



UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS OCORRIDOS NA REGIÃO DA FOZ DO RIO REIS MAGOS, ES

Pútolas Armini Bernardo da Silva

Especialista em Conservação e Manejo da Diversidade Vegetal - UFES - Rua Babaçu, 20, casa - José de Anchieta - Serra - ES. CEP 29162-372 - e-mail: ptabs@zipmail.com.br

Giseli Modolo Vieira Machado

Doutoranda em Oceanografia Ambiental - UFES - Rua Elzira Vivácqua, 273 - apt 05 - Jardim Camburi - Vitória - ES - CEP 29090-350 - e-mail: giselimodolo@gmail.com

Mayra Moreira de Almeida

Mestranda em Engenharia Ambiental - UFES - Rua Francisco Eugênio Mussiello, 46, apt 101 - Jardim da Penha - Vitória - ES - CEP 29060-290 - e-mail: mayra_m_a@yahoo.com.br

Resumo

Em Nova Almeida e Praia Grande o desenvolvimento urbano exigiu e ainda exige intervenções no meio natural capazes de melhorar as atividades econômicas e o bem-estar das populações. No entanto, essas intervenções podem influenciar a dinâmica natural, ocasionando, por exemplo, a intensificação de processos erosivos em regiões costeiras. Por meio do geoprocessamento foi possível analisar as mudanças morfológicas ocorridas na desembocadura do rio Reis Magos, entre os anos de 1978 e 1997. Tais mudanças apresentaram como resultado alterações da linha de costa e perdas patrimoniais no balneário de Praia Grande devido ao conjunto de fatores naturais e antrópicos.

Palavras-chave: geoprocessamento, intervenção antrópica, erosão.

Abstract

In Nova Almeida and Praia Grande urban development required and still requires interventions in the natural environment that can enhance economic activities and well-being of populations. However, these interventions may influence the natural dynamics causing, for example, the intensification of erosive processes in coastal regions. With GIS it was possible to analyze the morphological changes occurring in the outfall of the river Reis Magos, between the years 1978 and 1997. These changes made as a result changes of the shoreline and property losses in the balneary of Praia Grande due to the set of natural and anthropogenic factors.

Keywords: GIS, anthropogenic intervention, erosion.

Introdução

A ocupação do litoral brasileiro, principalmente em áreas próximas às grandes cidades, tem se caracterizado pela grande mudança fisiográfica da paisagem, com a construção

de casas, edifícios e obras de urbanização nas proximidades da pequena faixa de terra que se limita com o mar (MUEHE, 2001). Em determinados lugares, essa faixa é ocupada por construções posicionadas numa área de situação frágil, sujeita a risco, onde a combinação de fatores naturais e

antrópicos podem induzir processos que resultam em problemas de erosão.

Intervenções como as obras realizadas para a construção da ponte, concluída em 1986, na foz do rio Reis Magos – ES, visou melhorar o acesso ao litoral Norte do Estado e urbanizar a margem Sul do estuário, onde parte do estuário foi aterrada para fins paisagísticos e de lazer, como a construção da praça de esportes.

A partir de então, foram observados problemas de erosão na porção Norte da desembocadura do estuário – balneário de Praia Grande. Perante o cenário erosivo, desenvolveu-se um projeto de recuperação da área através da construção de um enrocamento em 1997 e aterro da retro-área que, frequentemente, encontrava-se alagada. (AQUACONSULT, 1995).

Trabalhos de avaliação morfológica de áreas de desembocaduras foram realizados por Farias e Maia (2007) e Farias (2005) que quantificaram as modificações morfológicas das margens de desembocaduras, estuários e algumas praias do Brasil utilizando o geoprocessamento através de comparação de fotografias aéreas. No entanto, esta é uma metodologia que pode induzir a erros conforme a escala utilizada das imagens (FARIAS, 2005).

