinâmica eólica e by-pass de sedimentos das zonas emergentes e submersas estão preservados, o que leva a crer que os episódios erosivos são controlados pela vazão do rio. Cerca de 34% das ocupações estão localizadas a 600 metros da linha de costa, nos terrenos do Grupo Barreiras, caracterizados como ambientes estáveis. Aproximadamente 37% dos imóveis estão localizados a uma distância entre 700 e 1000 m da linha de costa (Figura 9).

Riscos ao patrimônio histórico não foram observados considerando que os imóveis localizados nos primeiros 400 m de distância da linha de costa, vulneráveis aos impactos da erosão, são recentes com tempo de construção não superior a 20 anos.

Os imóveis localizados a uma distância superior a 500 m têm uma idade média de 40 anos. A medida que se distancia da faixa de praia, maior a idade dos imóveis. Na faixa de praia predominam as barracas e comércios associados às atividades de lazer. Os

imóveis apresentam no máximo dois andares e estão representados por casas de veraneio, chácaras, pousadas, casas de moradores locais e pescadores. Não existe verticalização na faixa de praia e nos seus entornos. Os hotéis e restaurantes mais procurados estão localizados nas margens do rio Jaguaribe, no distrito de Canto da Barra e de Fortim.

Atualmente Pontal de Maceió conta com uma faixa de 350 m, área dunar rebaixada e suas areias exploradas comercialmente. Estes terrenos estão configurados como loteamentos, de propriedade privada. O argumento plausível para a desapropriação desses terrenos poderia ser resguardado pelo Decreto-lei n. 9.760/46 (Presidência da República, 2008), que define os terrenos de marinha como os correspondentes à faixa de terra com 33 metros de largura, contada a partir da linha da preamar média de 1831, adjacente ao mar, rios e lagoas, no continente ou em ilhas, desde que no local se observe o fenômeno das marés, com oscilação de pelo menos cinco centímetros. Porém, a legislação é frágil em função da inexistência de cartas e/ou outros documentos históricos com informações a respeito da linha de costa do Ceará, e que subsidiem a tomada de decisões.

Erosão e a desvalorização econômica da zona costeira

No caso específico da área em apreço verificou-se uma desvalorização de até 80% do valor dos empreendimentos localizados entre 10 e 50 m da linha de preamar, no período de 5 anos (Prefeitura

