



## Estudo da Efetividade de Obras de Contenção de Erosão Costeira em Conceição da Barra – ES

*Contention Works Efficacy Study of Coastal Erosion in Conceição da Barra – ES*

### Resumo

Os estudos realizados na cidade de Conceição da Barra durante o período de 26/07/2013 a 06/06/2014 demonstraram que suas praias podem ser classificadas como reflexivas a intermediárias de alta energia. A análise comparativa da linha de costa e desembocadura do rio São Mateus através de imagens de satélite, no intervalo dos anos de 1985 a 2013, mostraram erosão principalmente no setor da Praia da Bugia. As análises sedimentares demonstraram o re-trabalhamento dos sedimentos do pós-praia em direção ao setor de antepraia. Nos perfis realizados entre as obras de contenção se observa variabilidade da morfologia praial, a mesma que mostra balanço sedimentar negativo ao norte da área de estudo e positivo nas proximidades da desembocadura do rio São Mateus. A possível explicação para o balanço sedimentar negativo ao norte da área de estudo são as modificações antrópicas na desembocadura do rio Itaúnas, diminuindo o influxo sedimentar transportado pela deriva litorânea ao setor da praia da Guaxindiba. Em conclusão, se faz necessário uma revisão do projeto de concepção e executivo das obras de contenção, com intuito de corrigir eventuais erros do mesmo, uma vez que as obras de engenharia estão cumprindo parcialmente o objetivo para o qual foram construídas. Palavras chaves: Erosão costeira; Dinâmica costeira; Sensoriamento Remoto.

Juan Alfredo Ayala Espinoza<sup>1</sup>  
Igor Bremenkamp Herzog<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. E-mail: Juan.espinoza@ufes.br, juan.espinoza.1805@gmail.com. Endereço: Alto Universitário, s/n – Bairro Guararema, Cidade de Alegre. CEP – 29.500-000 ES-Brasil. Telefone: +55 28 3552-8903 (institucional), +55 28 981120170 (particular)

<sup>2</sup>Departamento de Geologia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.



#### Abstract

*Studies conducted in the city of Conceição da Barra during the period of 07/26/2013 to 06/06/2014 proved that its beaches can be classified as reflective to intermediate of high energy. Comparative analysis of the coastline and the mouth of the São Mateus river through satellite images from 1985 to 2013 showed erosion, especially at the Bugia's beach sector. Sedimentary analysis showed the reworking of post-beach sediments towards the shoreface sector. By the profiles held in the containment works is observed variability of near beach morphology, the one that shows negative sediment balance in the north of the study area and positive near the mouth of the São Mateus river. A possible explanation for the negative sediment balance in the north of the study area are the man induced changes in the mouth of the Itaúnas river, reducing the sediment influx transported by coastline drift to the sector of Guaxindiba's beach. In conclusion, it is necessary to review the design and executive project of containment works in order to correct any errors, once engineering works are partially meeting the purpose that they were designed for.*

*Keywords: Coastal erosion; Coastal dynamics; Remote sensing*

#### INTRODUÇÃO

A cidade de Conceição da Barra, sede do município homônimo, está localizada no litoral norte do Estado do Espírito Santo, sendo este mais um município capixaba que tem a sua economia baseada no turismo sazonal de um patrimônio natural e geológico que são suas praias, setor ambientalmente frágil que vem sofrendo um desequilíbrio ambiental ocasionado por fontes naturais e/ou influência humana, gerando-se um distúrbio no sistema costeiro e, como consequência, processos erosivos têm sido observados. A magnitude dos processos erosivos na citada cidade pode ser apreciada através da diminuição da largura da faixa arenosa da praia, destruição de casas, avenidas e outras obras de infraestrutura urbana, localizadas dentro ou próximo dessa faixa arenosa.

A empresa EVEREST tecnologia e serviços (2005 e 2006) realizou estudos geológicos, geotécnicos, sedimentológicos e oceanográficos, visando a avaliação técnico – ambiental do setor em questão. O Instituto de Pesquisas Hidroviárias – INPH, visando dar suporte a estudos de modelagem numérica, entre os meses de novembro e dezembro de 2006, realizou na desembocadura do rio São Mateus e setor oceânico adjacentes medições de batimetria, marés e correntes; coleta e análise de amostras de fundo e seções transversais à praia. Em 2007 o relatório técnico da Transmar Consultoria Ltda. indica que o problema de erosão da praia não é recente, sendo o mesmo fortemente influenciado pela desembocadura do rio São Mateus.