Desta forma, este trabalho se propõe a discutir os processos erosivos ocorrido na região da foz do rio Reis Magos,

partindo da premissa que estes foram potencializados pela ação antrópica. Além disto, objetivou-se caracterizar a configuração espacial morfológica na área nos anos de 1978, 1986 e 1997 e avaliar alguns dos impactos ambientais decorrentes das intervenções antrópicas realizadas no local.

Caracterização da Área

A área de estudo abrange as praias nas adjacências da foz do rio Reis Magos, divisor natural dos municípios de Fundão e Serra, situados no Litoral Central do Estado do Espírito Santo (Figura 1). Na margem Sul do rio localiza-se o distrito de Nova Almeida (Serra) e na margem Norte, o balneário de Praia Grande (Fundão).

A área está inserida numa planície de crista de praia estreita e abrigada, limitada por falésias da Formação Barreiras e sob efeito de transposição de ondas, predominantemente deslizantes, sobre as dunas frontais (ALBINO *et al.*, 2006).

Os autores destacam ainda que o município de Serra tem seu litoral ocupado por residências permanentes e de veraneio, instaladas sobre os cordões litorâneos estreitos e sobre as dunas frontais, o que aumenta a vulnerabilidade erosiva e ameaça as construções, mesmo sob condições de tempo bom.

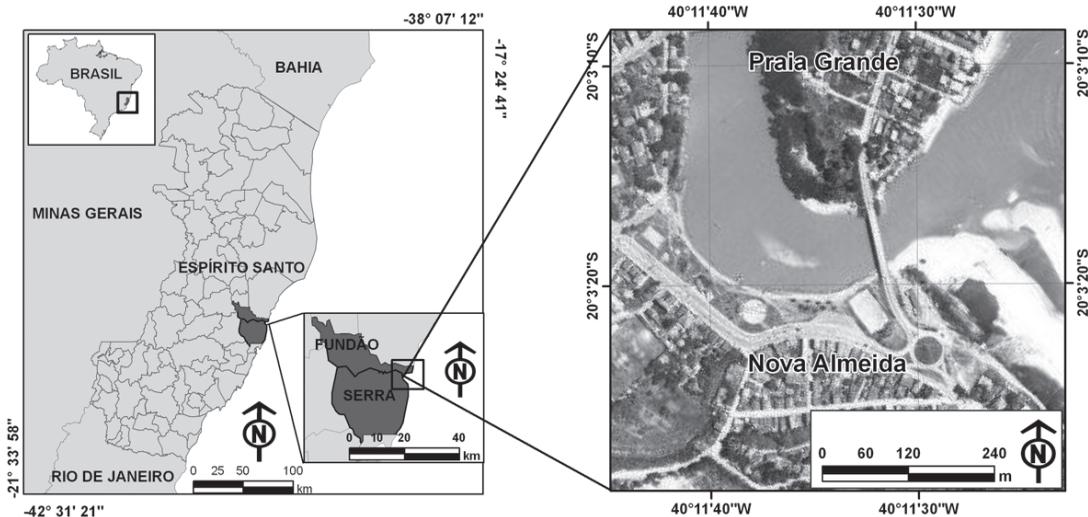


Figura 1 - Localização da área de estudo. Foto aérea da desembocadura do rio Reis Magos (Maplan, 1997).

Embora o clima do litoral do ES seja caracterizado por ventos e ondas predominantemente de NE e E-NE, são as ondulações de S e SE, associados às frentes frias, as principais responsáveis pelo transporte de sedimentos litorâneo no sentido Sul para Norte (SARMENTO, 1983 *apud* PAIVA, 1999). Esta dinâmica altera sazonalmente a morfologia das praias, que, por serem compostas por sedimentos inconsolidados, em sua maioria quartzo de

fração areia fina, se distribuem de forma a proteger o continente contra as ações erosivas do mar (ALBINO, 1995).

