

## **CAPÍTULO 1**

# **GENERALIDADES**



## CAPÍTULO 1

### GENERALIDADES

#### 101 — Organização das Tabelas de Marés

As Tabelas de Marés publicadas pelo Instituto Hidrográfico estão estruturadas de modo a agrupar, em volumes separados, as informações relativas aos portos localizados em território nacional e aos portos localizados em Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa e Macau.

Assim:

Volume I — PORTUGAL — Compreende portos de Portugal Continental, Arquipélago dos Açores, Arquipélago da Madeira

Volume II — PAÍSES AFRICANOS DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA — Compreende portos de Cabo Verde, Guiné-Bissau, S. Tomé e Príncipe, Angola e Moçambique.  
— MACAU.

As Tabelas incluem a seguinte informação básica:

- Previsões das horas e alturas de água das preias-mares e baixas-mares para os portos principais;
- Concordâncias de marés entre os portos principais e locais próximos;
- Constantes harmónicas fundamentais para os portos principais;
- Elementos de marés para os portos principais;
- Fases da Lua em 2016;
- Calendário 2016.

#### 102 — Processo de análise e cálculo das previsões

As previsões apresentadas nas Tabelas de Marés do Instituto Hidrográfico foram calculadas com base em análises harmónicas de séries de observações maregráficas de duração variável. Os períodos de observações com base nos quais se efetuaram as análises encontram-se indicados na secção «NOTAS» das páginas relativas aos portos respetivos. O número de constituintes (componentes harmónicas da maré) cujas constantes harmónicas podem ser calculadas, e conseqüentemente a precisão das previsões, dependem da duração da série de observações disponível para cada local. Na maioria dos portos da Tabela de Marés — Volume I, as previsões foram calculadas a partir de períodos de observações de pelo menos um ano.

As constantes harmónicas características de cada constituinte, resultantes da análise harmónica, refletem sobretudo as variações do nível de água devidas à maré astronómica, e não as variações associadas à maré meteorológica, as quais se manifestam especialmente por oscilações do nível médio do mar de periodicidade mal definida. Os efeitos da variação das condições atmosféricas na variação da altura de água são referidos no parágrafo 104.

As previsões de marés apresentadas nas Tabelas de Marés foram calculadas utilizando a fórmula harmónica.

### 103 — Precisão das previsões de marés

As previsões de preia-mar e baixa-mar são apresentadas com aproximação ao decímetro. As previsões de alturas horárias para alguns dos portos incluídos no Volume I da Tabela de Marés são apresentadas com aproximação ao centímetro. É de referir, no entanto, que os desvios entre altura de maré observada e a altura de maré prevista podem ultrapassar frequentemente 0.1 m, devido à conjugação de efeitos meteorológicos, subida do nível médio do mar, variações sazonais, etc. Nos portos interiores, localizados em rios ou rias, há também que ter em consideração as variações do nível das águas em consequência de cheias ou estiagens.

A partir da análise sistemática das longas séries de observações maregráficas disponíveis para alguns locais do Globo, concluiu-se que o nível médio do mar se encontra em fase de subida, com uma tendência de cerca de  $1.75 \pm 0.13$  milímetros por ano.

Dado que o plano do Zero Hidrográfico (ZH.) foi fixado em relação a níveis médios adotados há várias décadas, existe presentemente uma diferença sistemática de cerca de + 10 centímetros entre as alturas de água observadas e as alturas de maré previstas, particularmente em relação aos portos que figuram no Volume I da Tabela de Marés.

Presentemente, o Instituto Hidrográfico não dispõe de informação que permita identificar um desvio sistemático correspondente para os portos que figuram no Volume II da Tabela de Marés.

**É de notar no entanto que a existência de um desvio sistemático nas condições acima descritas não implica necessariamente que não possam ocorrer alturas de água inferiores às previsões apresentadas nas Tabelas de Marés.**

### 104 — Ação das condições meteorológicas

As diferenças entre as alturas de maré previstas e as alturas de maré observadas são principalmente originadas por ventos fortes ou de prolongada duração e por pressões atmosféricas anormalmente baixas ou elevadas. As diferenças em tempo são devidas principalmente à ação do vento.

**Pressão atmosférica** — Baixas pressões tendem a fazer subir o nível do mar, enquanto que as altas pressões têm um efeito contrário. Convém contudo notar que o nível da água não se ajusta imediatamente às variações da pressão atmosférica, respondendo, na realidade, à variação da pressão média numa área considerável em torno do ponto em causa.

