

## A LINHA D'ÁGUA COMO INDICADORA DA POSIÇÃO DA LINHA DE PRAIA.

Elírio E. Toldo Jr<sup>1</sup>; Luiz E. S. B. Almeida<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, CECO-IG-UFRGS. CP. 15001, 91509.900 Porto Alegre, RS. Brasil. [toldo@vortex.ufrgs.br](mailto:toldo@vortex.ufrgs.br)

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas Hidráulicas, IPH-UFRGS. Av. Bento Gonçalves 9500, 91509.900 Porto Alegre, RS. Brasil. [luiz.almeida@ufrgs.br](mailto:luiz.almeida@ufrgs.br)

### RESUMO

Neste artigo apresentamos a experiência adquirida em levantamentos da linha de praia usando como indicador a linha d'água. Estes levantamentos tem sido conduzidos ao longo da costa do Rio Grande do Sul desde 1997 e o atual conhecimento das zonas de erosão e acresção tem sido investigado ao longo de 630 km de costa usando técnicas de levantamento com GPS para definir a posição da linha de praia. Os resultados mostram que a linha de água é um indicador adequado dentro dos limites de erro associados à amplitude da maré e do "run-up" da onda sobre a face praial.

### ABSTRACT

This paper reports the experience shoreline position using the water line as indicator. Shoreline surveys has been carried out in the Rio Grande do Sul state from 1997 and the present knowledge about erosion and accretion zones has been investigated along of 630 km of the coast using GPS method to define the shoreline position. The results indicated that the water line is a useful shoreline indicator within certain limits and the error is variable because of changes in tides and wave run-up about beach face slope.

Palavras-Chave: linha d'água, linha de praia, erosão costeira

### 1. INTRODUÇÃO

As populações das áreas costeiras estão sujeitas a uma variedade de impactos naturais, que incluem inundações associadas às ressacas, tempestades de ventos e a erosão costeira de curto e longo período. A identificação precisa da linha de praia através de uma feição física e seu movimento através do tempo, possibilita uma análise mais consistente da extensão destes impactos naturais. Esta informação é útil para a as pessoas e para o governo, na tomada de decisões, nos planos de desenvolvimento e nos programas de usos da terra. Por causa da variabilidade natural das praias arenosas, da sua natureza particular e sua evolução ao longo do tempo, é muito difícil estabelecer uma feição física como sendo representativa da linha de praia. A feição indicadora da linha de praia deve ser prática, e principalmente, a feição deve existir consistentemente ao longo de toda área investigada (Pajak e Leatherman, 2002).

Neste trabalho analisamos o método empregado na investigação das mudanças da posição da linha de praia, tendo como feição indicadora a linha d'água. Tratamos dos resultados e da experiência adquirida na pesquisa da retração ou progradação da zona costeira que vem sendo conduzida ao longo do litoral do estado do Rio Grande do Sul desde 1997 (Toldo, *et al.* 1999, Esteves, *et al.* 2002).

### 2. MÉTODO

O plano para o levantamento da linha de praia no estado do Rio Grande do Sul consiste em medir a posição do perfil longitudinal da linha d'água (Foto 1), tomado como o perfil representativo da posição da linha de praia (Toldo, *et al.* 1999). O levantamento de campo é realizado ao longo de 630 km de costa entre as praias de Torrês, ao norte, e Chuí, ao sul, uma vez por ano, sendo necessários 03 dias consecutivos de trabalho no campo.

As medidas consistem na aquisição de dados utilizando um Receptor Pathfinder Pro-XS GPS – Sistema Global de Posicionamento, marca Trimble, com precisão submétrica entre 10 e 30 cm no modo de navegação, tanto para o datum vertical, quanto para o horizontal. No campo a antena receptora do GPS é instalada em um veículo Toyota que se desloca sobre a linha d'água a uma velocidade média de 50 km/h. A antena estática do GPS encontra-se instalada junto ao Departamento de Geodésia do Instituto de Geociências da UFRGS, como parte integrante da rede de antenas do IBGE, cobrindo uma área com raio de 500 km a partir da cidade de Porto Alegre. Os dados gerados por esta antena são utilizados para a correção daqueles adquiridos no campo. A taxa de amostragem de ambos equipamentos é de 3 s, o que permite a geração de arquivos para pós-processamento com precisão, também, submétrica.