Ao término dos estudos anteriormente citados, os mesmos que serviram de fundamento para a realização de obras de engenharia para estabilização tanto da desembocadura do rio como das praias, não se tem um registro de monitoramento que indique se as obras que foram construídas estão cumprindo o seu objetivo que é o de estabilizar a face da praia.

No Estado do Espírito Santo, poucos têm sido os trabalhos realizados de medição e monitoramento que possibilitem a quantificação de taxas de recuo efetivo da linha de costa, após uma intervenção através de obras de engenharia denominadas em inglês de hard e soft solution. Nenhum trabalho específico foi feito para relacionar a causa e/ou intensificação do problema de erosão às variações da interação do sistema oceano/atmosfera do setor a ser estudado. Buscando preencher esta lacuna, este trabalho teve como objetivo principal estudar a efetividade das obras de contenção de erosão marinha em um espaço curto de tempo.

#### METODOLOGIA

A metodologia empregada é tradicional, já consagrada na literatura e utilizada por diferentes pesquisadores em diversas regiões do mundo, naturalmente, com suas devidas modificações em função das necessidades do trabalho a ser executado, por exemplo, LOTFY e FRAHY (1.993) na costa do Nilo; SÁNCHEZ (1.978) e ESPINOZA (2.001) na costa do Equador, ADDAD (1.995) e MURTA (2.000) na costa sul do estado da Bahia no Brasil; INPH (2.006) na costa de Conceição da Barra e ALBINO e OLIVEIRA (2.000) na costa de Vitória no estado do Espírito Santo. A metodologia se divide nas seguintes etapas: i) Pesquisa bibliográfica; ii) Estudos de Sensoriamento Remoto; iii)

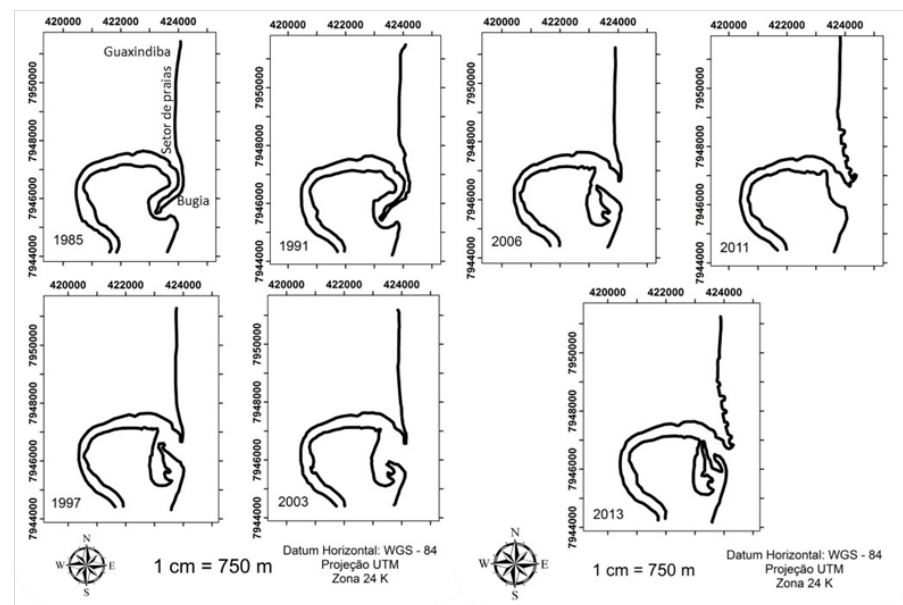
Atividades de campo que compreendem: Reconhecimento da área de estudo, monitoramento dos parâmetros meteorológicos / oceanográficos, monitoramento de parâmetros sedimentológicos, levantamento de perfis de praia, coleta de amostras, iv) Tratamento, integração e interpretação das informações obtidas em campo.