De um modo aproximado, a uma variação de pressão de 10 hectopascal (milibares) corresponde uma variação do nível das águas de 0.09 m.

Estas diferenças nas alturas de água raramente ultrapassam valores de 0,3 a 0,4 metros, mas convém ter em atenção que elas se podem sobrepor aos efeitos de outros fenómenos, como os do vento e das seichas.

**Ventos** — A ação do vento no nível médio do mar e, consequentemente, nas alturas e horas das marés, é muito variável e depende substancialmente da fisiografia da área em questão. Dum modo geral, pode afirmar-se que a ação do vento se traduz numa subida do nível do mar no sentido para onde sopra o vento. Um vento forte soprando para terra provoca a elevação do nível do mar e, portanto, alturas de água superiores às previstas. Fenómeno inverso se passa quando o vento sopra de terra para o mar.

**Seichas** — Mudanças súbitas das condições meteorológicas, como as causadas pela passagem de uma depressão cavada ou de uma frente ativa, causam oscilações periódicas do nível do mar.

Os períodos podem ser de 5 a 30 minutos e a altura das ondas de 5 a 70 centímetros.

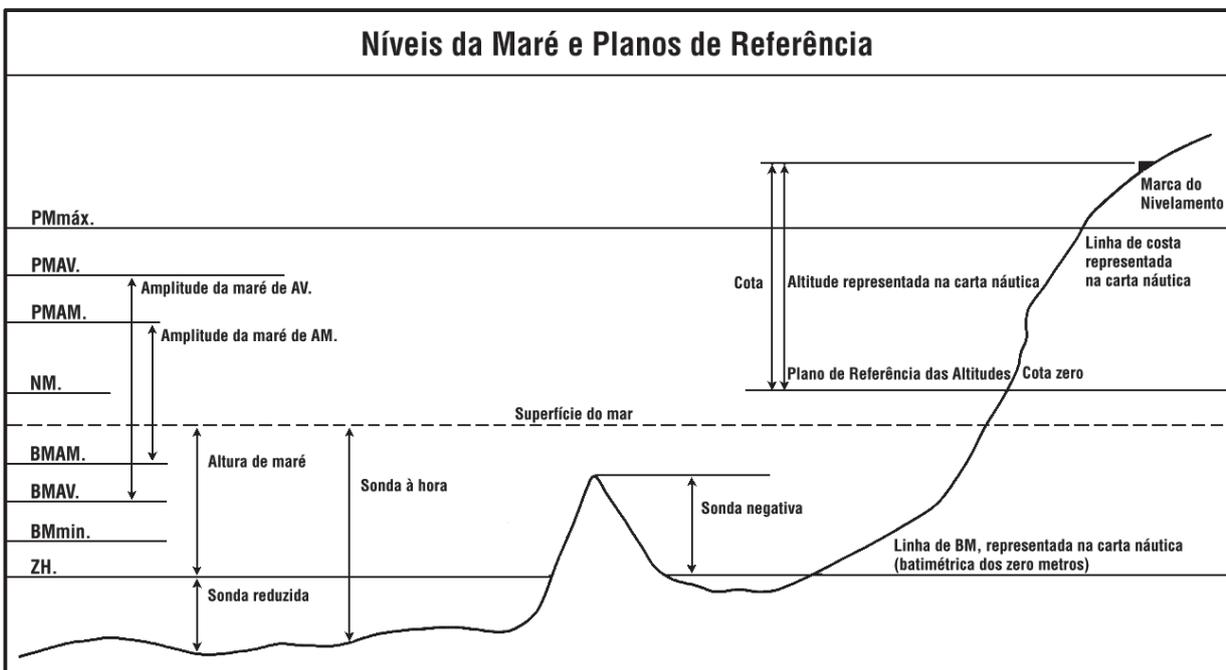
Seichas de pequena amplitude são frequentes e a sua ação faz-se sentir com maior incidência nos portos cujas dimensões e forma os tornam mais suscetíveis a oscilações forçadas.