Em Praia Grande, os depósitos da Formação Barreiras, que ancoram a extremidade Norte da praia, criam uma enseada e conseqüentemente, armadilha para os sedimentos. Na extremidade Sul desta praia, a presença da desembocadura fluvial pode eventualmente atuar como molhe hidráulico

co em função da descarga fluvial do rio Reis Magos. Portanto, além dos processos costeiros, a região é influenciada pela dinâmica particularmente complexa do estuário (PRITCHARD, 1967).

Por se tratar de uma região morfologicamente instável e de grande fragilidade ambiental, o manguezal de Reis Magos também possui grande importância sócio-econômica, uma vez que propicia à comunidade diversos usos. Porém, na maioria das vezes, a utilização inadequada do mesmo causa destruição de parcela significativa dos seus recursos naturais.

No caso do rio Reis Magos, nas margens próximas ao mar, podem ser encontradas residências permanentes, algumas fazendas com pastagem e desmatamento da mata ciliar nativa, além de várias áreas com vegetação rasteira e solo exposto, oriundo da destruição do ambiente.

Metodologia

A caracterização da área de estudo foi realizada por meio de técnicas de geoprocessamento através da fotointerpretação da paisagem, juntamente com levantamentos cartográficos da região e pesquisa bibliográfica referente a processos inerentes a regiões litorâneas.

Com a finalidade de relatar os processos ocorridos, obtiveram-se fotografias horizontais desde o ano de 1983 até os anos de 1995 a 1996, quando se deu o clímax do problema ocorrido em Praia Grande, e do ano de 1997, depois de concluídas as obras do enrocamento.

Foram adquiridas também fotografias aéreas de 1978, 1986 e 1997. A foto aérea de 1978 foi fornecida pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do ES (IDAF) na escala de 1:20.000, e as de 1986 e 1997, foram adquiridas por meio da empresa MAPLAN na escala de 1:8.000. Estas imagens foram digitalizadas e mapeadas no *software Spring 4.3* (CAMARA et al., 1996).

A foto do ano de 1978 foi mapeada com utilização da ferramenta de edição topológica do Spring. Nela fez-se o mapeamento do rio, do mar, das ruas, da ponte, do mangue, da restinga e do cordão arenoso. Esta mesma ordem foi seguida para as fotos de 1986 e 1997, com o acréscimo da área aterrada. Para a foto de 1978, devido a escala, recorreu-se várias vezes à estereoscopia, dada a dificuldade na identificação de alguns trechos das ruas e, principalmente, na distinção da restinga do mangue. As fotografias de 1986 e 1997 não foram utilizadas na forma de pares estereoscópicos, pois, devido à escala e boa definição, as mesmas puderam ser observadas isoladamente.

A realização de visita a campo foi necessária para confirmação do mapeamento realizado da região e coleta de pontos de controle para o georreferenciamento das imagens. Para isto foi utilizado o GPS *Garmin 12 XL*.

Com as fotos aéreas mapeadas numa mesma escala, tornou-se possível identificar as alterações morfológicas da desembocadura de cada foto.

Para análise das mudanças ocorridas de maneira clara e objetiva, realizou-se o cruzamento das informações espaciais de dois mapas gerando um terceiro através da ferramenta do Spring conhecida como Linguagem Espacial de Geoprocessamento Algebrico (LEGAL). A Figura 2 simplifica as etapas de elaboração dos mapas de sobreposição.

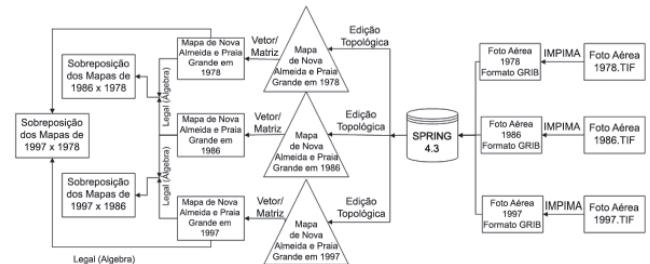


Figura 2 - Fluxograma de representação das etapas de elaboração dos mapas de sobreposição.