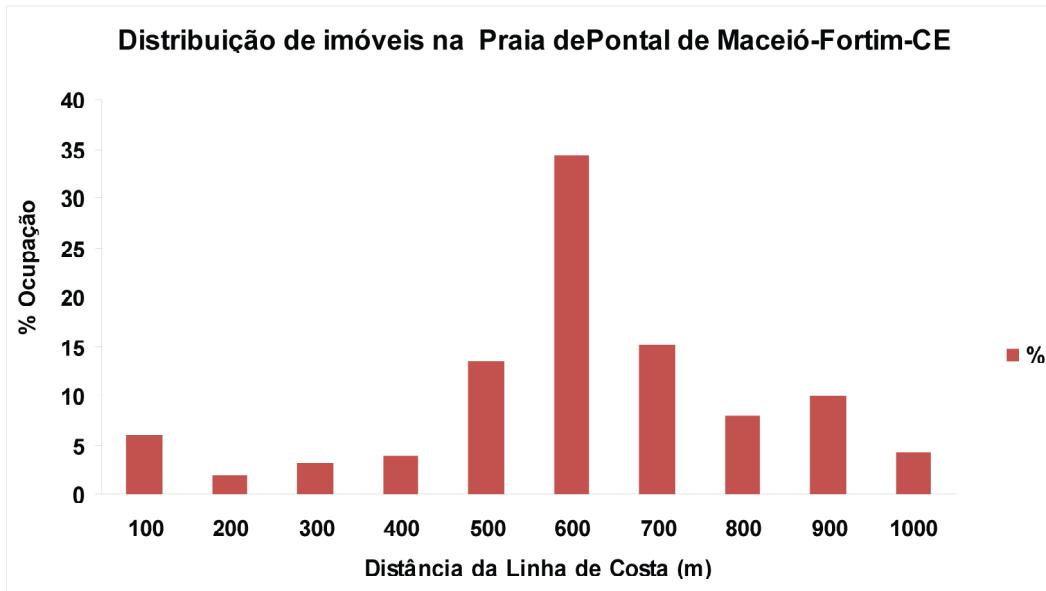


Figura 9. Distribuições de imóveis em relação a distância da linha de costa em Pontal de Maceió, Fortim, CE em 2006.

Figure 9. Location of buildings related to distance from the shoreline at Point of Maceio, Fortim in 2006.

Municipal de Fortim, 2007). Os empreendimentos localizados entre 200 e 300 m sofreram uma desvalorização de 50%. Proprietários que se sentiram ameaçados pelo avanço do mar demoliram seus empreendimentos. Os localizados a mais de 1 km também sofreram desvalorização de até 10%, embora não enfrentassem a ação direta de nenhum dos fatores mencionados anteriormente. Porém esse fato se deu pela desvalorização da faixa da praia que deixou de ser um atrativo aos investimentos públicos e privados dos setores econômicos ligados ao turismo, consequentemente desvalorizando todos os empreendimentos que explorem o potencial paisagístico dessa praia (Figura 10).

Dentre os principais fatores apontados pelos usuários e moradores locais para a desvalorização dos empreendimentos estão as seguintes: (a) perda da faixa de praia útil ao usuário; (b) presença de muros, entulhos e pedras na área para banho; (c) dificuldade de acesso à praia; e (d) ausência de investimentos para combater a erosão.

Processos semelhantes a este foram observados nas praias de Iparana e Pacheco, no litoral de Caucaia por Morais et al., (2005b), no qual o processo de erosão, na percepção dos moradores locais, foi

responsável pela desvalorização de mais de 85% no valor dos imóveis, declínio do comércio e aumento da criminalidade em um dos mais importantes balneários do Estado do Ceará na década de 80. Ressalta-se que estas praias apresentam infra-estrutura hoteleira, clubes e restaurantes adequados e que atenderiam as atividades turísticas, porém são conhecidas, pelos locais e pela população de fortaleza de “balneário fantasma”.

5. CONCLUSÕES

- A diminuição da vazão do rio Jaguaribe no período de implantação e funcionamento do açude Castanhão contribuiu na elevação da taxa de recuo da linha de costa de 17 m/ano para 29 m/ano. As taxas para os períodos subsequentes variaram de 19 a 10 m/ano.

- Os resultados da remobilização das barracas e restaurantes não foram duradouros em decorrência da ausência de manejo adequado, a exemplo da não padronização das barracas e restaurantes em consonância com a vulnerabilidade do ambiente praial;

- Cerca de 11% dos imóveis estão localizados na pós-praia dificultando o balanço sedimentar nestes