As previsões de marés para os portos que figuram neste volume da Tabela de Marés foram calculadas para os fusos horários que seguidamente se indicam:

Cabo Verde .....	+ 1 (TU - 1)
Guiné-Bissau .....	0 (TU)
S. Tomé e Príncipe .....	0 (TU)
Angola .....	- 1 (TU + 1)
Moçambique .....	- 2 (TU + 2)
Macau .....	- 8 (TU + 8)

106 — Níveis de referência

Na análise e previsão de marés, é necessário considerar alguns níveis de referência vertical, cuja inter-relação se encontra indicada no esquema seguinte:



- PMmáx. Nível da maré astronómica mais alta. É a altura de água máxima que se prevê que possa ocorrer devida à maré astronómica, para o ano a que se refere a publicação.
- PMAV. É o valor médio, tomado ao longo do ano, das alturas de maré de duas preia-mares sucessivas, que ocorrem quinzenalmente quando a amplitude de maré é maior (próximo das situações de Lua Nova ou Lua Cheia).
- PMAM. É o valor médio, tomado ao longo do ano, das alturas de maré de duas preia-mares sucessivas, que ocorrem quinzenalmente quando a amplitude de maré é menor (próximo das situações de Quadro Crescente ou Quarto Minguante).
- NM. Nível médio. É o valor médio adotado para as alturas de água, resultante de séries de observações maregráficas de duração variável, relativamente ao qual foram elaboradas as previsões.
- BMAM. É o valor médio, tomado ao longo do ano, das alturas de maré de duas baixa-mares sucessivas, que ocorrem quinzenalmente quando a amplitude de maré é menor (próximo das situações de Quarto Crescente ou Quarto Minguante).

- BMAV. É o valor médio, tomado ao longo do ano, das alturas de maré de duas baixa-mares sucessivas, que ocorrem quinzenalmente quando a amplitude de maré é maior (próximo das situações de Lua Nova ou Lua Cheia).
- BMmin. Nível da maré astronómica mais baixa. É a altura de água mínima que se prevê que possa ocorrer devida à maré astronómica, para o ano a que se refere a publicação.
- ZH. Zero Hidrográfico. É o plano de referência em relação ao qual são referidas as sondas e as linhas isobatimétricas nas cartas náuticas, e as previsões de altura de maré que figuram nas Tabelas de Marés do Instituto Hidrográfico. Nas cartas portuguesas, o ZH. fica situado abaixo do nível da maré astronómica mais baixa, pelo que as previsões de altura de maré são sempre positivas.

Para caracterizar marés com forte desigualdade diurna, como é o caso do porto de Macau é necessário definir quatro novos níveis característicos (não representados na figura anterior):

- PMsup. É o valor médio, tomado ao longo do ano, das preia-mares mais altas que ocorrem em cada dia. Para os dias em que ocorre apenas uma PM, este fenómeno é incluído na média, por ser considerado o valor extremo nesse dia.
- PMinf. É o valor médio, tomado ao longo do ano, das preia-mares mais baixas que ocorrem em cada dia. Os dias em que ocorre uma só PM são excluídos da média.
- BMsup. É o valor médio, tomado ao longo do ano, das baixa-mares mais altas que ocorrem em cada dia. Os dias em que ocorre uma só BM são excluídos da média.
- BMinf. É o valor médio, tomado ao longo do ano, das baixa-mares mais baixas que ocorrem em cada dia. Para os dias em que ocorre apenas uma BM, este fenómeno é incluído na média, por ser considerado o valor extremo nesse dia.

Os valores de PMmáx., PMAV., PMAM., BMAM., BMAV., BMmin., PMsup., PMinf., BMsup. e BMinf. foram obtidos a partir das previsões anuais para os portos incluídos nas Tabelas de Marés, sendo assim válidos para o ano a que a mesma se refere. Os valores destes níveis característicos apresentam-se na página 3 – 12 (Elementos de Marés).

Os elementos de marés variam de ano para ano com uma periodicidade de cerca de 18.6 anos, que corresponde à duração de um ciclo de revolução dos nodos da órbita lunar.

**A informação sobre elementos de marés contida nas cartas náuticas é ajustada de modo a ser representativa de todo o ciclo nodal (devido à impossibilidade de atualização anual), podendo num dado ano ser menos precisa que a informação contida nas Tabelas de Marés para esse mesmo ano.**

A explicação mais detalhada do significado dos termos acima introduzidos pode encontrar-se no Anexo A – 5 Glossário de Termos.