## RESULTADOS

A análise comparativa realizada através do uso de imagens de satélite da série LANSAT dos anos 1985, 1991, 1997, 2003, 2006, 2011 e 2013, demonstraram que em pouco mais de 28 anos houve, devido ao processo erosivo, uma forte mudança na geomorfologia no setor de praia frente à cidade e principalmente na barra arenosa constituída na desembocadura do rio São Mateus, conhecida como Praia da Bugia (Figura 1). Parte dos sedimentos erodidos nos setores mencionados são transportados pela ação da deriva litorânea e depositados na borda sul do rio São Mateus, motivo pelo qual se pode observar que, com o decorrer dos anos, houve um aumento real da barra arenosa nesse setor. A outra parte do sedimento se distribui em direção sul da forma natural, no setor da plataforma adjacente e setor costeiro, conforme a intensidade da deriva litorânea.

Apesar de a imagem de satélite de 2011 mostrar que a barra arenosa formada na borda sul do rio São Mateus não existe mais, isto tem explicação; o seu desaparecimento se deve ao processo de dragagem dos sedimentos que a constituíam para serem utilizados na construção do sistema de obras de contenção da erosão entre os anos 2009 e 2010. Passados 3 anos da instalação das obras, na imagem de 2013, se pode observar claramente como ela se está recompondo de forma relativamente rápida, fato este que pode ser atribuído à influência das obras de contenção, que alteraram de forma local o sistema de aporte sedimentar para a praia.

Figura 1 - Desembocadura do rio São Mateus e setor de praia da cidade de Conceição da Barra, contorno costeiro vetorizado sobre as imagens de satélite.



As imagens acima são um exemplo claro de como a influência antrópica modifica a morfologia praial. Pela análise se pode observar a mudança evolutiva na morfologia da desembocadura do rio, bem como, uma costa dentada próximo da desembocadura do rio devido às obras de contenção.

Pesquisas feitas *in loco* com moradores, indicam que no final da década de 60 início dos 70, por motivos de interesse privado, foram realizadas obras de engenharia que consistiram na abertura de uma foz a 3,5 quilômetros ao norte da desembocadura natural do rio Itaúnas. Isso, sem dúvida, diminuiu o influxo sedimentar em direção à área estudada; dessa forma, hoje o aporte sedimentar não é suficiente para recompor e estabilizar o que o sistema ondas – marés – deriva litorânea retrabalha constantemente, afetando fortemente o setor norte da área em estudo ao redor da Praia da Guaxindiba (Figura 2), podendo ser este um dos motivos que acentuaram os processos erosivos atuantes. A sedimentação na nova foz de rio Itaúnas, atualmente distante em 2,5 quilômetros da foz natural, pode ser observada através de imagens de satélites mostrando a direção preferencial para sul da deriva dos sedimentos. A localização dos perfis de praia realizados está representada na Figura 3, partindo das proximidades da Praia da Guaxindiba (perfil 1) até à Praia da Bugia (perfil 11).