No primeiro mapeamento da linha de praia em 1997 o trabalho de campo foi desenvolvido como descrito anteriormente, porém com um par GPS modelo GARMIN 100 Personal Surveyors, com precisão de 10 e 3 m para os equipamentos que operavam no modo de navegação e no modo estático, respectivamente. O posicionamento da antena que operava no modo estático ocorreu em locais previamente estabelecidos na costa e separados 100 km um do outro, de maneira a cobrir a área e incrementar a precisão dos dados. A taxa de aquisição para ambos equipamentos neste ano foi de 5 s, o que permitiu a geração de arquivos que pós-processados estabeleceram uma linha do litoral com precisão de 3 m.

### 3. DISCUSSÃO

Na descrição dos métodos empregados em levantamentos da posição da linha de praia são apresentadas técnicas tradicionais, como por exemplo, a comparação de mapas históricos, e mais recentemente as modernas e precisas técnicas derivadas do emprego do sistema de posiciona-

mento global - GPS. Entretanto, permanece a discussão sobre qual o indicador da linha de praia a ser monitorado. Os principais indicadores descritos na literatura são:

- Linha de vegetação,
- Crista da duna frontal,
- Pé da duna frontal,
- Crista do berma,
- Limite entre a praia úmida e a praia seca,
- Linha da maré alta,
- Linha d'água.

A linha d'água adotada nos levantamentos de campo descritos anteriormente (Foto 1), corresponde à linha de espraiamento da onda ou linha de "swash". Para as praias oceânicas do Rio Grande do Sul a linha está situada a aproximadamente 16 m do nível médio do mar, tendo em consideração as características de altura e o comprimento da onda em águas profundas, bem como a declividade média da face praial. A área monitorada possui as seguintes características:

- Os sedimentos praias consistem principalmente de areias finas bem selecionadas (tamanho médio de 0,2 mm), (Nicolodi *et al.* 2002, Gruber 2002), exceto ao longo de 60 km no Litoral Sul onde ocorrem sedimentos bimodais devido à presença de cascalho biotétrico (Calliari e Klein 1993),
- A declividade média da face da praia é da ordem de 1/30,
- Incidem sobre a costa ondulações geradas no Oceano Atlântico Sul e vagas geradas pelos fortes ventos locais de verão e primavera, provenientes de NE. Exceto pela passagem de frentes frias de S e SE, a agitação marítima é caracterizada por ondas de média a elevada energia, sendo a altura significativa de 1,4 m e período entre 7 e 9 s (Almeida e Toldo, 1997),
- A maré astronômica é semidiurna, com altura média de 0,30 m, sendo que a maré meteorológica ou ressaca pode alcançar 1,20 m (Almeida *et al.*, 1997). As ressacas tem sido registradas com mais frequência a partir dos meses de Abril e Maio, associadas à passagem de frentes frias (Tozzi, 1997, Barletta, 2000, Nicolodi 2001).

Segundo McCurdy (1947, In: Pajak e Leatherman, 2002), em fotografias aéreas a linha d'água constitui-se no melhor indicador do limite físico entre o oceano e o continente (McCurdy, 1947). A fotografia 1 mostra que esta identificação também ocorre com facilidade ao longo da praia monitorada. Entre todos os indicadores a linha d'água é o mais prático, principalmente, por causa de sua continuidade ao longo de toda área investigada, e também porque se constitui num indicador que permite a repetição das medidas, a semelhança da linha de maré alta.

Segundo Morton e Speed, (1998, In: Pajak e Leatherman, 2002), a principal desvantagem é que a linha não é um indicador morfológico.

Os principais erros decorrentes do levantamento da linha de praia, com base no indicador da linha d'água, estão

associados à amplitude da maré astronômica e da maré meteorológica, "run up" e declividade da face da praia.

