



Avaliação de Método Expedito de Determinação do Nível do Mar como Datum Vertical para Amarração de Perfis de Praia

Dieter Muehe,¹ Rosuita Helena Roso² e David Canabarro Savi³

¹ Departamento de Geografia, Laboratório de Geografia Marinha (UFRJ)

² Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN)

³ Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)

E-mail: dieter@ufrj.br

RESUMO

O ajuste altimétrico de um perfil de praia ao nível médio do mar pode ser feito a partir da determinação da altura no ponto de refluxo máximo da onda na face da praia, no momento do levantamento, e seu ajuste ao nível médio local (NM), utilizando a previsão da tábua de marés do porto mais próximo, segundo a técnica sugerida por Bigarella *et al.* (1961). Para avaliar as diferenças dos valores obtidos para o nível de perfis levantados numa mesma posição, sob condições oceanográficas diversas, e para a comparação do nivelamento de perfis localizados ao longo de um arco praial, foram utilizados dois levantamentos efetuados na praia do Pontal (ES), ficando constatado que o método apresenta resultados satisfatórios quando realizado sob condições de mar calmo e sem vento, apresentando, porém, discrepâncias em função do aumento da altura das ondas na arrebatção, o que favorece o maior empilhamento de água junto à costa. A determinação de uma única referência de nível vertical (RN) ajustada ao nível médio do mar, transferida topograficamente para todos perfis do arco praial, permite a comparação correta entre os perfis levantados em diferentes períodos e posições, além de permitir o acoplamento vertical entre o perfil de praia subaéreo e sua extensão para a zona submarina.

Palavras chave: Perfil de praia, nível do mar, ajuste altimétrico

ABSTRACT

The altimetric adjustment of topographic beach profiles to the mean sea-level can be done extending the profiles down to the point of maximum backwash of waves at the beach face and relating the sea height at the moment of observation with local mean sea level, according to the nearest available tide table prevision as suggested by Bigarella *et al.* (1961). With the purpose to verify the consistence of the method for different beach profiles located at the same position as also for profiles located along a beach arc, the vertical references established in two distinct expeditions to the Pontal beach at the Southern border of the Espirito Santo State (Southeast Brazil), were compared with the vertical reference established under very calm wave and wind conditions, indicating that under small waves the differences were acceptable considering the low precision required for this kind of survey, while under high waves the error became too large. For this reason, establishing an unique vertical reference level, determined under favorable oceanographic conditions, is fundamental to allow an adequate comparison between beach profiles measured at different periods or different positions as also for coupling the sub aerial profiles to the submarine zone.

Keywords: Beach profile, sea-level, altitude adjustment

1. Introdução

O levantamento de perfis de praia para fins de monitoramento ou caracterização morfodinâmica requer o estabelecimento de uma referência de nível vertical (RN), materializada por meio de marcos de concreto ou estacas de madeira, para que todos os perfis levantados numa mesma posição possam ser superpostos, para efeitos de comparação. Pode-se, para este fim, estabelecer uma cota arbitrária como referência de nível à qual se *amarra* o perfil, mas o ideal é que essa referência seja razoavelmente

calibrada em relação ao nível médio do mar (NM).

A técnica tradicionalmente empregada é a de levar o perfil de nivelamento desde uma RN, de altura arbitrária, até o ponto de refluxo máximo da onda na face da praia, anotar o horário e estabelecer o nível do mar no momento da medida com base na previsão de altura horária da maré, conforme proposto por Bigarella *et al.* (1961). Como a amplitude do refluxo da onda na face da praia é condicionada pela altura da onda e pelo gradiente da praia, é de se esperar que o erro na determinação do nível do mar aumente com a altura da onda, o que pode ser em parte compensado ou

ampliado respectivamente pelo seu rebaixamento (*set-down*) ou empilhamento (*set up*) junto à praia, associado às condições oceanográficas/meteorológicas atuantes no momento do levantamento.

