

MANUAL DE MEDIÇÃO
E INTERPRETAÇÃO DO NÍVEL DO MAR

PREFÁCIO

A Assembleia da COI na sua Décima Terceira Sessão adoptou pela resolução XIII-7 a proposta para a Rede Mundial de Estações de Nível do Mar, preparada com a ajuda do Dr. Pugh (Reino Unido) e do Prof. K. Wyrski, como base para uma extensão da Rede do Nível do mar já existente, sob os auspícios da COI (incluída no Anexo ao Relatório Sumário da Décima Terceira Sessão da Assembleia da COI). Através desta resolução, os Estados Membros foram instados a participar na implementação de um Sistema Mundial de Observação do Nível do Mar, o qual é necessário à comunidade oceanográfica para a investigação, particularmente no apoio de experiências e programas oceanográficos no âmbito do Programa de Investigação do Clima Mundial, assim como para aplicações de natureza prática a nível nacional.

Assim como sucede em outros programas internacionais, este projecto requer acções tanto de âmbito nacional como internacional. A preparação do Manual de Medição e Interpretação do Nível do Mar é considerada como um passo importante no sentido da normalização dos procedimentos de medição e interpretação do nível do mar, assim como para o auxílio aos Estados Membros que desejem instalar ou reactivar as suas estações de observação do nível do mar.

Este manual foi preparado pelos membros do Instituto de Ciências Oceanográficas do Reino Unido envolvidos nos cursos de Verão sobre observação do nível do mar e processamento dos resultados obtidos, organizados sob os auspícios da Comissão Oceanográfica Intergovernamental. Embora o manual esteja baseado na experiência do Reino Unido, inclui também a análise de registos obtidos com vários tipos de instrumentos de medição em muitas regiões costeiras espalhadas por todo o mundo. No entanto noutros países poderão ser mais adequados procedimentos ligeiramente diferentes. Espera-se que os elementos aqui apresentados sejam úteis aos países que actualmente planeiam redes nacionais de nível do mar, em resposta a reconhecidas necessidades tanto de ordem prática como científica, de harmonia com o espírito da resolução XIII-7 da Assembleia da COI de Março de 1985, que encorajou os Estados Membros a desenvolverem tais redes.

The Portuguese translation of this Manual was prepared by Rita Monteiro, under the supervision of Armando Fiúza. This is a contribution of the Oceanography Group of the University of Lisbon (Physics Department / Geophysics Centre) to the international effort to implement the oceanographic components of the World Climate Research Program.

This work was partially supported by Instituto Nacional de Investigação Científica and by Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, Portugal.

A tradução Portuguesa deste Manual foi efectuada por Rita Monteiro, sob a orientação de Armando Fiúza. Trata-se de uma contribuição do Grupo de Oceanografia da Universidade de Lisboa (Departamento de Física / Centro de Geofísica) para o esforço internacional para a implementação das componentes oceanográficas do Programa Mundial para a Investigação do Clima.

Este trabalho foi parcialmente apoiado pelo Instituto Nacional de Investigação Científica e pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, Portugal.

ÍNDICE

PÁGINA

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	O CONHECIMENTO DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR E SUAS APLICAÇÕES	3
	2.1 Generalidades.	3
	2.2 Marés	5
	2.3 Efeitos Meteorológicos.	5
	2.4 Níveis Extremos para o Projecto de Sistemas de Defesa Costeira.	6
	2.5 Tsunami.	7
	2.6 Níveis Médios do Mar.	7
	2.7 Tendências de Longo Prazo.	9
	2.8 Testemunhos Geológicos.	11
3.	MARÉGRAFOS	13
	3.1 Escolha do Local para a Implantação do Marégrafo.	13
	3.2 O Marégrafo de Flutuador.	15
	3.2.1 Instalação.	19
	3.2.2 Nivelamento e Controlo do Datum.	24
	3.2.3 Manutenção.	33
	3.3 Outros Tipos de Marégrafos.	38
	3.4 Registo a Distância.	42
4.	PROCESSAMENTO DOS DADOS	45
	4.1 A Natureza dos Registos dos Marégrafos.	45
	4.2 Intrepretação dos Registos	49
	4.2.1 Legendas dos Registos e Níveis Zero.	50
	4.2.2 Erros Mecânicos.	51
	4.2.3 Efeitos Meteorológicos.	54
	4.3 Extracção dos Níveis.	58
	4.4 Estatísticas.	61
5.	PROCEDIMENTOS PARA INTERCÂMBIO DE DADOS	65
	5.1 Generalidades.	65
	5.2 Bancos Nacionais de Dados	65
	5.3 Aspectos Internacionais.	65
	5.4 O Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar (PSMSL).	66
	5.5 Apresentação dos Dados ao PSMSL.	66

6. APÊNDICES

Apêndice 1. Sumário das Principais Verificações a Efectuar Pelos Operadores de Marégrafos	68
Apêndice 2. Fornecedores de Equipamento para Marégrafos.	69
Apêndice 3. Aplicação do Filtro X0 para o Cálculo do Nível Médio do Mar.	70
Apêndice 4. Subconjunto Normalizado GF-3 para o Nível Médio do Mar.	71

7. GLOSSÁRIO

77

1. INTRODUÇÃO

A medição do nível do mar tem uma longa história. Já os antigos foram capazes de relacionar, em muitos locais, os movimentos regulares do mar com os movimentos do Sol e da Lua. Muitos povos, no entanto, encaravam as marés como desencadeadas pelos poderes dos deuses.

