

## DETERMINAÇÃO DO ESTADO DE EQUILÍBRIO DE UMA PRAIA COM O USO DO PROGRAMA MEPPE: ESTUDO DE CASO NA PRAIA DE ITAMAMBUCA (SP)

Shanty Navarro Hurtado<sup>1</sup>; Samara Cazzoli y Goya<sup>2</sup>; Moysés Gonzalez Tessler<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Aluno de graduação do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e Estagiário do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica, Instituto Oceanográfico, Praça do Oceanográfico 191.-Telefone: +55 11 30916565. e-mail: [shanty@uol.com.br](mailto:shanty@uol.com.br)

<sup>2</sup> MsC. em Ciências, Pesquisadora da Área de Oceanografia Química e Geológica do Programa de Pós-graduação do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, e-mail: [scgoya@terra.com.br](mailto:scgoya@terra.com.br)

<sup>3</sup> Professor Livre-Docente, Área de Oceanografia Química e Geológica do Programa de Pós-graduação do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, e-mail: [mgtessle@usp.br](mailto:mgtessle@usp.br)

### RESUMO

As praias do litoral norte paulista, devido aos seus diferentes graus de exposição a ondas de frente fria e de tempo bom, demandam um estudo individual para a determinação da sua tendência evolutiva. Este conhecimento é primordial visto o aumento crescente da exploração turística e imobiliária destas praias, muito embora este tipo de informação só possa ser produzido através de um monitoramento de longo prazo nas praias. O programa MEPPE, desenvolvido pelo Grupo de Oceanografia Geológica da UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí), permite que esta tendência evolutiva seja obtida de modo rápido e eficaz em uma praia de enseada, sendo necessário somente a análise de uma fotografia aérea. O MEPPE foi aplicado à praia de Itamambuca (praia representativa do litoral norte paulista) e o resultado da simulação efetuada pelo MEPPE mostrou que esta praia encontra-se em equilíbrio estático.

### ABSTRACT

The beaches from north coast of the state of São Paulo are localized inside bays. Because of this, they present different exposition grades to the waves by cold fronts and need to be studied individually to define their evolutive tendency. This is a primary knowledge because of the increase of the touristical and the property exploration of those beaches, although this kind of information only can be found after a long time monitoring of the beaches. The MEPPE software developed by the Group of Geological Oceanography from UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí) allows the obtainment of the evolutive tendency in a pocket beach, using a quick and efficient manner that needs only the analysis of an aerial photograph. The MEPPE was applied at Itamambuca beach (a representative beach from the north coast of the state of São Paulo) and the result of the simulation showed that beach is in estatic equilibrium.

Palavras-Chave: MEPPE, itamambuca, equilíbrio sedimentar

### 1. INTRODUÇÃO

O litoral norte paulista é caracterizado por uma linha de costa bastante recortada (devido à proximidade da Serra do Mar), com enseadas e baías que, por sua vez, contém praias de pequenas dimensões, também chamadas de praias de bolso. Estas praias são limitadas por promontórios rochosos e, geralmente, desenvolvem formas assimétricas, caracterizadas por uma zona de sombra, próxima as estes promontórios, protegida da energia de ondas e fortemente curvada. A parte central é levemente curvada, e a outra extremidade é relativamente retilínea, sendo normalmente paralela à direção dominante dos trens de onda na região (Vargas et al., 2000).

O transporte longitudinal de sedimentos, causado pela incidência oblíqua de ondas e pelo gradiente de altura das ondas ao longo da praia, é responsável pela modelagem da forma da praia em planta, sendo que esta assume uma orientação dependente do ângulo de incidência das ondas mais efetivas, uma vez que uma praia tende a ser moldada transversalmente à direção de ataque destas ondas (Vargas et al, 2000).

As alterações morfológicas são geralmente ocasionadas por fatores que modificam a trajetória natural das ondas que chegam à praia, entre os quais, a existência de barreiras físicas, tais como ilhas ou promontórios rochosos. As praias do litoral norte paulista apresentam orientações distintas em

relação à direção do trem de ondas mais efetivo quanto ao transporte sedimentar e por este motivo, cada praia deve ser estudada, individualmente, para o estabelecimento de sua tendência evolutiva.

Este conhecimento torna-se fundamental quando se analisa o crescente cenário de ocupação do litoral norte, onde ocorre um dos maiores índices de crescimento populacional do estado. Praias de grande beleza paisagística, como Itamambuca, encontram-se cada vez mais sob a pressão do turismo de veraneio e da especulação imobiliária.

Em geral, a tendência de evolução de uma praia só é conhecida após monitoramentos constantes de suas características morfodinâmicas ao longo de pelo menos alguns anos. Mesmo com o uso de técnicas mais modernas como os diversos tipos de GPS e webcâmeras, que permitem maior rapidez no ganho de informações, o tempo gasto com o monitoramento de uma praia ainda é bastante grande.