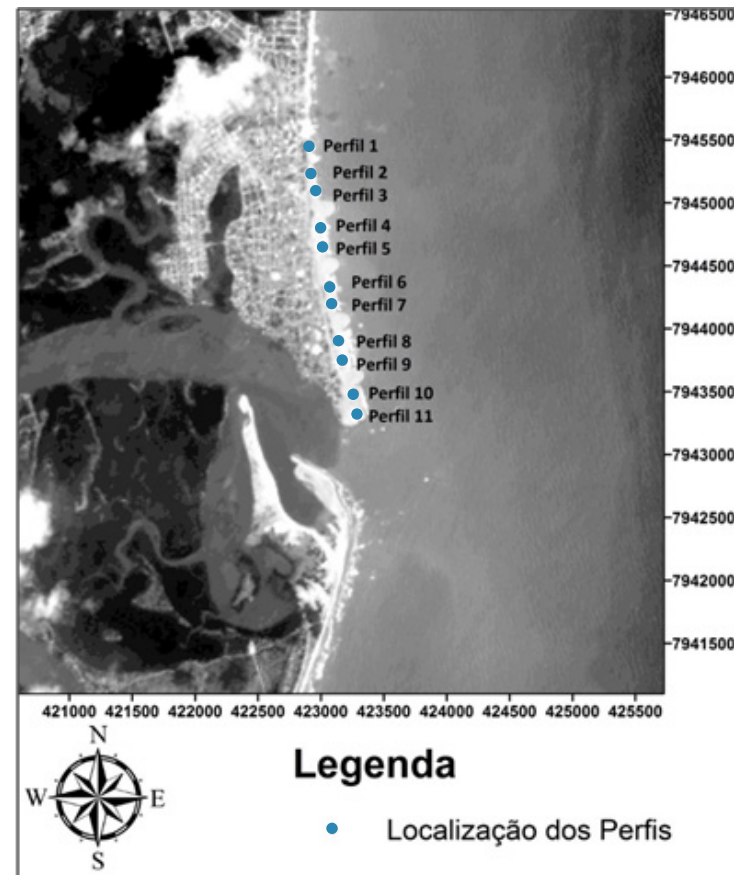
Figura 2 - Imagem de satélite mostrando a localização atual da foz do rio Itaúnas em relação à sua foz natural da década de 60 e cidade de Conceição da Barra. Se observa que a carga sedimentar do rio Itaúnas constituiu uma nova barra arenosa que cresce em direção sul conforme a deriva litorânea.

Fonte: Google Earth, 10/06/2014, modificado

A localização dos perfis de praia realizados está representada na Figura 3, partindo das proximidades da Praia da Guaxindiba (perfil 1) até à Praia da Bugia (perfil 11).

Figura 3- Imagem de satélite mostrando a localização e distribuição dos perfis de praia realizados na sede do município de Conceição da Barra

Fonte: Google Earth, 10/06/2014, modificado



A análise dos perfis de praia, mostra que as praias de Conceição da Barra são reflexivas, o que dá uma ideia do alto nível energético ao qual são submetidas. Essa forte energia se manifesta na perda do material arenoso, proveniente do aterro hidráulico e que serve de sustentação aos blocos que constituem os quebra-mares em forma de ferradura. A ação das marés, com o embate constante das ondas em uma relação de causa/efeito, ao gerar essa perda de areia, ocasiona movimentos lentos dos blocos que compõem os quebra-mares, desequilíbrio estrutural e diminuição da altura dos mesmos (Fotos 1, 2).



Foto 1 - Na face interna da estrutura do quebra-mar, as setas mostram os buracos de tamanhos variáveis, gerados no interior da estrutura conforme acontece a perda de sedimentos.

Fonte: Autores 08/06/2013

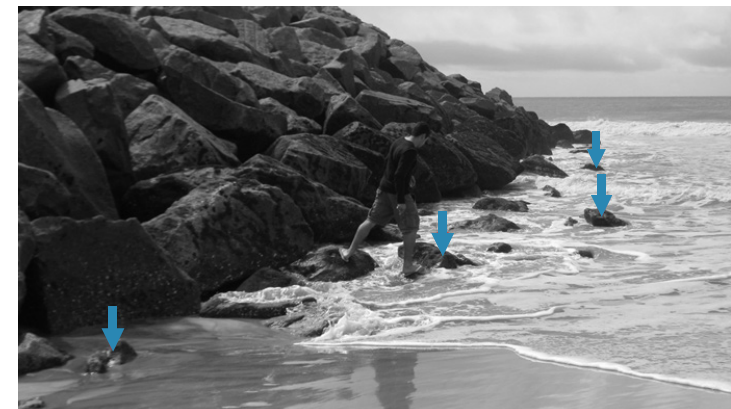


Foto 2 - Na face externa do quebra-mar, as setas mostram os blocos de rochas que formam parte da estrutura como estão deslocados em função do fenômeno de reptação da areia.