Resultados e Discussão

A caracterização morfodinâmica da foz do rio Reis Magos pode ser melhor realizada com a utilização do geoprocessamento, a partir da elaboração e análise de mapas. Como se observa na Figura 3, a área de estudo possuía em 1978 predominantemente um cordão arenoso de grande área, presente em Praia Grande e Nova Almeida. Em 1986 (Figura 4), o cordão arenoso da região mostrou-se reduzido em aproximadamente 50% e notou-se o aparecimento de uma área de vegetação de restinga em Praia Grande. Em 1997 (Figura 5), o cordão arenoso concentrou-se predominantemente em Nova Almeida e aumentou sua área em torno de 45% em relação a 1986, estando ainda reduzido em 30% com relação a 1978. A vegetação de restinga, que não foi constatada em 1978, em 1997 teve um aumento de área de abrangência de quase 300% sobre o cordão arenoso com relação a 1986, todavia, localizada na porção Sul da foz.

Diversas transformações de uso e ocupação do solo e da morfologia do litoral ocorreram desde 1978 a 1997. Analisando a sobreposição das imagens (Figuras 6 e 7), observa-se especialmente que áreas anteriormente ocupadas por cordão arenoso na margem Norte da foz do rio, foram erodidas. Não obstante, a margem Sul progrediu, podendo-se constatar o progressivo acúmulo de sedimentos com vegetação de restinga.

A erosão constatada em Praia Grande, nos mapas de sobreposição (Figuras 6 e 7), possivelmente foi resultado de uma combinação de processos naturais justapostos às intervenções humanas.

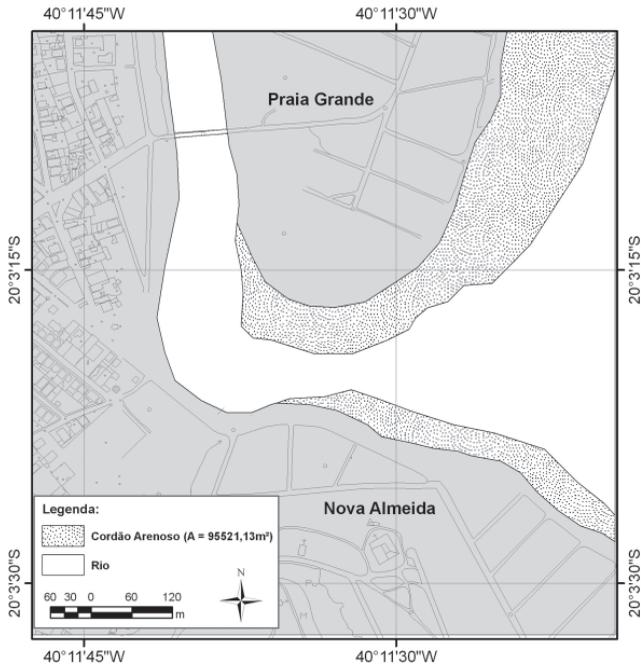


Figura 3 - Caracterização morfológica da foz do rio Reis Magos em 1978.