## 107 — Fases da Lua

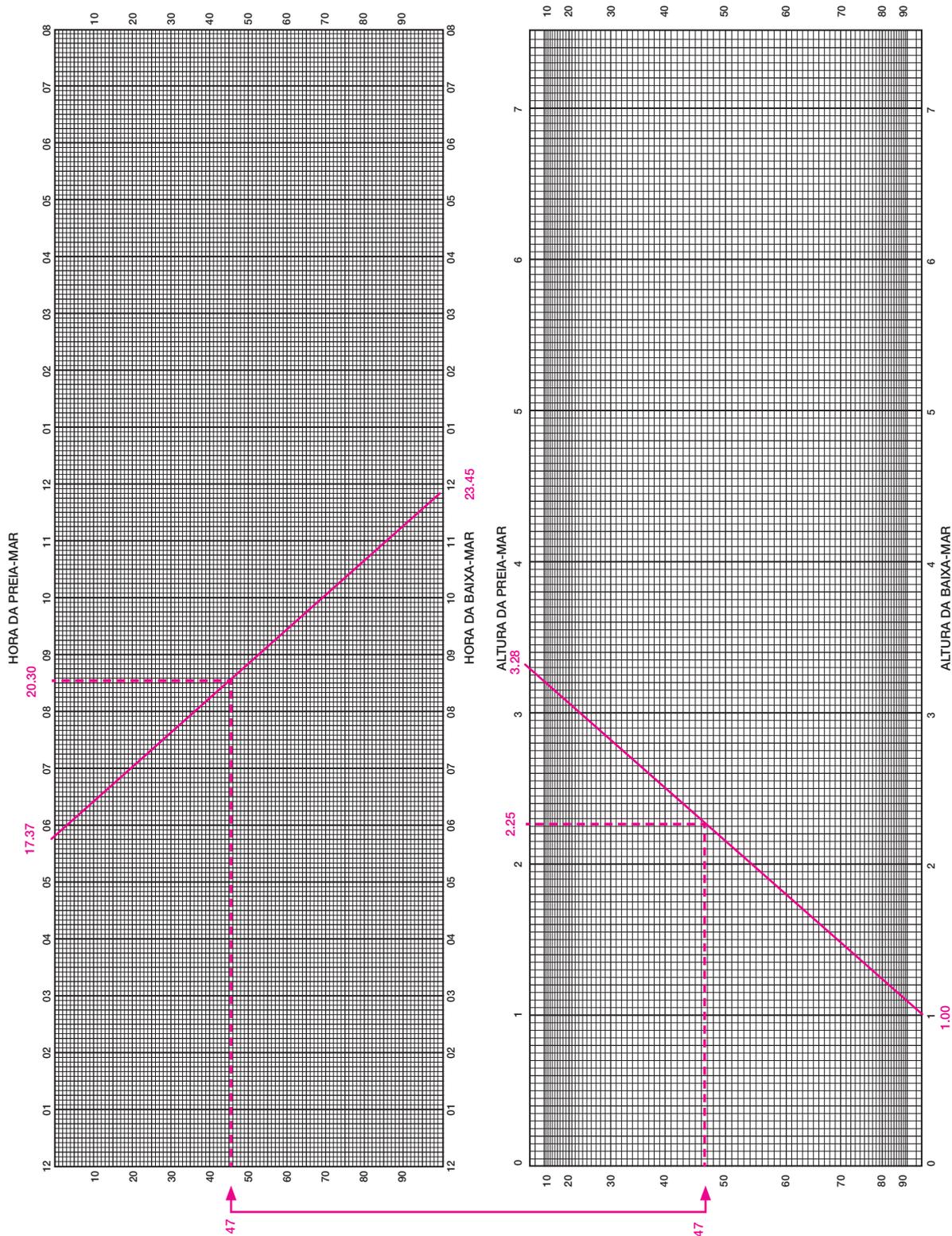
A informação relativa às fases da Lua apresentada nesta publicação foi fornecida pelo Observatório Astronómico de Lisboa.

## 108 — Alturas de maré

As alturas de maré previstas são expressas em metros e calculadas para cada porto em relação ao ZH. O nível médio das alturas de maré corresponde a um valor médio adotado com base em séries de observações maregráficas de duração variável, em torno do qual oscilam as ondas constituintes da maré astronómica. Assim, para se obter o valor da profundidade num determinado local e num dado momento, haverá que somar a altura de água indicada pelas Tabelas de Marés ao valor da sonda que figura na carta náutica para esse local (sonda reduzida).