Considerando que a oscilação da maré varia de decímetros a metros, dependendo do regime local, os erros inerentes à metodologia descrita acima são supostamente aceitáveis. Mas, qual é realmente a dispersão do referencial vertical, considerando os erros inerentes à identificação da posição do refluxo máximo da onda e aos efeitos de empilhamento, e, qual a amplitude desse mesmo erro entre perfis levantados ao longo de um mesmo arco praiial? O objetivo do presente trabalho é buscar responder essas indagações.

2. Metodologia

A área escolhida para a avaliação foi a praia do Pontal, localizada no litoral sul do Espírito Santo, entre a vila de Itaoca e a barra do Itapemirim (Fig. 1), onde vêm sendo realizados levantamentos desde 1998. Trata-se de um arco praiial com cerca de 11 km de

extensão, de forma suavemente côncava, com a direção da linha de costa variando entre 008° e 031°. Apresenta características morfodinâmicas dissipativas ao norte, tornando-se gradualmente refletivas em direção ao sul, fornecendo assim condições variadas de dispersão de energia da onda na zona de surfe.

Por meio de nivelamento topográfico convencional foram levantados sete perfis transversais à praia (Fig. 1), a partir de posições marcadas por blocos de concreto cujas cotas topográficas haviam sido determinadas de modo aproximado para cada um dos perfis, constituindo o datum vertical ou referência de nível (RN). Para efeito de comparação das variações de altura das RN de perfis de uma mesma posição, obtidos em dois levantamentos, decorrentes dos erros na determinação dessas cotas a partir do refluxo da onda na face da praia, como também para a comparação entre o conjunto de perfis ao longo do arco praiial, foi feita uma nova determinação da cota da RN do perfil 1, com a observação do refluxo da onda em situação de baixamar sob condições de mar muito calmo e sem vento.

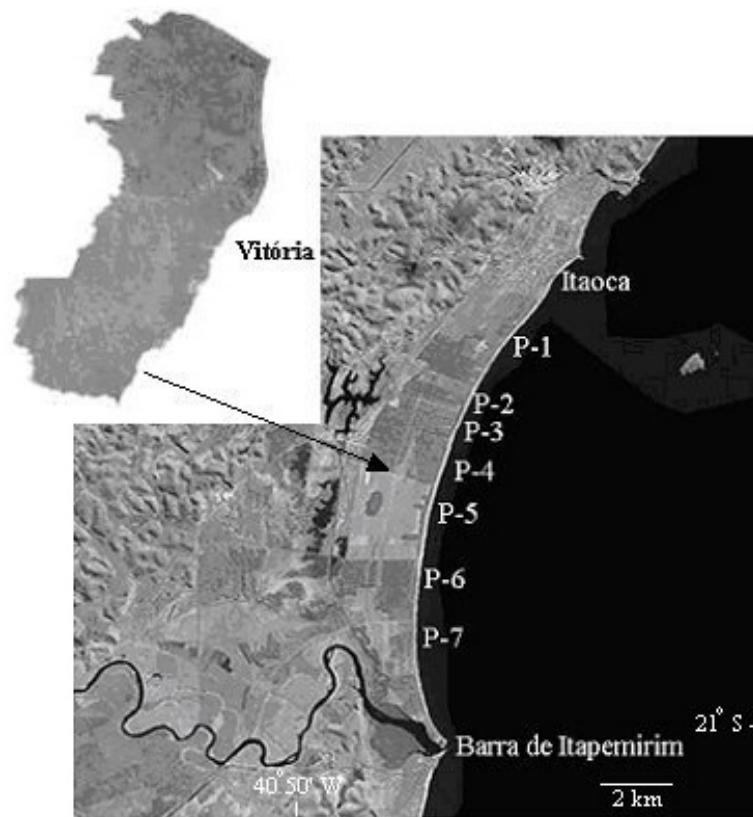


Figura 1. Localização dos perfis de praia. Imagem de satélite fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite.