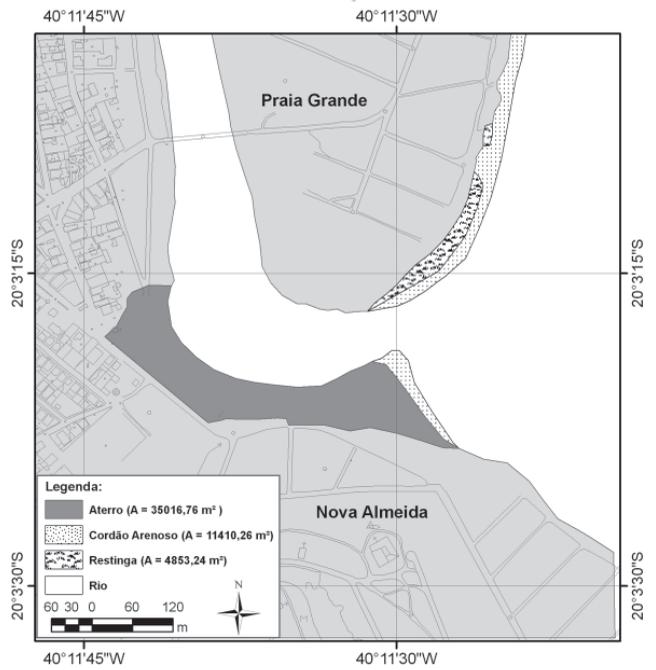


Figura 4 - Caracterização morfológica da foz do rio Reis Magos em 1986.

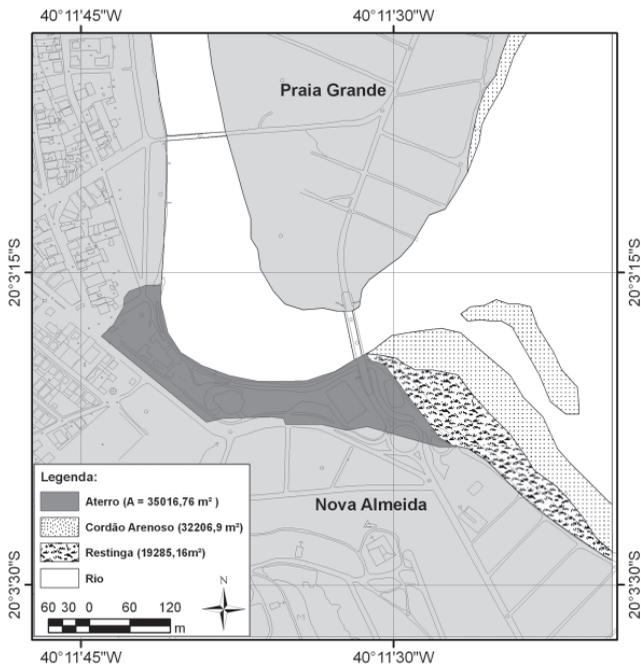


Figura 5 - Caracterização morfológica da foz do rio Reis Magos em 1997.

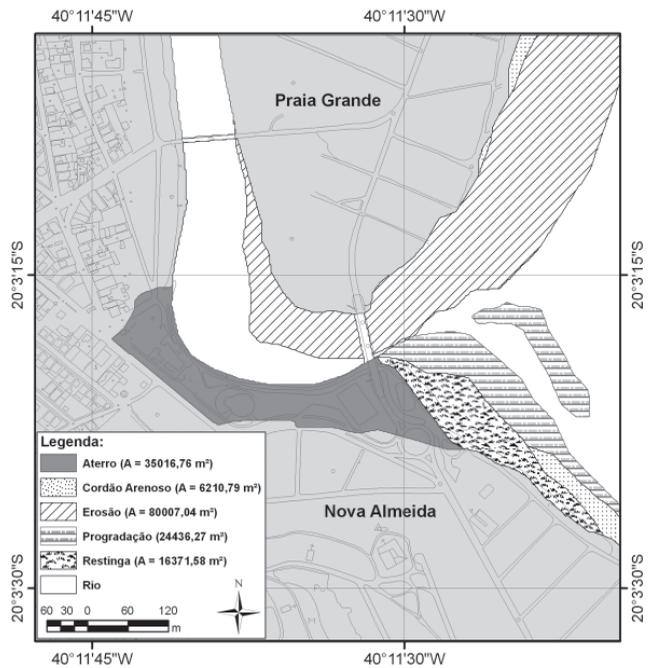


Figura 6 - Morfodinâmica da foz do rio Reis Magos na escala tempo-espacial 1978-1997.