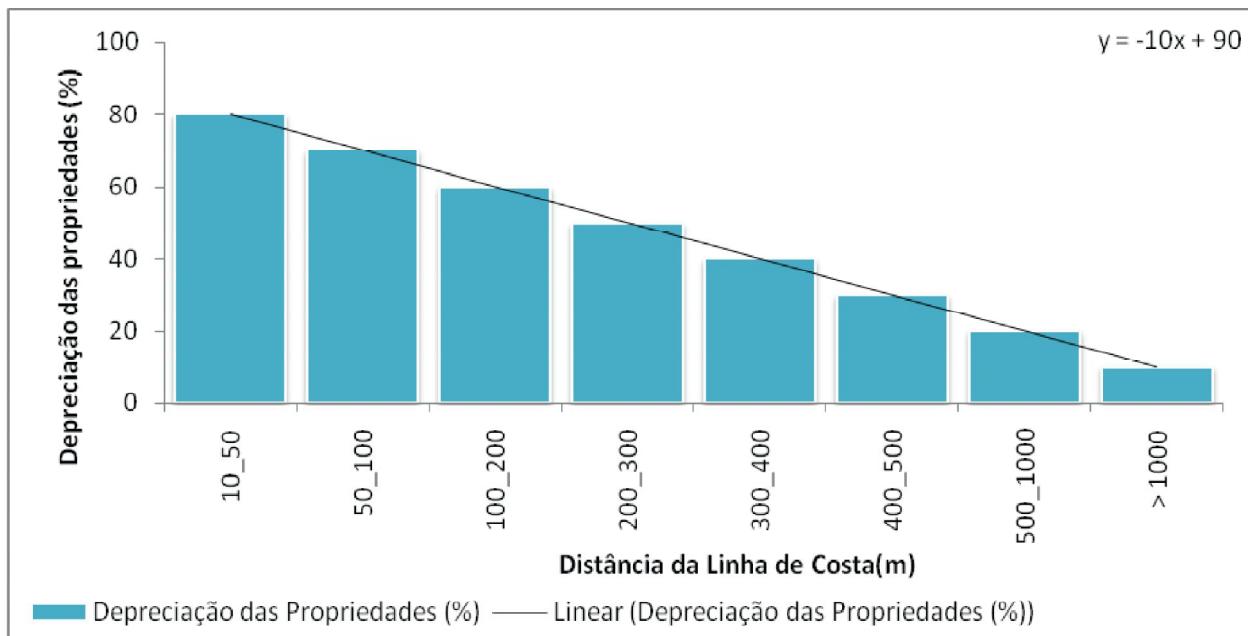


Figure 10: Depreciação econômica dos empreendimentos localizados na linha de costa de Pontal de Maceió entre os anos de 2000 e 2005. Fonte: Prefeitura Municipal de Fortim (2007).

Figure 10: Economic depreciation of the enterprises located on coast of Pontal de Maceió between the years of 2000 and 2005

setores. Aproximadamente 70% dos imóveis estão localizados a mais de 600 m da linha de costa, sobre os terrenos do Grupo Barreiras, ecodinamicamente estáveis;

- O processo de ocupação da linha de costa de Pontal de Maceió é recente com idade dos imóveis não superiores há 20 anos nos primeiros 400 m de distância da linha de costa.

- Nos últimos cinco anos os imóveis localizados entre 10 e 50 m da linha de preamar desvalorizaram-se em até 80%. Os localizados há 1 km da costa sofreram redução de 10%. Dentre os principais fatores apontados pelos usuários e moradores locais para a desvalorização dos empreendimentos destacam-se o risco de perda do imóvel, dificuldade de acesso a praia e impossibilidades na prática do banho de mar.

- É desaconselhável pela relação custo e benefício implantar estruturas rígidas na praia de Pontal de Maceió. Considerando que é uma área de baixa densidade populacional, o deslocamento das barracas e restaurantes em decorrência da disponibilização de áreas seria o procedimento mais adequado (» 350 m);

- É condição sine qua non para o gerenciamento

dos conflitos ocasionados pela erosão costeira na praia de Pontal de Maceió, a realização de monitoramentos do perfil submerso e da plataforma rasa, para análise da viabilidade de dragagem e realimentação artificial da faixa de praia.

AGRADECIMENTOS

A Prefeitura Municipal de Fortim pela liberação dos dados. Ao CNPq pelo financiamento desta pesquisa através do Edital-Universal (Processo: 475739/2007-8) e pelas bolsas de Produtividade em Pesquisa de Morais, J.O. (306031/2007-8) e Pinheiro, L.S (312341/2006-7). A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP pela concessão das bolsas de mestrado e de IC de Paula, D. P e Lemos, R. S. As instituições apoiadoras do II SEMGIZC- Seminário de Gestão Integrada da Zona Costeira (2007). Aos revisores da RGCI pelas sugestões e contribuições.