Os estudos do século dezanove referiam-se aos movimentos verticais dos continentes, na suposição de que o nível médio do mar se mantinha constante durante longos períodos de tempo; as variações do nível do mar eram associadas ao movimento da parte sólida da Terra. Actualmente, aceita-se na generalidade que nem o nível dos continentes, nem o dos oceanos se mantêm constantes. Existem movimentos verticais das massas continentais associados a mudanças glaciárias e a outros processos tectónicos. As variações do nível médio do mar estão relacionadas com mudanças do volume da água nos oceanos e também com as variações das correntes oceânicas.

Os actuais estudos do nível do mar versam problemas como os transportes marítimos, a erosão litoral e o planeamento das defesas costeiras para prevenir inundações. Cientificamente, as marés e as variações do nível do mar têm uma influência determinante em muitos processos biológicos e geológicos. As mudanças do nível do mar ao longo de períodos extensos apresentam implicações consideráveis para a ocupação urbana do litoral e para as variações do clima.

Propostas recentes para estudos coordenados sobre as variações climáticas identificaram o nível do mar como um importante (embora indirecto) indicador dessas variações e dos processos a elas associados. Estes processos incluem a fusão dos glaciares, a dilatação da água do mar por aquecimento e as mudanças na topografia da superfície do mar associadas às flutuações das correntes, em resultado do equilíbrio geostrofico. Por seu turno, essas flutuações das correntes originam variações no transporte meridional de calor dos trópicos para os pólos. O programa PIGC-200 sobre variações do nível médio do mar durante períodos geológicos recentes constitui mais um exemplo das diversas aplicações dos estudos sobre a variação do nível médio do mar.

Os estudos à escala mundial necessitam de uma rede global de estações bem distribuídas e da cooperação internacional apropriada para estabelecer os métodos observacionais, a recolha de dados e a sua publicação. A Comissão Oceanográfica Intergovernamental tem subsidiado diversas séries de cursos no laboratório de Bidston do Instituto de Ciências Oceanográficas do Reino Unido, sob os auspícios do Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar (PSMSL).

Este manual resume as informações apresentadas nestes cursos. Deu-se maior ênfase às técnicas e aos aspectos práticos de selecção dos locais, manutenção do equipamento e análise crítica dos dados. Alguns elementos adicionais situam estas considerações práticas num contexto científico e técnico. Os cursos e o manual foram desenvolvidos por uma equipa constituída por:

Bill Ainscow
David Blackman
John Kerridge
David Pugh
Sheila Shaw

Instrutor, instrumentação
Coordenador do curso
Administração
Presidente, Director do PSMSL
Instrutora, Processamento