Fonte: Autores 08/06/2013

O balanço sedimentar é variável conforme mostram os perfis de praia realizados. Nos perfis de 5 a 11 (Figura 3) se observa um relativo balanço sedimentar positivo (Tabela 1), provavelmente devido à proximidade da área de influxo sedimentar, que em nosso caso é o rio São Mateus em combinação com as obras (quebra-mar), evitando dessa forma que o processo de erosão se acentue. Não obstante, a perda de material do aterro hidráulico que forma parte das estruturas continua ao longo de todas elas, conforme colocado anteriormente (Fotos 1 e 2). Apesar desse aparente balanço sedimentar positivo, ainda existem problemas de erosão em situações climáticas extremas que provavelmente não foram previstos na fase de projeto.

Nos perfis de 1 a 4 (Figura 3) se observa um relativo balanço sedimentar negativo, no setor de praia/pós- praia (Foto 3 e 4), o que provavelmente se deva à maior distância da desembocadura do rio São Mateus, à deriva litorânea que tem sentido preferencial sul, ao efeito de rotação das ondas quando entram em choque com as estruturas construídas e às obras de engenharia realizadas na região ao norte, fora da área de estudo, que modificaram a desembocadura do rio Itaúnas (braço sul). A Tabela 1 apresenta um resumo do balanço sedimentar por perfis.

Foto 3- Na face da praia, as setas mostram estruturas canaliculares características de erosão do colchão de areia, formadas a partir da descida da maré.

Fonte: Autores 08/06/2013

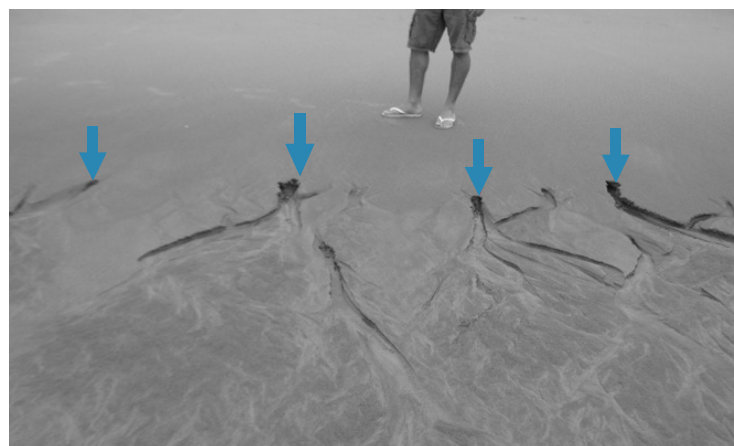


Foto 4- Na face da praia, conjunto de estruturas canaliculares formadas a partir da descida da maré onde as setas mostram a direção em sentido à antepraia do material erodido do colchão de areia.

Fonte: Autores 08/06/2013



Tabela 1 - Resumo do balanço sedimentar, baseado na análise dos perfis de praia.

PERFIL	SETOR	BALANÇO SEDIMENTAR
Perfil 1	Praia/pós- praia	-
	Antepraia	+
Perfil 2	Praia/pós- praia	-
	Antepraia	-
Perfil 3	Praia/pós- praia	-
	Antepraia	-
Perfil 4	Praia/pós- praia	-
	Antepraia	+

Perfil 5	Praia/pós- praia	-
	Antepraia	+
Perfil 6	Praia/pós- praia	+
	Antepraia	+
Perfil 7	Praia/pós- praia	-
	Antepraia	+
Perfil 8	Praia/pós- praia	+
	Antepraia	+
Perfil 9	Praia/pós- praia	+
	Antepraia	+
Perfil 10	Praia/pós- praia	+
	Antepraia	+
Perfil 11	Praia/pós- praia	-
	Antepraia	-

## CONCLUSÕES

A orla do município de Conceição da Barra, entre as praias da Guaxindiba e Bugia, apresenta praias de estágio reflexivo a intermediário de alta energia, demonstrado pelos valores angulares de declividade da praia e forma de arrebentação das ondas.

A análise comparativa de imagens de satélite da série LANSAT dos anos 1985, 1991, 1997, 2003, 2006, 2011 e 2013 demonstram a forte dinâmica sedimentar costeira à qual está submetido o setor de estudo, refletido na destruição do pontal da Bugia na década de 90, da infraestrutura urbana e na formação de bancos de areia em frente à desembocadura do rio São Mateus.