Exemplo:

DETERMINAÇÃO DAS ALTURAS DE ÁGUA



Porto A

Dia 24 AGO 1978  
 PM às 17.37..... Altura de Água — 3.28 m  
 BM às 23.45 ..... Altura de Água — 1.00 m

O exemplo mostra como calcular a altura de água às 20.30, ou a hora a que a altura de água é de 2.25 m.

109 — Cálculo da altura de maré em qualquer instante e da hora correspondente a determinada altura de maré – método gráfico

O ábaco (página 1 – 7), que constitui o impresso IH-34 do Instituto Hidrográfico, permite de minar graficamente a altura de água em qualquer instante, por uma interpolação baseada no pressuposto de que a forma da onda de maré é sinusoidal, o que, em rigor, não sucede.

O cálculo, muito rápido e simples, apenas exige o conhecimento das horas e alturas da preia-mar e da baixa-mar que enquadram o instante pretendido, valores esses que são extraídos diretamente da Tabela de Marés.

Marcando nas margens superior e inferior do ábaco superior (de tempo), as horas de preia-mar e baixa-mar e traçando uma reta a uni-las, fica-se com a possibilidade de relacionar qualquer hora situada nesse intervalo de tempo com o valor correspondente da escala vertical situada nas margens laterais do ábaco. De modo idêntico se marcam, no ábaco inferior (de alturas), as alturas referentes à preia-mar e à baixa-mar, bem como a reta que as une.

Entretanto, com o valor obtido da escala vertical do ábaco de tempos no ábaco de alturas, também na escala vertical, obtém-se o valor da altura de água no instante desejado, no cruzamento da linha horizontal correspondente com a reta anteriormente traçada.

Utilizando os ábacos no sentido inverso, é possível determinar a hora correspondente a determinada altura de água.

110 — Cálculo da altura de maré em qualquer instante e da hora correspondente a determinada altura de maré – método analítico

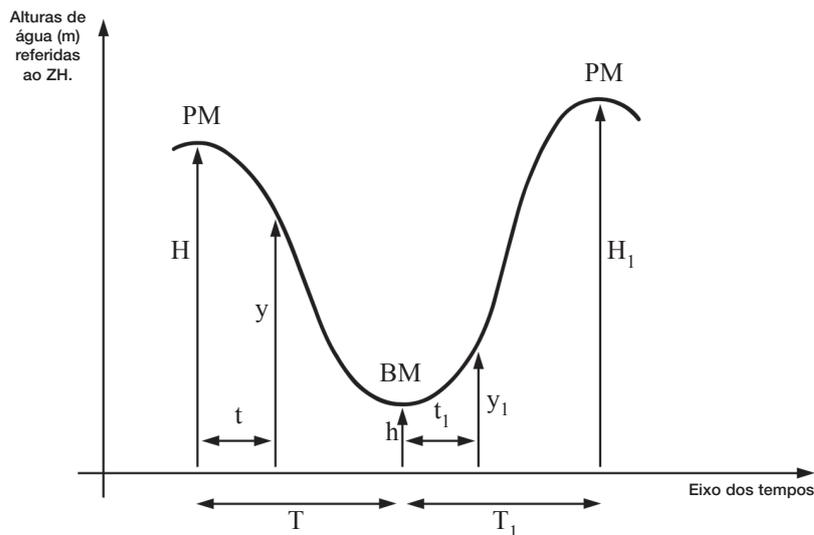
A vulgarização das pequenas calculadoras eletrónicas programáveis justifica que além do método gráfico se forneçam as expressões necessárias para a resolução do mesmo problema pelo método analítico.

Continua a assumir-se que a forma de onda de maré é sinusoidal, o que, como já foi dito, não é rigorosamente verdadeiro.

Conhecendo:

- os valores de  $H$  ou  $H_1$  e  $h$  (alturas de água das PM e BM que enquadram o intervalo de tempo no qual se vai efectuar o cálculo);
- o valor de  $T$  ou  $T_1$  (intervalo em tempo entre PM e BM ou BM e PM);
- o valor de  $t$  ou  $t_1$  (intervalo em tempo entre o evento imediatamente anterior (PM ou BM) e a hora a que se pretende saber a altura da maré).