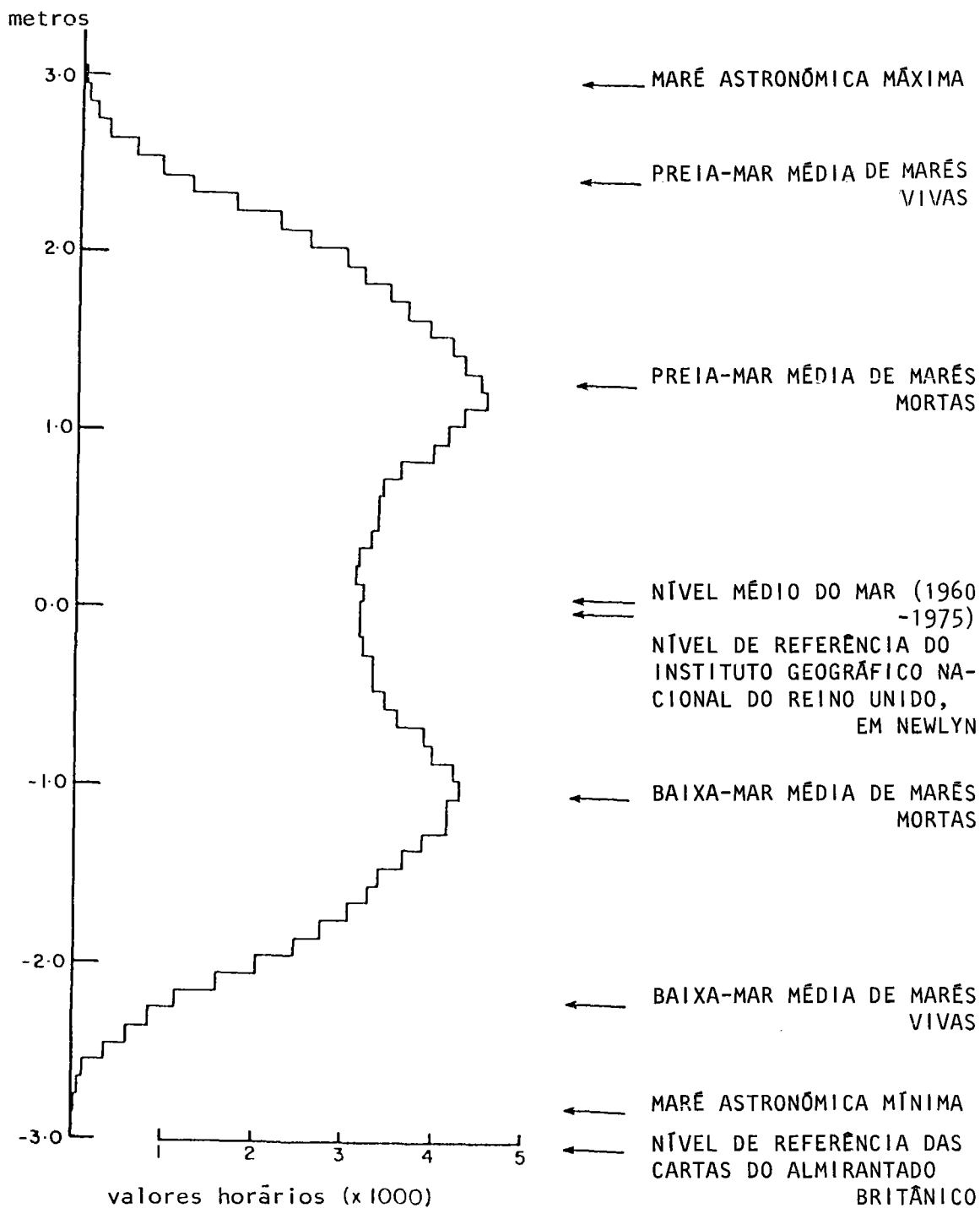


Figura 2.1 Distribuição das frequências dos níveis mareográficos horários em Newlyn (1951-1969), demonstrando a maior probabilidade de ocorrência dos níveis de preia-mar e de baixa-mar das marés mortas. A influência das condições meteorológicas desloca a distribuição observada para níveis superiores e inferiores.

2. O CONHECIMENTO DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR E SUAS APLICAÇÕES

2.1 GENERALIDADES

A base de toda a análise científica do nível do mar tem de ser necessariamente constituída por longas séries de medições cuidadosas. Qualquer medição instantânea do nível do mar presente numa série de observações pode ser considerada como a soma de três componentes:

nível observado = nível médio + maré + resíduos de origem meteorológica do mar

Cada uma destas componentes é controlada por processos físicos distintos e as variações de cada uma são basicamente independentes das variações das outras.

Existem muitas formas distintas de definir estas componentes. Nomeadamente do modo seguinte:

Marés são movimentos periódicos dos mares, cuja amplitude e fase possuem uma relação coerente com uma força geofísica periódica. A acção forçadora dominante é a variação do campo gravitacional à superfície da Terra, devida aos movimentos regulares dos sistemas Terra-Lua e Terra-Sol. Estes dão origem às marés gravitacionais. Existem ainda marés fracas geradas por variações periódicas da pressão atmosférica e de sistemas de ventos litorais perpendiculares à costa (brisa marítima-brisa terrestre) que são denominadas marés meteorológicas.

Resíduos meteorológicos são as componentes que restam após a remoção das marés recorrendo aos métodos de análise. São irregulares, tais como as variações do estado do tempo. Por vezes, utiliza-se o termo "surge residual", mas habitualmente "surge" é utilizado para descrever um acontecimento particular, durante o qual é gerada uma componente não periódica de grande intensidade.

Nível médio do mar é a média dos níveis do mar, baseada normalmente em valores horários observados ao longo de 1 ano, pelo menos. Para estudos geodésicos o nível médio poderá ter de ser obtido a partir de vários anos.

A frequência com que os níveis horários observados variam durante um longo período de observação possui um padrão bem definido. Nas áreas onde são dominantes as marés semi-diurnas, os níveis mais frequentes situam-se nas dos níveis médios das Preia-mares e das Baixa-mares em marés mortas (ver fig.2.1).

Técnicas de análise mais apuradas permitem que a energia das variações de nível seja dividida em séries de frequências ou componentes espectrais. A principal concentração de energia tem lugar nas bandas correspondentes às marés semi-diurnas e diurnas, mas existe um fundo contínuo de energia de origem meteorológica que se torna progressivamente mais importante para períodos mais longos (ou frequências mais baixas).