BIBLIOGRAFIA

Bittencourt, A.C.S.P, Dominguez, J.M.L, Martin, L. & Silva, I.R. (2003) - Uma aproximação de primeira

- ordem entre o clima de ondas e a localização, de longa duração, de regiões de acumulação flúvio-marinha e de erosão na costa norte do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2):159-166. Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, SP, Brasil. (<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/rbg/article/view/10308/7584>).
- Campos, J.N.B., Souza Filho, F. & Araújo, J.C. (1997) - Errors and Variability of Reservoir Yield Estimation as a Function of the Coefficient of Variation of Annual Inflows. In: *Managing Water: Coping with Scarcity and Abundance*, Proceedings of Theme A: Water for a Changing Global Community, pp. 524-529, 27th Congress of the International Association for Hydraulic Research, San Francisco, CA, USA. (ISBN: 078440271X)
- Campos, J.N.B., Studart, T.M.C., Luna, R. & Franco, S. (2000) - Hydrological transformations in Jaguaribe River basin during 20th Century. *Hydrology Days 2000 - Proceeding of the 20th Annual American Geophysical Union*, 1:221-227, Fort Collins, CO, USA. (disponível em http://www.nilsongcampos.eng.br/arq_pub/hydrological_transformations_in_jaguaribe_river_basin_during_20th_century.pdf).
- Cavalcante, A.A., Morais, J.O., Pinheiro, L.S., Bezerra, M.B. & Freitas, H.B. (2007) - Transporte de Sedimentos e alterações fluviais no baixo curso do Rio Jaguaribe-C. In: *XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, pp. 25-25, Natal , RN, Brasil.
- COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2004) - Cadastro atualizado de usuários e vazão do Canal do Trabalhador: set 2004. Relatório Técnico. Fortaleza, CE, Brasil. (não publicado)
- COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2007) - Vazões liberadas pelos açudes Banabuiú, Orós e Castanhão entre janeiro de 1998 e fevereiro de 2007. Relatório Técnico. Fortaleza, CE, Brasil. (não publicado).
- Dias, J. A. (1990) - A Evolução Actual do Litoral Português. *Protecção Civil*, III(10):2-15, Lisboa, Portugal. (disponível em http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/papers/RN/90_Geonovas_AD.pdf).
- Dominguez, J.M.L., Bittencourt, A.C.S.P & Martin, L. (1983) - O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, 13(2):98-105, Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, SP, Brasil.
- Ferreira, J. C. (2004). Coastal Zone Vulnerability and Risk Evaluation. A Tool For Decision-Making (An Example In The Caparica Littoral - Portugal). *Journal of Coastal Research, Special Issue* 39:1590-1593. (disponível em http://siaiacad09.univali.br/ics2004/arquivos/334_ferreira.pdf).
- Ferreira, Ó., Dias, J.A. & Taborda, R. (1990) - Importância Relativa das Ações Antrópicas e Naturais no Recuo da Linha de Costa a Sul de Vagueira. *Actas do 1º Simpósio sobre a Protecção e Revalorização da Faixa Costeira do Minho ao Liz*, p.157-163, Porto, Portugal. (disponível em http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/papers/CN/90_1SML_157_OF.pdf).
- Gibson, J. (1978) - Recreational Land Use. In: Pearce, D. (ed.), *The Valuation of Social Cost*, George Allen & Unwin, Boston, MA, USA. (ISBN-13: 9780043302903).
- Innocentini, V., Arantes, F.O., Ferreira, R.J. & Micheleto, R.G. (2005) - A Agitação Marítima no Litoral Nordestino do Brasil Associada aos Distúrbios Africanos de Leste. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 20(3):367-374. São Paulo, SP, Brasil. (disponível em http://www.rbm.org.br/port.revista/revista_lista_edicao.php).
- Innocentini, V., Arantes, F.O. & Prado, S.C.C. (2003) - Modelo de Ondas Aplicado ao Caso 5-8 de Maio de 2001. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 18(1):97-104. São Paulo, SP, Brasil. (disponível em http://www.rbm.org.br/port.revista/revista_lista_edicao.php).
- Komar, P.D. (1973) - Computer Models of Delta Growth due to Sediment Input from Rivers and Longshore Transport. *Geological Society American Bulletin*, 84(7):2217-2226.
- Lacerda, L.D., Vaisman, A.G., Silva, C.A.R., Maia, L.P. & Cunha, E.M.S. (2006) - Relative importance of nitrogen and phosphorus emissions from shrimp farming and other anthropogenic sources for six estuaries along the NE Brazilian coast. *Aquaculture*, 253(1-4):433-446. (doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.09.005).