O balanço sedimentar é variável, estando o seu comportamento intrinsecamente relacionado à distância com a desembocadura do rio São Mateus. Para os perfis 1 a 4, o balanço sedimentar é principalmente negativo na pós-praia/praias e antepraia, o mesmo que provavelmente está comprometido pela distância da foz do rio São Mateus e obras de engenharia que modificaram a desembocadura do rio Itaúnas, limitando o influxo sedimentar para este setor da área estudada. Para os perfis 5 a 11, o balanço sedimentar é predominantemente positivo na pós-praia/praias e antepraia, devido à proximidade da desembocadura do rio São Mateus, onde o conjunto influxo sedimentar/obras de engenharia mantém um relativo e tênue equilíbrio deste setor da área estudada, embora se mantenha a perda de material de suporte dos blocos que formam os quebra-mares.



A perda do material arenoso, proveniente do aterro hidráulico realizado para sustentação dos blocos que constituem aos quebra-mares em forma de ferradura, se deve a uma relação de causa/efeito das variações das marés e do embate constante das ondas, que geram um processo de reptação da areia ocasionando movimentos lentos dos blocos, desequilíbrio estrutural e conseqüentemente diminuição da altura dos mesmos. Faz-se necessário um estudo detalhado da antepraia para poder determinar a influência das variabilidades sazonais da deriva continental nos depósitos sedimentares.

Após a análise dos dados obtidos a partir dos estudos realizados concluiu-se que as obras de engenharia cumprem parcialmente o objetivo para o qual foram construídas, não atingindo o 100% da sua eficiência, se fazendo necessário, portanto, uma revisão do projeto de concepção e executivo com intuito de corrigir eventuais falhas dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

- [1] **ADDAD, J.** Erosão nas praias de Alcobaça, sul da Bahia. Universidade Federal de Minas, Instituto de Geociências, Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado. 1995. 140 p.
- [2] **ALBINO, J.;** OLIVEIRA, R. M. Monitoramento topográfico e granulométrico das areias da praia de Camburi, Vitória, ES. Antes, durante e após o engordamento artificial. Anais do Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas; 2000. p. 355 – 356.
- [3] **ESPINOZA, J. A. A.** Processos erosivos e dinâmica litorânea nos setores de Manglaralto e Olón, provincia do Guayas – Equador, durante a influência do fenômeno El Niño de 1998. Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Geologia. Tese de Doutorado. 2001. 259 p.
- [4] **EVEREST tecnologia em serviços.** Obras emergenciais de contenção de erosão e restauração das condições ambientais no município de conceição da Barra – Espírito Santo. Relatório técnico de estudos geológicos, geotécnicos e sedimentológicos. 2006. p. 25.
- [5] **EVEREST Tecnologia em Serviços.** Projeto executivo das obras emergenciais de contenção de erosão e restauração das condições ambientais da área afetada no município de conceição da Barra – Espírito Santo. Relatório Técnico de Estudos Oceanográficos – Capítulo Marés. 2005. p.8.
- [6] Google Earth Software. Imagens 10/06/2014
- [7] **INPH – Instituto de Pesquisas Hidroviárias.** Levantamento topohidrográfico da barra e do rio Cricaré. Relatório Técnico. Divisão de Hidrodinâmica. 2006.
- [8] **INPH – Instituto de Pesquisas Hidroviárias.** Medições sedimentológicas. Rio Cricaré – Conceição da Barra – ES. Relatório Técnico. Divisão de Hidrodinâmica. 2006.
- [9] **LOTFY, M. F. e FRIHY, O. E.** Sediment balance in the nearshore zone of the Nile Delta coast, Egypt. Journal of Coastal research, 9 (3). 1993. pp. 654 – 662.
- [10] **MURTA, Ch. R.** Dinâmica costeira e processos erosivos no município de Mucuri – Extremo sul da Bahia. Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Geologia. Dissertação de Mestrado. 2000. 181 p.
- [11] **SANCHEZ, E.** Transporte litoral en General Villamil (Playas). Departamento de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. ESPOL – Ecuador. Tesis de Grado. 1978. 78 p.
- [12] **TRANSMAR Consultoria Ltda.** Fixação da foz do rio Cricaré: revisão. Relatório Técnico. 2007. p.19.