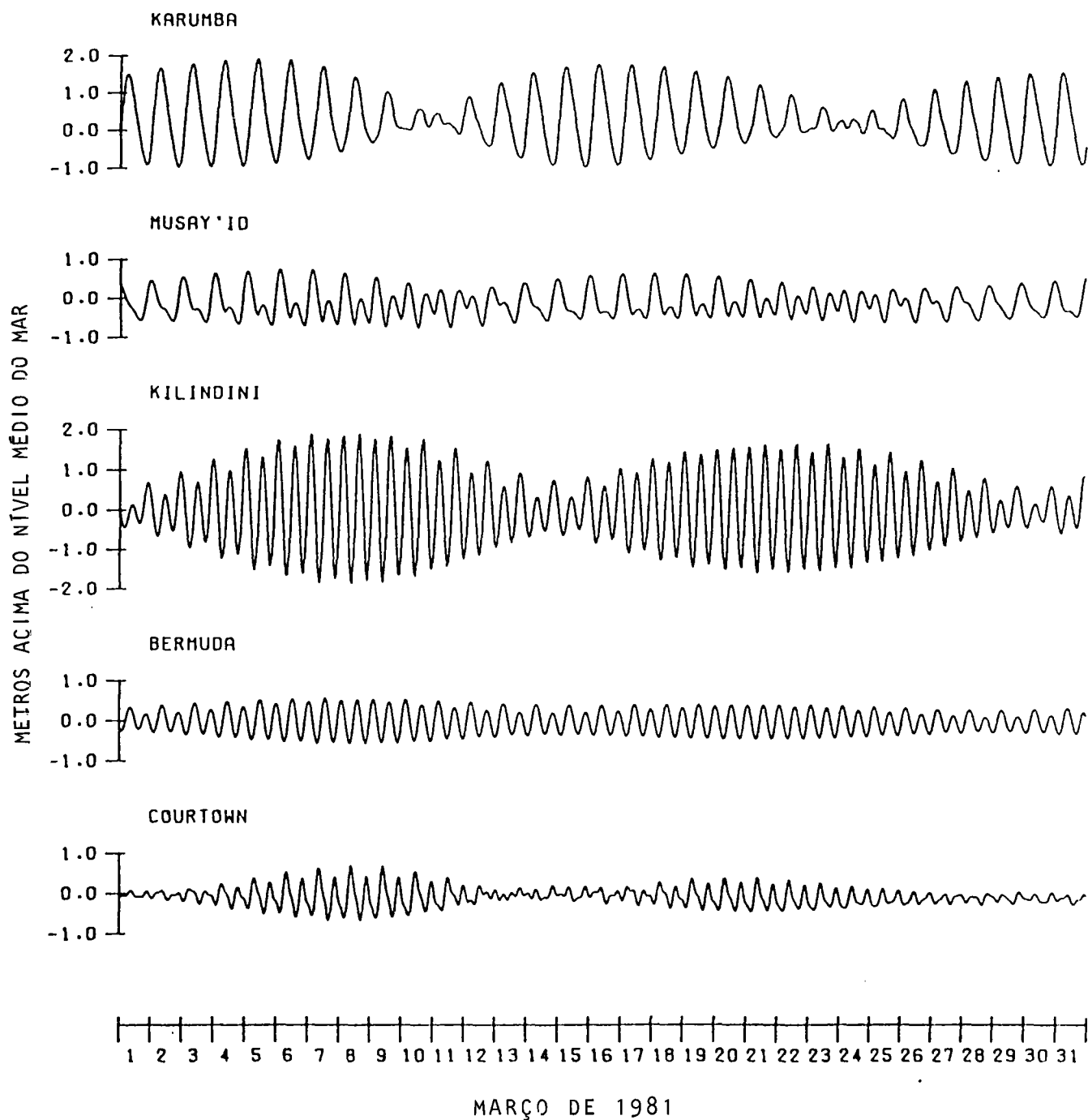


Figura 2.2 Características das marés em cinco estações com regimes de maré diferentes: diurno, misto, semi-diurno com uma importante modulação marés vivas/ marés mortas no Oceano Índico, semi-diurno com modulação causada por factores meteorológicos no Atlântico Norte, e com grandes distorções devidas a águas pouco profundas.

2.2 MARÉS

A teoria da atração gravitacional de Newton prevê a existência de duas saliências convexas da maré: uma directamente sob a Lua ou o Sol e outra directamente oposta. A amplitude das marés atingiria um valor máximo de cerca de 0,5 metros à latitude equatorial. Cada uma destas saliências de água mover-se-ia em torno do planeta de oriente para ocidente numa progressão uniforme, enquanto a Terra rodasse sob a Lua ou o Sol. Tais não são obviamente as características das marés observadas na prática.

As marés que têm lugar nos principais oceanos têm amplitudes de cerca de 1,0 metros, mas existem diversas variações, como mostra a figura 2.2. Em algumas zonas bem localizadas das plataformas continentais as amplitudes poderão até exceder 10 metros. Observa-se um caso extremo na Baía de Fundy, onde chegam a ser atingidos 15 metros. Na maior parte dos locais, as marés são dominadas por padrões semi-diurnos, mas existem locais onde as marés diurnas predominam. Nos outros sítios existem regimes de maré mistos em que podem alternar as características diurnas e semi-diurnas. Em casos muito particulares onde a água é muito pouco profunda ocorrem distorções extremas nos perfis de maré.

As marés propagam-se sob a forma de ondas longas sobre a Terra em rotação. O seu comportamento pode ser representado em cartas de iso-amplitude e igual fase (co-amplitudes e co-tidas). A reflexão das ondas progressivas origina a formação de ondas estacionárias, as quais, no planeta em rotação, dão origem a sistemas anfidrômicos. Os sistemas anfidrômicos são as zonas onde a amplitude de maré é nula e em torno das quais as ondas de maré se propagam no sentido dos ponteiros do relógio no hemisfério sul e no sentido inverso no hemisfério norte. Nas bacias cuja dimensão natural se aproxima de um quarto do comprimento da onda de maré progressiva dá-se o fenómeno de ressonância e as amplitudes podem tornar-se muito elevadas junto à extremidade interior da bacia.