- Lizárraga-Arciniega, R., Appendini-Albretchsen, C.M. & Fischer, D.W. (2001) - Planning for beach erosion: a case study, playas de Rosarito, B.C. Mexico. *Journal of coastal Research*, 17(3):636-644.
- Maia, L.P., Lacerda, L.D., Monteiro, L.H.U. & Souza, G.M.E. (2006) - Atlas dos Manguezais do Nordeste; Avaliação das Áreas de Manguezal dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Vol. 1, 125p., Superintendência Estadual do Meio Ambiente, Fortaleza, CE, Brasil.
- Marins, R.V., Lacerda, L.D., Abreu, I.M. & Dias, F.J.S. (2003) - Efeitos da ação da maré no rio Jaguaribe. *Ciência Hoje*, 33(197):66-70. (http://www.biogeoquimicaufc.com.br/publicacoes/Artigos_Drude/06_20Art.pdf).
- Marins, R.V., Paula Filho, F.J. de & Rocha, C.A.S. (2007) - Geoquímica de fósforo como indicadora da qualidade ambiental e dos processos estuarinos do Rio Jaguaribe - costa nordeste oriental brasileira. *Química Nova*, 30: 1208-1214.
- Melo, E., Alves, J.H.G.M., Jorden, V., Zago, F. & Dias, W.S.S. (1995) - Instrumental Confirmation of the Arrival of North Atlantic Swell to the Ceará Coast. In: Proceedings of COPEDEC IV - 4th International Conference on Port and Coastal Engineering in Developing Countries, 3:1984-1996, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (disponível em <http://www.master.iag.usp.br/ensino/oceano/copedec95.pdf>).
- Morais, J.O. (2000) - Compartimentação Territorial e Evolutiva da Zona Costeira. In: LIMA, L.C (org.). *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*. 1:105-184, FUNECE, Fortaleza, CE, Brasil. (ISBN:858720307).
- Morais, J.O., Freire, G.S.S., Pinheiro, L.S., Souza, M.J.N. de, Carvalho, A.M., Pessoa, P.R.S. & Oliveira, S.H.M. (2006) - CEARÁ. In: Muehe, D. (org.), *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*, 1:132-154, MMA (Ministério do Meio Ambiente), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (ISBN: 8577380289).
- Morais, J.O., Paula, D.P. & Pinheiro, L.S. (2006) - Influência dos Processos Estuarinos do Rio Jaguaribe na Variação da Linha de Costa da Praia de Pontal de Maceió – Ceará - Brasil. Anais do VI SINAGEO – VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 10 p., Goiânia, GO, Brasil.
- Morais, J.O. & Pinheiro, L.S. (2000) - Evolução a curto e médio prazo da zona costeira adjacente à foz do Rio Jaguaribe-Ceará. *Revista de Ciências e Tecnologia da UECE*, 2(2):69-77. Fortaleza, CE, Brasil. (ISSN:1516-9758).
- Morais, J.O., Pinheiro, L.S. & Cavalcante, A.A. (2002) - Dinâmica Costeira. In: Elias, D. (org.), *O Novo Espaço da Produção Globalizada: O Baixo Jaguaribe – CE*, 1:119-159, FUNECE, Fortaleza, CE, Brasil. (ISBN: 8587203142)
- Morais, J.O., Pinheiro, L.S. & Oliveira, G.G. (2005b) - 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.
- Morais, J.O., Pinheiro, L.S. & Paula, D.P. (2005a) - Circulation and mixture processes and environmental impacts in the Jaguaribe River Estuary, Ceará-Brazil. In: CARICOSTAS 2005, 1:1-25, 2nd International Conference on Integrated Coastal Zone Management, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
- Muehe, D. (2006). Erosion in the brazilian coastal zone: an overview. *Journal of Coastal Research*, SI 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium): 43 - 48. Itajaí, SC, Brasil. (disponível em http://siaiacad09.univali.br/ics2004/arquivos/07_dieter.pdf)
- Namekata, Y. (coord.), Alencar Filho, A.A., Botelho, D.C., Magalhães, J.S.B. & Pinto Filho, J. (2004) - Informações agrícolas: a agricultura na economia do Ceará. 29 p., SEAGRI - Secretaria da Agricultura e Pecuária do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. (disponível em: http://www.seagri.ce.gov.br/siga/a_agricultura_na_economia_cearense.pdf) (acedido em 2005).
- Oliveira, F.S.B.F., Freire, P.M.S. & Larangeiro, S.H.C.D. (2002) - Characterisation of the dynamics of Figueira da foz beach, Portugal. *Journal of Coastal Research*, 36:552-563.
- Paula, D.P. (2005) - Elaboração de Paisagens Contíguas ao Estuário do Rio Jaguaribe – CE. Dissertação de Mestrado, 220p., UECE (Universidade Estadual do Ceará), Fortaleza, CE, Brasil.
- Pinheiro, L.S. & Morais, J.O. (1999) - The Impact of the Jaguaribe River flow on the erosion and sedimentation of Pontal de Maceió -State Ceará,