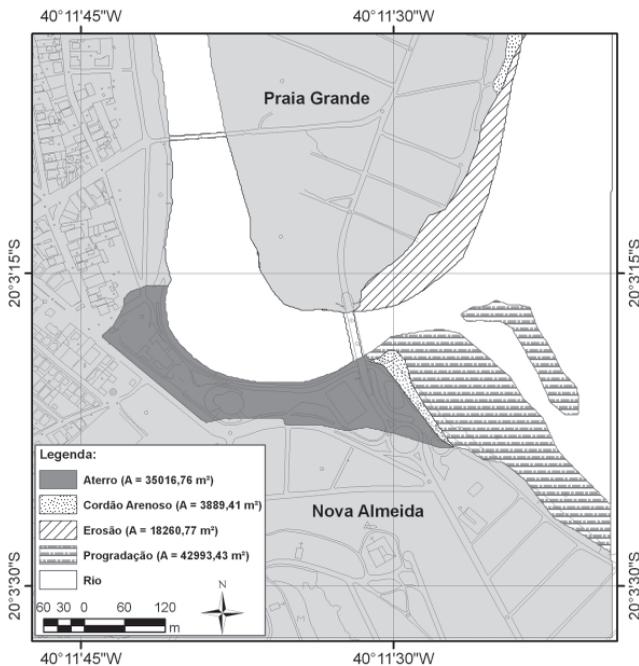


Figura 7 - Morfodinâmica da Foz do rio Reis Magos na escala tempo-espacial 1986-1997.

Dentre os processos naturais, pode-se citar que apesar da predominância das ondas de NE, as ondulações mais intensas procedem de SE. Desta forma, o grau de exposição do arco praiial de Praia Grande, voltado para E-SE, é um fator influente nas alterações morfológicas desta praia, principalmente na extremidade Sul.

Além disto, como constatado por Muehe (2001) em praias dissipativas, as ondas, ao dissiparem sua energia sobre o fundo marinho de baixa declividade, permitem grande acumulação de energia e água na zona de surfe e na face praiial em função da sucessão de ondas que chegam. Isto significa que o fluxo de água que se dirige à praia é mais intenso que o fluxo de retorno, podendo desencadear eventos erosivos sazonais, como é o caso de Praia Grande.

Já a praia de Nova Almeida está parcialmente protegida das tempestades pela sombra formada da saliência do litoral mais ao Sul em função do compartimento geológico-geomorfológico da Formação Barreiras.

Por se tratar de uma região de desembocadura e de baixa declividade, a área torna-se susceptível à erosão

pelo fato de que, em épocas de maior vazante do rio, seu fluxo possa interferir no balanço energético e sedimentar da área, podendo bloquear parte da deriva litorânea, desencadeando acumulação a barlar e erosão a sotamar, principalmente em situação de frente-fria. Esta situação se assemelha ao mecanismo de molhe hidráulico ocorrido em desembocaduras fluviais descrito por Suguio *et al.* (1985).

As características morfodinâmicas de Praia Grande, somadas aos fenômenos de maré de sizígia e tempestades, podem provocar um aumento temporário, porém significativo do *setup* na área, fazendo com que as ondas arrebentem mais em direção ao continente, desencadeando eventos erosivos.

Para tanto, a situação naturalmente erosiva pode ter sido agravada ou desencadeada pelas interferências antrópicas, como por exemplo, a crescente urbanização em direção às dunas frontais em Praia Grande (Figura 8), as obras de aterro para ampliação da área urbana de Nova Almeida e a construção da ponte.

As obras de aterro na margem Sul da desembocadura também causaram a diminuição da área de secção transversal da foz do rio, provocando conseqüentemente, um aumento da sua vazão de descarga localmente. O aumento relativo do fluxo tende a promover o alargamento da desembocadura, porém o aterro não possibilitou que isso ocorresse, devido à presença do enrocamento. Assim sendo, a margem norte da desembocadura, composta por sedimentos inconsolidados, tornou-se naturalmente o local mais susceptível à adaptação ao novo trajeto do rio. Desta forma, as águas e a foz foram desviadas para Norte, contribuindo para o aumento do *setup* na região que, em situação de tempestade, intensificou o processo erosivo.