As marés propagam-se desde os oceanos até às zonas de menores profundidades das plataformas continentais onde a sua velocidade de propagação é muito mais baixa. Aí tem lugar a dissipação de energia, gasta para vencer a resistência do atrito no fundo, devido às fortes correntes de maré. A distorção final da onda de maré harmónica ocorre nos estuários e nos rios onde a profundidade é demasiado pequena para permitir que a onda se propague eficazmente. Como resultado geram-se maretas ("tidal bores"), muitas vezes espectaculares e que podem chegar a causar grandes danos.

2.3 EFEITOS METEOROLÓGICOS

Mesmo as previsões de marés mais cuidadosamente elaboradas diferem dos níveis de mar observados na prática devido aos efeitos dos fenómenos meteorológicos. A importância relativa dos movimentos de maré e dos movimentos independentes destes depende da altura do ano, da latitude e da proximidade de grandes extensões de águas baixas. Os valores dos desvios característicos dos níveis observados relativamente aos níveis previstos variam de 0,03 metros nas ilhas oceânicas tropicais a 0,25 metros ou mais nas latitudes elevadas e tempestuosas onde as plataformas continentais sejam pouco profundas.

Os padrões de evolução geológica da linha de costa e a deposição de sedimentos actuam frequentemente na produção de zonas baixas e planas de terra fértil, adjacentes a grandes extensões de águas pouco profundas, de que o nor

te do golfo de Bengala é um exemplo notável. As populações tendem a instalar-se nestas planícies. Quando uma tempestade se combina com marés altas originando cheias o perigo mais imediato é de afogamento, contudo a subsequente ruptura em serviços como o abastecimento de água e redes de esgotos pode gerar outros perigos. Depois de alagadas pela água do mar, também as terras até então férteis, se tornam impróprias para cultivo durante vários anos, em consequência do depósito salino que permanece depois do recuo das águas.

Fisicamente a atmosfera actua sobre o mar de dois modos distintos. Mudanças na pressão atmosférica produzem mudanças nas pressões exercidas verticalmente sobre a superfície do mar. O acréscimo de um milibar na pressão atmosférica diminui em um centímetro o nível da água; a isto dá-se o nome de efeito barométrico invertido. O atrito do vento sobre a superfície do mar varia na razão directa do quadrado da velocidade do vento, em primeira aproximação. Este atrito põe a água em movimento: em águas pouco profundas a corrente tem a direcção do vento, mas em zonas mais profundas o transporte dá-se perpendicularmente à direcção do vento (para a direita no hemisfério norte). Quando o transporte das águas é impedido pelos limites da costa dá-se um aumento dos níveis, a onda de tempestade (surge).

Em estudos científicos e em sistemas concebidos para prever a eminência de cheias é normal distinguir entre "surges" tropicais e extra-tropicais.

Ondas de Tempestade (Surges) Tropicais

São geradas por tempestades tropicais de curta duração mas muito intensas. Estas tempestades originam-se no mar, de onde progridem de forma irregular até atingir a costa. Aí produzem níveis de cheia elevados em extensões de cerca de 10 a 50 quilómetros. As tempestades tropicais são difíceis de detectar ao largo, e os seus efeitos numa determinada zona não podem ser avaliados a partir das estatísticas de cheias observadas, por serem tão raras. A combinação de modelos numéricos ou estatísticos simples pode ser usada para estimar níveis máximos de cheias, mas a sua localização exacta depende do caminho seguido por cada tempestade individualmente.

Ondas de Tempestade (Surges) Extra Tropicais

São geradas por tempestades que se estendem por várias centenas de quilómetros e que se deslocam em geral lentamente. Podem afectar largas áreas da costa durante períodos que poderão atingir vários dias. O seu centro é uma região de pressão atmosférica baixa. Os efeitos da rotação da Terra têm de ser tomados em conta quando se efectuam previsões numéricas do comportamento da tempestade e do conseqüente potencial para provocar cheias.

2.4 NÍVEIS EXTREMOS PARA O PROJECTO DE SISTEMAS DE DEFESA COSTEIRA

Ao projectar sistemas de defesa costeira é preciso ter em conta os níveis máximos que poderão resultar da combinação de marés muito altas e de ondas de tempestade particularmente fortes, que são previsíveis num determinado período, de 50 a 100 anos. A aproximação mais simples consiste em calcular a razão entre um dado parâmetro característico da maré normal e um nível com um período de retorno de N anos. Esta razão pode ser determinada para um porto de referência situado na região e utilizada para dimensionar parâmetros independentes da maré noutros locais onde não existam longas séries de dados para

conduzir uma análise independente. Num outro método utilizam-se os níveis mais altos observados em cada um de um dado número de anos, ordenando-os com métodos estatísticos, a fim de avaliar por extrapolação os níveis máximos que poderão vir a ocorrer. Normalmente são necessários no mínimo 25 anos de níveis máximos anuais para uma análise deste tipo. O processo mais directo para a obtenção da estimativa da probabilidade de ocorrência de níveis extremos emprega separadamente as probabilidades das marés e das "surges" e combina-as estatisticamente no cálculo das probabilidades dos níveis totais. Nas zonas onde as inundações resultam de "surges" extra-tropicais estas técnicas de análise de dados são válidas, mas nas zonas onde as inundações mais significativas sejam devidas a "surges" tropicais os dados disponíveis serão insuficientes para permitir um tratamento estatístico aceitável dos níveis máximos que poderão ocorrer num determinado local; neste caso é normal confiar em modelos numéricos ou em modelos empíricos simples que relacionam os níveis máximos com valores variáveis da velocidade de deslocamento das tempestades e do seu rumo, bem como com a largura da plataforma continental.