- NE Brazil. In: Symposium on Tidal Action, Tidal Processes and Tidal effects on coastal evolution, 1:1001-1003, ABEQUA.
- Prefeitura Municipal de Fortim. (2007) - Cadastro de imóveis da Praia de Pontal de Maceió. Relatório Técnico, 2007. (não publicado).
- Presidência da República (2008) - Decreto-Lei Nº 9.760, de 5 de Setembro de 1946. Casa Civil,(Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, Brasil. (<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Decreto-Lei/Del9760.htm>).
- Siegle, E. (1999) - Morfodinâmica da Desembocadura do Rio Camboriú, Balneário Camboriú. Dissertação de Mestrado, 137p., UFGRS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, RS, Brasil.
- Silva, I.R., Bitencourt, A.C.S.P., Dominguez, J.M.L. & Melo, S.B.S. (2003) - Uma contribuição a gestão ambiental da costa do descobrimento (litoral sul do Estado da Bahia): Avaliação da qualidade recreacional das praias. Geografia, 28(3):397-414, AGETEO - Associação de Geografia Teórica, Rio Claro, SP, Brasil.
- Uda, T., San-nami, T., Serizawa, M. & Furuike, K. (2005) - Beach erosion in Japan as a Structural Problem. Proceedings of the 14th Biennial Coastal Zone Conference, New Orleans, Louisiana, USA. CD-ROM. (disponível em (http://www.csc.noaa.gov/cz/2005/CZ05_Proceedings_CD/pdf_files/posters/Uda.pdf).
- Yohe, G.W. (1989) - The cost of not Holding Back the Sea - Phase 1: Economic Vulnerability. 22p., U.S. EPA (Environmental Protection Agency), Office of Policy, Planning, and Evaluation, Washington, DC, USA. (http://epa.gov/climatechange/effects/downloads/rtc_yohe_cost.pdf).