Vargas et al. (2000) idealizaram um método que tivesse, entre outros objetivos, o de definir o desenho da praia a longo prazo (em uma escala decadal, por exemplo), e que fosse ao mesmo tempo expedito e eficaz. A partir destas prerrogativas, os autores desenvolveram o software denominado MEPPE (Modelo de Equilíbrio em Planta de Praias de Enseada). Este programa é baseado em um modelo empírico de previsão da configuração de

uma praia de enseada desenvolvido por Hsu et al., 1989. Este modelo, denominado parabólico, é o mais utilizado nos dias atuais e baseia-se em relações entre características geométricas da praia em planta e o ângulo de incidência das ondas na praia. Através do modelo parabólico é possível determinar se a praia encontra-se em situação de equilíbrio estático ou dinâmico, ou seja, com entrada ou não de sedimentos no sistema.

Em uma situação estável, ou equilíbrio estático, os trens de onda dominantes atingem toda a extensão da praia em ângulo de 90°, as cristas de onda quebram simultaneamente ao longo da praia e o transporte longitudinal de sedimento, bem como os processos de erosão e deposição, são anulados. No entanto, quando houver suprimento sedimentar para o local e o transporte longitudinal for ativo, a praia se encontra em um estado instável, de equilíbrio dinâmico. Neste tipo de praia as forças de deriva litorânea e o suprimento sedimentar são fatores determinantes na manutenção da faixa de praia na sua posição atual (Vargas et al., 2000).

O objetivo deste trabalho é a verificação do estado de equilíbrio existente na praia de Itamambuca, através do uso do programa MEPPE.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

Itamambuca é uma praia voltada para SE, com 1650 metros de extensão e largura variando entre 20 a 40 metros, inserida na planície costeira homônima (figura 1).

Geomorfologicamente, esta praia está inserida na zona das Baixadas Litorâneas, definida por Almeida (1964). Em termos geológicos, a praia de Itamambuca está na unidade que compreende da Ilha de São Sebastião a Serra de Parati, no segmento denominado “planícies litorâneas de extensões restritas” (Suguio & Martin, 1978). A planície costeira de Itamambuca é do tipo flúvio-marinha (segundo classificação de Suguio & Martin, 1978), onde os sedimentos marinhos entram diretamente em contato com os sedimentos continentais do sopé da serra, não sendo encontrados depósitos referentes à Transgressão Cananéia. Nesta planície não se observam cordões litorâneos devido provavelmente à cobertura vegetal e também à ocupação antrópica que está se acentuando na região.



Figura 1 – Praia de Itamambuca em fotografia aérea de 1962, escala 1:25000. Os pontos negros indicam as posições dos perfis monitorados entre março de 2001 a março de 2002.

Existem duas bacias hidrográficas de pequeno porte nesta praia, sendo que a mais relevante, a sul, é a do rio Itamambuca que meandra dentro da planície costeira adjacente à praia e é o grande meio transportador e gerador de sedimentos. Sua pluma de material em suspensão no mar chega a atingir 350 metros de distância da linha de costa.

## 3. APLICAÇÃO DO MEPPE

Para a aplicação do programa MEPPE sobre uma determinada área a ser estudada, foi utilizada uma fotografia aérea (figura 1). Esta foto foi realizada por Cruzeiro do Sul S.A., no ano de 1962, em escala 1:25.000. A fotografia foi passada em scanner e depois compactada em formato “jpeg.”

O programa MEPPE foi utilizado sobre uma plataforma Windows, versão 98. Detalhes do manuseio deste programa podem ser encontrados no website: (<http://www.cttmar.univali.br/~meppe>). Em resumo, para sua aplicação, é necessário escolher, na foto aérea, o promontório onde as ondas estudadas se difratam, a extremidade da praia que seja o limite de ação destas ondas difratadas, a direção incidente das ondas e localizar espacialmente na fotografia aérea (acima, abaixo, à esquerda e à direita) tanto a linha de costa como o promontório a ser avaliado.

A aplicação do programa sobre a fotografia aérea está apresentada na figura 2. O promontório utilizado para a simulação foi o da esquerda por ser este o que difrata ondas de rumo Sul – Sudeste, típicas da ação de sistemas frontais, e que são normalmente mais efetivas no transporte sedimentar costeiro do litoral paulista. A extremidade da praia utilizada foi o ponto onde a praia deixa de ser retilínea para ser curvilínea e a direção de onda mais significativa da praia em geral, é paralela à porção retilínea da praia.