2.5 TSUNAMI

O tsunami é uma onda gerada em resultado da actividade sísmica e como tal está fora das duas categorias de forças responsáveis pelas variações normais do nível do mar, a maré e o estado do tempo. Nem todos os sismos submarinos produzem tsunamis. O fenómeno mais importante é um movimento vertical da crosta que desloca o fundo do mar. As características da onda de tsunami dependem da amplitude da deslocação e área do fundo implicada. Os deslocamentos horizontais do leito do mar têm relativamente pouco efeito. Estas ondas propagam-se a uma velocidade dada por $(\text{profundidade} \times \text{aceleração gravitacional})^{1/2}$ as amplitudes em águas profundas são pequenas, provavelmente não excedendo 1 metro. As regiões mais vulneráveis aos tsunamis situam-se no oceano Pacífico e suas costas devido às fronteiras entre placas crustais, sísmicamente activas. À medida que a onda se aproxima de águas costeiras pouco profundas, a sua amplitude aumenta e dão-se múltiplas refacções e reflexões que, combinadas, podem originar pontualmente amplitudes muito elevadas. A existência de uma rede de estações maregráficas informadoras no Pacífico permite transmitir avisos da chegada do tsunami com várias horas de antecedência.

2.6 NÍVEIS MÉDIOS DO MAR

O nível médio do mar é calculado a partir de longas séries de observações horárias (ou por vezes tri-horárias). A forma mais simples de o calcular é efectuando a média aritmética, mas métodos mais elaborados incluem a aplicação de filtros numéricos "passa-baixas" a fim de eliminar as marés e os "surges", antes de calcular a média. A média de todos os níveis de preia-mar e baixa-mar designa-se por nível médio da maré, o seu valor aproxima-se mas não coincide com o do nível médio do mar.

Séries de valores mensais e anuais do nível médio do mar relativas a uma rede global de estações são coligidas e publicadas pelo Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar, juntamente com detalhes para a localização dos maregrafos e com definições dos "datums" a que se referem as medições. Estão em arquivo dados provenientes de mais de mil estações, das quais cento e

doze têm registros desde antes de 1900. O registro mais longo de que se dispõe é o de Brest, em França, que teve início em 1806. A localização física das estações da rede não é a ideal: a grande maioria opera no hemisfério norte e é necessária uma análise cuidadosa para evitar tendências na interpretação. Persiste assim a necessidade de recolher dados no hemisfério sul e nas ilhas oceânicas.

A variação do nível médio do mar relativamente a um ponto fixo na Terra é uma medida da diferença entre os movimentos verticais da superfície do mar e dos da própria terra. As flutuações a longo prazo nos níveis médios do mar observados são chamadas variações seculares. As variações globais no nível médio do mar dá-se o nome de variações eustáticas. Os movimentos terrestres verticais à escala regional designam-se por epirogênicos.

A Figura 2.3 mostra as variações do nível mensal do mar ao longo de um período de dez anos, em cinco estações bem estabelecidas.

As variações em Newlyn e em Brest, que estão separadas apenas por 200 quilômetros, são muito semelhantes. No caso de Honolulu e São Francisco, separadas por metade da largura do Oceano Pacífico, existem muitas semelhanças mas também existem muitas diferenças. A grande concordância entre as variações em Newlyn e em Brest, que são medidas de forma bastante independente utilizando diferentes tipos de instrumentos, demonstra que a variabilidade oceanográfica que procuramos descrever e compreender é muito superior aos erros nas medições.

DEZ ANOS DE NÍVEIS MÉDIOS MENSIS DO MAR

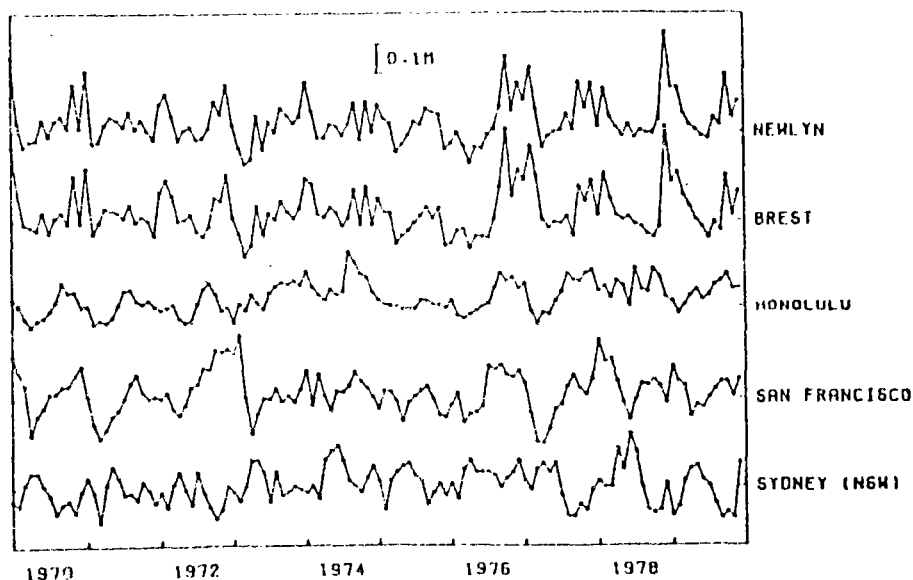


Figura 2.3

Existem acentuadas variações anuais e semi-anuais do nível médio do mar devido a variações sazonais da pressão atmosférica, da densidade da água e da circulação oceânica. Na generalidade, durante os meses de verão tendem a predominar as variações da densidade da água e nos meses de inverno as variações de origem meteorológica.