Conforme mostra a figura 2, o nível médio do mar local (NM) situa-se 0,73 m acima do nível de redução. O refluxo da onda foi medido no dia 19 de janeiro de 2002 às 13:14 horas (horário de verão), sendo corrigido para 12:14 horas (horário normal) para adequação às previsões da Tábua das Marés. De acordo com a previsão, a altura do nível do mar no

momento da observação se encontrava a 0,31 m acima do nível de redução, portanto 0,42 m abaixo do NM.

Inicialmente havia sido definida uma cota arbitrária para a RN1, de 6m, obtendo-se a partir desta, a cota do perfil no ponto do refluxo no valor de -0.006 m. De acordo com o método, foi efetuada a correção desta cota com o valor de -0.414m [$x = -0.42$

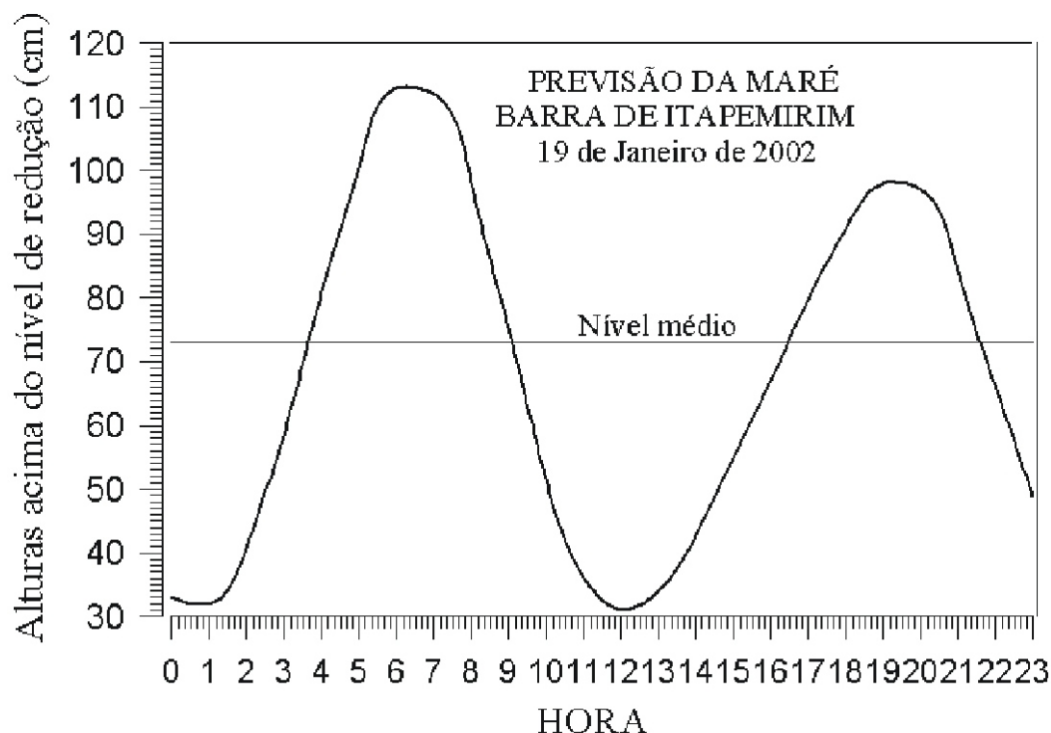


Figura 2 - Previsão da maré para Barra de Itapemirim (Fonte DHN).

- (-0.006)]. Este valor foi subtraído das demais cotas do perfil, com a conseqüente ajuste da cota da RN1 ao NM, que passou a 5,586m.

Uma vez determinada a cota da RN1 estendeu-se o nivelamento topográfico às RN dos demais perfis ao longo da praia, que, portanto, também passaram a ser referenciadas ao mesmo nível. As novas cotas foram comparadas com aquelas obtidas nas campanhas realizadas em setembro de 2001 e janeiro de 2002, determinadas a partir do ajuste de cada perfil ao nível médio, sob condições de mar mais agitado (Tab. 1 e 2). Esta comparação permitiu observar as diferenças de cotas de uma RN, obtidas pelo mesmo método, entretanto, em levantamentos distintos, sob diferentes condições de mar. Permitiu

também observar as diferenças de cota da RN de um grupo de perfis de uma mesma posição quando referenciada a um datum vertical (RN1), cuidadosamente nivelado ao NM em condições de mar calmo, e quando calculada individualmente para cada perfil e sob alturas variadas de onda.