a- a amplitude da maré astronômica com valor médio de 0,30 m pode gerar um deslocamento de 9 m no plano horizontal, pois o levantamento é realizado sobre uma face de praia com declividade média de 1/30, ao longo de um intervalo de tempo de 10 horas. O erro está associado à ocorrência dos valores máximos ou mínimos da amplitude da maré da ordem de 0,32 e 0,20 m, respectivamente, durante o levantamento de campo. Este fator de erro pode ser monitorado através de instrumentação no campo ou por consulta ao modelo de previsão da maré astronômica no endereço; <http://www.dhn.mar.mil.br>,

b- a amplitude da maré meteorológica de 1,2 m pode gerar um erro maior que 35 m no plano horizontal, para uma declividade média da face praial de 1/30. Entretanto, este fator de erro pode ser monitorado através do uso de informações sobre a entrada de frentes frias ou tempestades no litoral sul do país, em consulta ao modelo de previsão da maré meteorológica no endereço; <http://www.surge.iag.usp.br>, antes de se iniciar a coleta de dados no campo,

c- o "run-up" da onda para as praias do litoral do Rio Grande do Sul apresenta valor aproximado de 0,55 m, que associada à declividade da face da praia resulta em um espraiamento da onda com valor médio de 16 m. Este fator de erro está associado às variações da altura da onda durante o levantamento da linha de praia, o qual pode ser monitorado através de dados de onda medido por instrumentos ou através do modelo de previsão de ondas; <http://www.mileniodomar.org.br>,

d- as variações médias da declividade da face da praia entre 1/20 e 1/40, induzidas por fatores sazonais ou pelas modificações locais do fluxo de energia das ondas incidentes, constituem-se em fator de erro de difícil monitoramento para levantamentos de áreas com centenas de quilômetros de extensão, como no caso das praias do Rio Grande do Sul.



Fotografia 1. Levantamento da linha de praia com sistema de posicionamento global – GPS, usando como referência a linha de água associada ao espraiamento da onda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.E.S.B.; ROSAURO, N.M.L.; e TOLDO Jr., E.E., 1997. Análise Preliminar das Marés na Barra do Rio Tramandaí, RS. XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória, ES, Resumos, p. 560-566.
- ALMEIDA, L.E.S.B., TOLDO Jr. E.E., 1997. Relatório Técnico – Projeto Estudos Ambientais em Áreas Costeiras e Oceânicas na Região Sul do País – Região de Osório, RS. IPH, UFRGS, Porto Alegre. 110 p.
- BARLETTA, R. C. 2000. Efeitos da Iteração oceano-atmosfera sobre a morfodinâmica das praias do litoral central do Rio Grande do Sul, Brasil. Rio Grande, 160 p. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande.
- CALLIARI, L.J. e KLEIN, A.H.F., 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das Praias Oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. Pesquisas 20(1), 48-56. UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
- ESTEVES, L.S.; TOLDO JR., E.E.; DILLENBURG, S.R.; TOMAZELLI, L.J. 2002. Long and short-term coastal erosion in southern Brazil. *Journal of Coastal Research, Proceedings of ICS'02*, SI 36: 273-282.
- GRUBER, N.L.S. 2002. A antepraia na região de Tramandaí, RS. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geociências. UFRGS. 221 p.
- NICOLODI, J. L.; TOLDO JR., E. E. e GRUBER, N. L. S. 2001. Frequência e Sazonalidade das Marés Meteorológicas no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. In: VIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2001, Imbé, RS. Anais do VIII Congresso da ABEQUA. Porto Alegre, RS. v.1. p.212 – 214
- NICOLODI, J.L.; SIEGLE, E.; RECHDEN FO., R. e CORRÊA, I.C.S. 2002. Análise sedimentológica do pós-praia no Rio Grande do Sul. In: Martins, L.R., Toldo Jr., E.E., Dillenburg, S.R (eds). *Erosão Costeira: Causas, análise de risco e sua relação com a gênese de depósitos minerais* Porto Alegre.
- PAJAK, M.J. e LEATHERMAN, S. 2002. The high water line as shoreline indicator. *Journal of Coastal Research*. 18(2), 329-337.
- TOLDO JR, E.E.; ALMEIDA, L.E.S.; BARROS, C. e MARTINS, L.R., 1999. Retreat of the Rio Grande do Sul coastal zone, Brazil. In: Martins, L.R. and Santana, C.I. (eds.). *Non Living Resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin*. Porto Alegre, Brazil: Editora UFRGS: 62-68.
- TOZZI, H.A.M. e CALLIARI, L.J., 1997. Influências das Tempestades Extratropicais sobre o estoque de Sedimentos das Praias entre Rio Grande e Chuí, RS. *Resumos*, p. 85-87, Anais da Semana Nacional de Oceanografia, UNIVALI, Itajaí, SC, Brasil.