2.7 TENDÊNCIAS DE LONGO PRAZO

A figura 2.4 mostra as tendências a longo prazo do nível médio do mar em diversas estações cujas características estão resumidas no Quadro 2.1. Nota-se um acréscimo generalizado dos níveis médio do mar, de cerca de 0,10 a 0,15 m por século, ao longo do período de medições detalhadas. Contudo existem flutuações consideráveis relativamente a este valor médio.

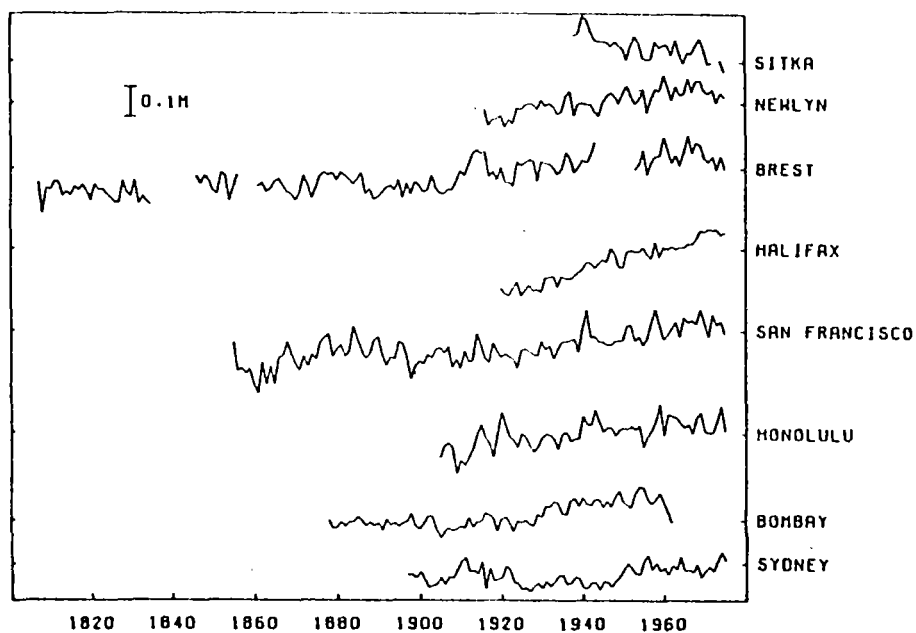


Figura 2.4 Variações do nível do mar a longo prazo observadas em oito estações, mostrando uma tendência geral ascendente (à exceção de Sitka) assim como significativas variações interanuais.

Séries Completas					Após 1940
	Latitude	Nº total de anos	Período		
SITKA (Alaska, E.U.A.)	57° 03'	42	1939-1979	-2,5(0,4)	-2,6(0,3)
NEWLYN (Reino Unido)	50° 06'	65	1916-1980	1,7(0,2)	1,5(0,4)
BREST (França)	48° 23'	141	1807-1981	0,9(0,1)	0,0(0,5)
HALIFAX (Nova Escócia, Canadá)	44° 40'	62	1897-1980	3,7(0,1)	3,2(0,3)
SÃO FRANCISCO (E.U.A.)	37° 48'	127	1854-1979	3,8(1,5)	1,5(0,4)
HONOLULU (Hawaii)	21° 19'	76	1905-1980	1,6(0,2)	0,8(0,4)
BOMBÁIM (Índia)	18° 55'	101	1878-1978	1,0(0,1)	-1,0(0,4)
SYDNEY (Austrália)	33° 51'	85	1897-1981	0,7(0,1)	2,0(0,3)

Quadro 2.1 Resultado do ajuste de tendências lineares a longas séries de níveis médios anuais do mar. As taxas de subida do nível do mar estimadas estão expressas em mm por ano; entre parêntesis apresentam-se os desvios padrão das estimativas.

Durante os períodos glaciários, os níveis do mar descem porque a água fica aprisionada nas calotes de gelo polares; à medida que os glaciares recuam o nível médio global do mar aumenta, mas este aumento geral de nível pode não ser visível junto às costas que só recentemente se libertaram das suas cargas de gelo. Ao longo destas costas existe uma elevação isostática da terra que pode ser interpretada como uma diminuição no nível local do mar (ver Sitka, Alaska, figura 2.4). Sobrepostas às tendências a longo prazo existem variações de alguns centímetros de amplitude que são coerentes dentro de cada oceano mas não à escala mundial, com períodos de vários anos. Estas variações inter-anuais não estão ainda bem explicadas mas deverão estar relacionadas com flutuações na quantidade de calor armazenado na circulação e transporte de calor. Os estudos sobre estabilidade climática e sobre mudanças no clima só poderão progredir com uma melhor compreensão destas variações do nível do mar.