Como nesses levantamentos as condições de vento e agitação marítima não foram iguais foi possível avaliar, de forma aproximada, o efeito do aumento da altura das ondas na determinação do nível médio do mar (Fig.3), decorrente de empilhamento de água junto à praia e do gradativo aumento na dificuldade de identificar o ponto correto do refluxo máximo da onda.

Tabela 1. Altura (m) das referências de nível (RN) em relação ao nível médio do mar determinadas nas duas campanhas.

| Perfil | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Cota referenciada à RN1 | 5,58 | 4,02 | 3,42 | 4,47 | 4,09 | 4,02 | 3,57 |
| | 6 | 1 | 9 | 6 | 1 | 0 | 5 |
| Cota obtida em Setembro de 2001 | 5,87 | 4,80 | 3,78 | 5,37 | 4,79 | 4,61 | - |
| | 9 | 4 | 3 | 9 | 5 | 9 | |
| Cota obtida em Janeiro de 2002 | 5,58 | 4,28 | 3,92 | 4,78 | 4,43 | 4,24 | 3,77 |
| | 6 | 8 | 0 | 1 | 5 | 2 | 5 |

Tabela 2. Diferenças entre as cotas das RN obtidas em cada levantamento e as cotas das RN referenciadas à Rn1

| Perfil | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Média |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Setembro de 2001 | 0,293 | 0,783 | 0,354 | 0,903 | 0,704 | 0,599 | - | 0,606 |
| Janeiro de 2002 | - | 0,267 | 0,491 | 0,305 | 0,344 | 0,222 | 0,200 | 0,305 |
| Média | - | 0,525 | 0,423 | 0,604 | 0,524 | 0,411 | - | 0,497 |

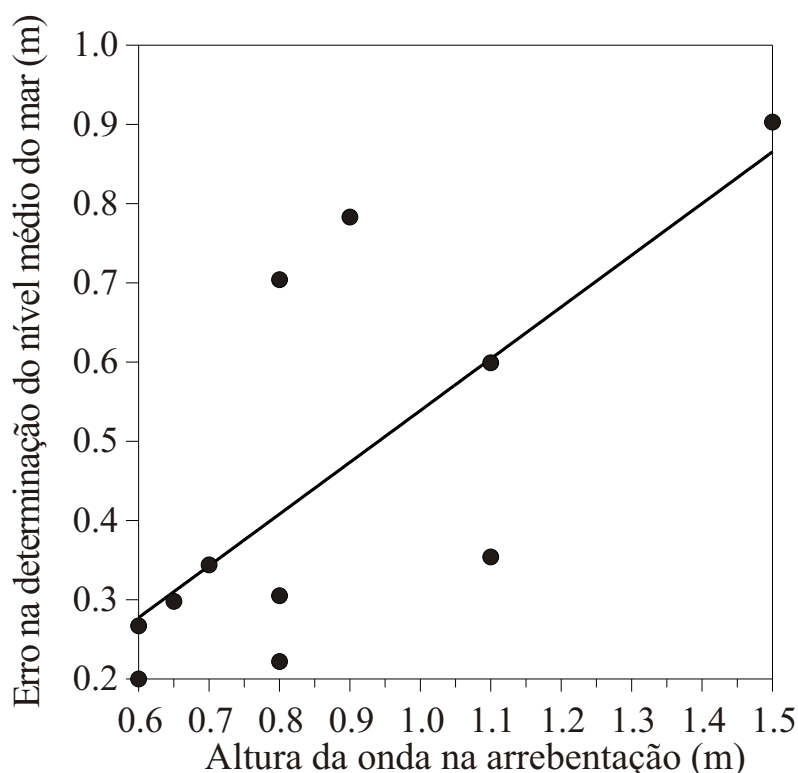


Figura 3. Efeito do aumento da altura da onda na arrebenção no erro de determinação do nível médio do mar pelo refluxo da onda na face da praia