Pode calcular-se:



a) A altura de água ( $y$ ) em qualquer momento depois de uma PM

$$y = \frac{H + h}{2} + \frac{H - h}{2} \cos \frac{\pi t}{T}$$

b) A altura de água ( $y_1$ ) em qualquer momento depois de uma BM

$$y_1 = \frac{h + H_1}{2} + \frac{h - H_1}{2} \cos \frac{\pi t_1}{T_1}$$

c) A diferença entre as alturas de água a dado momento e na PM anterior

$$H - y = (H - h) \operatorname{sen}^2 \frac{\pi t}{2T}$$

d) A diferença entre as alturas de água a dado momento e na BM anterior

$$y_1 - h = (H_1 - h) \operatorname{sen}^2 \frac{\pi t_1}{2T_1}$$

e) O intervalo de tempo ( $t$ ) após uma PM em que a maré atinge um dado valor  $y$

$$t = \frac{T}{\pi} \operatorname{arc} \cos \frac{2y - H - h}{H - h}$$

f) O intervalo de tempo ( $t_1$ ) após uma BM em que a maré atinge um dado valor  $y_1$

$$t_1 = \frac{T_1}{\pi} \operatorname{arc} \cos \frac{2y_1 - h - H_1}{h - H_1}$$

### 111 — Concordâncias de marés para locais próximos dos portos principais

Para algumas das cartas-índice apresentadas no início das páginas respeitantes aos portos que figuram nas Tabelas de Marés, encontram-se indicados os locais próximos desses portos (usualmente designados por «portos secundários») para os quais existem elementos de concordância de marés.

Os elementos de concordância de marés, que são fornecidos no Capítulo 3, são os seguintes:

- Porto de referência, ou porto principal (para o qual foi efetuada uma análise harmónica);
- Identificação dos locais (ou portos secundários), através dos nomes e das coordenadas geográficas;
- Indicação das correções em tempo ( $\Delta t$ ) e em altura ( $\Delta h$ ) a aplicar aos dados do porto de referência, para calcular as horas e alturas das preia-mares ou baixa-mares no porto secundário;
- Indicação da relação de amplitude ( $r$ ) entre o porto secundário e o porto de referência.

As alturas e instantes de preia-mar e baixa-mar nos portos secundários podem ser obtidos de dois modos diferentes, consoante a informação apresentada na tabela do Capítulo 3.

O primeiro método consiste em aplicar diretamente as correções em tempo e altura. Este método é normalmente utilizado para caracterizar a maré ao longo de estuários e rias, ou quando existem diferenças significativas entre os níveis médios do porto principal e do porto secundário.

O segundo método consiste na utilização da relação de amplitudes  $r$  para obter uma indicação aproximada da altura de maré no porto secundário em função da altura de maré no porto principal. Este método exige que os níveis médios nos dois locais sejam aproximadamente iguais, e que a relação entre as amplitudes das principais constituintes da maré no porto principal e no porto secundário seja aproximadamente constante. É o que sucede normalmente ao longo da costa aberta. O segundo método tem ainda a vantagem de permitir relacionar as alturas horárias nos portos secundários e principal.

Segue-se um exemplo da aplicação para um local em relação ao qual se encontra tabelado o factor  $r$ :

1. Porto de referência — Porto A

Local de concordância — Local B  $\Delta t = - 6$  m       $r = 0.94$

Dia 1 FEV 1978.

2. Da Tabela de Marés para o Porto A:

Hora da PM da manhã . . . . .	7h 34 m
Altura de água na PM. . . . .	3.31 m
Altura do NM acima do ZH. . . . .	2.00 m
Elevação da maré . . . . .	1.31 m

3. Para o local B será:

Hora da PM da manhã no Porto A . . . . .	7h 34 m
$\Delta t$ . . . . .	- 6 m
Hora da PM da manhã no Local B. . . . .	7h 28 m
Elevação da maré no Porto A. . . . .	1.31 m
$r$ . . . . .	$\times 0.94$
Elevação da maré no Local B . . . . .	1.23 m
Altura do NM acima do ZH. . . . .	+ 2.00 m
Altura de água na PM no Local B . . . . .	3.23 m

**Alertam-se os utilizadores deste volume da Tabela de Marés, para o facto de que os dois métodos para aplicação das concordâncias se baseiam em aproximações, pelo que não garantem uma precisão idêntica à que se obtém a partir da fórmula harmónica.**

#### 112 — Alterações relativamente à edição anterior

Nada a referir.