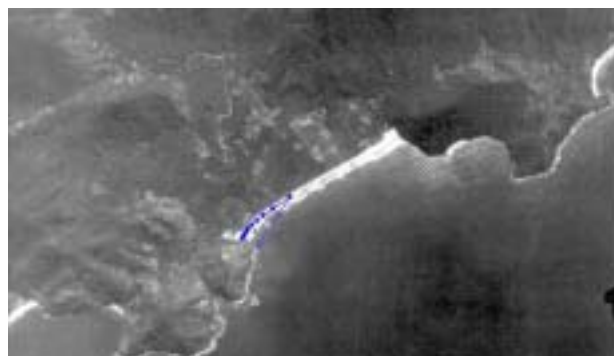


Figura 2 – Aplicação do MEPPE sobre a praia de Itamambuca.

Nesta fotografia aérea, o programa MEPPE indicou uma curva que se sobrepõe perfeitamente ao desenho da linha de costa desta praia. Esta simulação indica a existência de um equilíbrio estático na praia, sem ação visível de transporte longitudinal. Esta tendência se manteve igual em outras fotografias aéreas desta praia, onde o desenho da linha de costa foi praticamente o mesmo ao obtido na figura 2.

O fato de ter se mantido igual não significa que eventos mais energéticos não tenham colocado sedimentos novos no sistema e que ela não tenha estado em equilíbrio dinâmico algumas vezes. O que se pode afirmar é que a condição predominante desta praia é a de equilíbrio estático, sem a entrada de sedimentos.

Quando se comparam os resultados do MEPPE com os dados obtidos em um monitoramento efetuado com perfis de praia (medidos segundo a metodologia descrita em Muehe, 1986), nota-se que ambos não são comparáveis entre si, sobretudo pela escala de tempo que atingem. O MEPPE trabalha com grandes escalas de tempo, medindo variações pelo menos decadais. Já os monitoramentos tradicionais trabalham muitas vezes com variações diárias ou, no máximo, mensais de uma praia.

O monitoramento morfodinâmico de praias, porém, podem indicar os processos que definem o desenho final da faixa de praia obtido pelo MEPPE.

No caso de Itamambuca, Hurtado et al. (2002) descreveram o comportamento morfodinâmico anual, entre março de 2001 e março de 2002 desta praia, a partir do acompanhamento de três perfis situados, respectivamente, junto ao promontório mais à direita, no meio da praia e próximo à desembocadura do rio Itamambuca (fig 1).

Este monitoramento, embora efetuado em condições meteorológicas especiais diferenciadas (ação de El Niño - que diminui a frequência e intensidade de ação dos sistemas frontais na área estudada), permitiu traçar tendências de comportamento sedimentar da praia em um período anual.

Este monitoramento apontou que, exceto em passagens de grandes sistemas frontais onde a praia sofreu erosão generalizada, a movimentação dos sedimentos desta praia foram praticamente feitos entre as extremidades da mesma, ora acumulando-se próximo à desembocadura do rio Itamambuca, ora depositando-se junto ao promontório situado mais a norte. A ação de processos de transporte de sedimentos costa dentro – costa fora foi também facilmente visualizado. Este tipo de transporte acaba corroborando o predomínio de um equilíbrio estático, como havia simulado o MEPPE.

Como conclusão deste trabalho é possível afirmar que o programa MEPPE é uma excelente ferramenta para a obtenção do estado de equilíbrio da praia em uma escala de longo prazo. Esta informação é de suma importância sobretudo quando combinada aos dados obtidos no monitoramento morfodinâmico de praias, mesmo sendo ambos os métodos incomparáveis entre si.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à bióloga Juliana Machado Ferreira pela expressiva ajuda nos trabalhos de campo e também ao oceanógrafo Antônio Henrique da Fontoura Klein (UNIVALI) pelo auxílio na manipulação do software MEPPE bem como pela gentileza em permitir seu uso neste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M. - 1964 - Os fundamentos geológicos do relevo paulista. São Paulo, *Boletim Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo*, 41:169 - 263
- Hsu, J.R.C.; Silvester, R.; Xia, Y. M. Static equilibrium bays: new relationships. *J. Waterway, Port, Coastal/Ocean Eng.*, ASCE, 115 (3), 285 – 298, 1989.
- Hurtado, S, N; Cazzoli y Goya, S. & Tessler, M.G. Estudo da Variação Morfodinâmica da Praia de Itamambuca, SP. In: XLI Congresso Brasileiro de Geologia, 2002, João Pessoa. Anais...João Pessoa. SBG, 2002. p. 97,
- Muehe, D. – 1996 – Geomorfologia costeira. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (eds) – 1996 – Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 191 – 238
- Suguió, K. & Martín, L. - 1978 - Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense (Quaternary marine formations of the State of São Paulo and southern Rio de Janeiro). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo, 1978. São Paulo, SBG/IGUSP, *Special Publication*, nº 1, 55p.
- Vargas, A.; Raabe, A. L. A; Klein, A.H. F.; Sistema MEPPE - Modelo de Equilíbrio em Planta de Praias de Enseada. In: Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas, 2000, Itajaí. Anais...Itajaí: UNIVALI, 2000. p.206-207.