O resultado deste conjunto de fatores antrópicos combinado com as situações de tempestade, com a dinâmica da desembocadura e com a morfodinâmica da praia, foi único e alarmante: os terrenos situados na margem Norte da foz do rio foram erodidos pelas ondas.

A solução na época foi a construção de um novo enrocamento para conter o problema erosivo no local, cessando a destruição das casas e protegendo a cabeceira da ponte na margem norte da desembocadura.



Figura 8 - Erosão em Praia Grande com destruição das residências próximo à praia (outubro, 1996). Obra realizada em 1997 na extremidade sul da Praia Grande para conter o processo erosivo (Fotos: Luiz Viana).

Apesar do problema de erosão em Praia Grande ter sido solucionado com êxito até o momento, vários danos e perdas patrimoniais poderiam ter sido evitados se os limites naturais impostos pelas dinâmicas costeiras fossem considerados no processo de loteamento e urbanização da orla.

Os impactos ambientais como, fragmentação da vegetação de mangue, lançamento de esgoto no estuário e loteamentos urbanos desordenados identificados no estuário, podem comprometer muito além da perda da biodiversidade, mas também a atividade pesqueira, a qualidade de vida da comunidade local e o próprio turismo.

Portanto, o insucesso das intervenções humanas pode ser mitigado quando análises de impactos ambientais são desenvolvidas numa perspectiva de sustentabilidade dos ecossistemas naturais e da própria atividade que os degradou.

Conclusão

A utilização do geoprocessamento a partir dos mapas elaborados auxiliou na análise do processo erosivo ocorrido na região de estudo, tendo em vista que permitiu a sua caracterização morfodinâmica e mostrou a evolução do problema na área.

No caso em estudo, constatou-se que a região da foz do rio Reis Magos possui características naturais que facilitam a ocorrência de processos erosivos. Entretanto, os mesmos foram agravados pela ação antrópica.

A ocupação desordenada em zonas litorâneas tem tendência natural à erosão, por isso, mais do que preservar patrimônios, uma política preventiva, com organização inteligente e controle do espaço pode garantir a segurança das comunidades. Além do mais, há uma necessidade da preservação

da própria natureza, visto a importância dos ambientes costeiros, como os manguezais, restingas e dunas frontais.

Referências Bibliográficas

AQUACONSULT. **Projeto de proteção das margens do Estuário do Rio Reis Magos, Nova Almeida, Serra-ES**. Vitória, 1995.

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. N. Espírito Santo. In: MUEHE, D. (Org). **Atlas de erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006.

ALBINO, J. **Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga à Povoação – ES. 1999**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. Dinâmica praial. São Paulo: [s.n.], 1995.

CÂMARA, G. et al. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computer and Graphics**, São José dos Campos, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

FARIAS, A. P. Eustasia global e a realidade do litoral brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, ano 6, n. 2, p. 75-82, 2005.

FARIAS, E. G. G.; MAIA, L. P. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise das mudanças morfológicas na desembocadura e estuário inferior do rio Jaguaribe-CE. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO MAR, 12., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007, p. 427.

MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T (Org). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 253-308.

PAIVA, D. de S. **Mapa faciológico dos sedimentos de fundo do canal da passagem e trecho da Baía de Vitória – ES, 1999**. Monografia (Graduação em Geografia), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

PRITCHARD, D. W. What is an estuary, physical viewpoint. In: G. H. Lauf (editor): **Estuaries**. Washington D.C: American Association for the Advancement of Science, 1967.

SUGUIO, K. M. L et al. Flutuações do nível do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n 4, p. 273-286, 1985.