3. Resultados

A tabela 1 mostra as alturas das RN estabelecidas a partir do ajuste à RN1 corrigida, e as alturas das RN obtidas individualmente nos dois levantamentos. Na tabela 2 são apresentadas as diferenças entre as cotas das RN em cada levantamento em relação às cotas referenciadas à RN1.

As diferenças apresentadas na tabela 2

mostram que o erro médio global foi de 0,497 m, com cotas sempre acima do valor da cota referenciada, sendo menor na campanha de verão, com valor médio de 0,305 m, e maior na campanha de primavera, com 0,606 m. Os maiores desvios, com um máximo de 0,903 m, também ocorreram na campanha de primavera, sendo mais que o dobro que o maior desvio registrado na campanha de verão. Tal aumento do erro pode ser interpretado como sendo reflexo de ondas mais altas (tempestades) observadas durante a

primavera. A figura 3 representa a correlação gráfica entre a altura das ondas na arrebentação durante as campanhas e o erro na determinação do nível do mar. A dispersão dos valores em relação à reta de regressão decorre de erros introduzidos pelo empilhamento da água e de variações na amplitude do refluxo da onda, que se acentuam com o aumento da agitação marítima.

4. Conclusão

Os resultados mostram que o ajuste altimétrico de perfis de praia, pelo método de determinação do nível médio do mar, apresenta resultados razoáveis quando a determinação é feita em condições de mar calmo. Em situações menos favoráveis os erros podem se tornar excessivos, como mostram as diferenças encontradas entre perfis de uma mesma posição, que se situaram, em média, quase meio metro acima do esperado. Assim sendo, uma vez materializada a RN, todos os perfis levantados numa mesma posição deverão ter seu referencial vertical estabelecido a partir deste ponto, o que garantirá uma perfeita comparação entre os perfis do grupo. No caso de vários perfis serem levantados ao longo de um arco praial é fundamental que todas as RN sejam niveladas a partir de um único referencial altimétrico, permitindo assim sua comparação. Uma vez que se estabeleça um mesmo datum vertical para os perfis de uma praia, a comparação entre perfis estará garantida e qualquer correção posterior poderá ser feita sem dificuldade, pois um único valor será empregado para o ajuste de todos os perfis. Um bom estabelecimento da RN permite ainda um correto acoplamento entre o

perfil subaéreo e o submarino.

Erros adicionais na determinação do nível do mar podem ser devidos ao aumento de distância entre a área do levantamento e o local do registro maregráfico e à complexidade batimétrica afetando a propagação da onda de maré. Imprecisão da previsão da maré, também resulta quando esta é baseada em reduzido tempo de observação. Na ausência de uma previsão de maré horária deverá se determinar a altura do nível do mar no instante da preamar ou da baixa-mar, utilizando as previsões da Tábua das Marés evitando desta forma os erros de interpolação.

O efeito do estado praial na ampliação ou redução dos erros na determinação do nível do mar não foi avaliado no presente trabalho, mas deverá ser investigado futuramente com a inclusão de praias de distintos estados morfodinâmicos.

Agradecimentos

Os recursos financeiros para a realização do trabalho de campo foram supridos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Participaram dos trabalhos de campo, além dos autores, o doutorando do Programa de Pós-graduação em Geografia da UFRJ Guilherme Borges Fernandez e a bióloga Lais Canabarro Savi.

Referências Bibliográficas

- Bigarella, J.J., Salamuni, R. e Marques F; P.L. (1961). Método para avaliação do nível oceânico à época da formação dos terraços de construção marinha. *Boletim Paranaense de Geografia*, 4/5.