Na ausência de variações na densidade e na circulação oceânica, a su-

perfície do mar assumiria uma forma conhecida por geóide. No entanto, existem variações de densidade e correntes que fazem com que o verdadeiro nível médio do mar se desvie do geóide em mais de um metro. É necessária a existência de gradientes na superfície do nível médio do mar através das correntes oceânicas, a fim de equilibrar as forças de Coriolis que existem sobre o globo em rotação. As variações na intensidade das correntes provocarão mudanças nos gradientes e, conseqüentemente, na superfície de nível médio do mar. A diferença do nível médio do mar observada entre dois mareógrafos instalados em duas ilhas poderá portanto fornecer uma indicação da intensidade da corrente que passa entre elas.

2.8 TESTEMUNHOS GEOLÓGICOS

Ao longo dos períodos geológicos sucederam-se diversos movimentos verticais consideráveis da terra em relação ao mar atingindo vários milhares de metros. São provas da existência de níveis do mar inferiores aos actuais as linhas de costa submersas, os deltas e o prolongamento de sistemas de vales fluviais para o largo através da plataforma continental, por vezes chegando mesmo a atingir canhões submarinos no bordo da plataforma. Florestas submersas, estratos de turfa e plataformas contendo material orgânico poderão ser datados para investigar essas variações. Encontra-se evidência de movimentos terrestres ascendentes em praias elevadas, planos inter-tidais, sapais, bem como em plataformas de abrasão marinha e em sistemas de grutas em arribas. Nos locais em que a amplitude das marés é pequena, como no Mar Mediterrâneo, as variações relativas de nível do mar podem ser avaliadas através de levantamentos arqueológicos de portos antigos.

Em alguns casos as flutuações do nível do mar são repentinas como consequência de sismos locais, noutros casos, como na recuperação isostática da carga glaciária, as mudanças são graduais.

A combinação das variações de nível do mar avaliadas por meio de técnicas diferentes mostra uma subida de nível relativamente rápida a partir de há 20.000 anos, abrandando gradualmente desde há 8.000 anos, quando os níveis se situavam a cerca de 15 metros abaixo dos actuais. A partir daí o aumento deu-se mais gradualmente até se atingirem os níveis actuais, há cerca de 4000 anos. Desde então as variações têm consistido em flutuações de pequena amplitude.

A última glaciação foi apenas a mais recente de uma sucessão de avanços e recuos que se tem repetido ao longo dos últimos dois milhões de anos. Durante este período Quaternário foram identificados dezassete ciclos glaciação -interglaciação, contudo na história geológica total estes períodos de grandes oscilações glaciárias são anormais e só foi possível identificá-los em quatro outras ocasiões nos últimos 900 milhões de anos.

BIBLIOGRAFIA

- BARNETT, T.P., 1983: "Recent changes in sea level and their possible causes!" Climatic Change, 5, p. 15-38.
- DOODSON, A.T. & WARBURG, H., 1941: "Admiralty manual of tides". Londres: HM SO: 270 pp.

- GORNITZ, V., LEBEDEFF, S. & HANSEN, J., 1982: "Global sea level trend in the past century". *Science*, 215, p.1611-1614
- KASAHARA, K., 1981: "Earthquake mechanics". Cambridge University Press, 284pp.
- LISITZIN, E., 1974: "Sea level changes". Amesterdão: Elsevier, 286pp.
- MURTY, T.S., 1977: "Seismic sea waves - Tsunamis". Bulletin of Fisheries Research Board of Canada, No 198, 337pp.
- MURTY, T.S., 1984: "Storm surges - meteorological ocean tides". Canadian Bulletin of Fisheries & Aquatic Sciences, No 212, 897pp.
- PATTULLO, J.G., MUNK, W.H. REVELLE, R. & STRONG, E., 1955: "The seasonal oscillation in sea level". *Journal of Marine Research*, 1, p.88-155.
- PUGH, D.T., & FAULL, H.E., 1983: "Tides, surges and mean sea level trends". p.59-69 de "Shoreline protection", Acta de uma conferência organizada pelo Institution of Civil Engineers, Southampton, 1982. Londres: Thomas Telford. 248pp.
- ROSSITER, J.R., 1967: "An analysis of annual sea level variations in European waters". *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 12, p.259-299.
- THOMPSON, K.R., 1980: "An analysis of British monthly mean sea level". *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 63, p.57-73.
- WUNSCH, C., 1967: "The long-period tides". *Reviews of Geophysics*, 5, p.447-475.
- WYRTKI, K., 1979: "Sea level variations: monitoring the breath of the Pacific". *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, 60, 25-27.

3. MARÉGRAFOS

3.1 ESCOLHA DO LOCAL PARA IMPLANTAÇÃO DO MARÉGRAFO

Antes de escolher o local para a instalação de um marégrafo é preciso considerar os seguintes aspectos:

- 1) O tipo de marégrafo a instalar. Em caso do marégrafo de flutuador, as dimensões do poço e da estrutura de suporte necessária.
- 2) A área para a qual se requer informação sobre as marés e o fim a que se destina essa informação.

O local será então escolhido dentro dos limites da linha de costa impostos pelos requisitos anteriores. Em alguns casos, a escolha do local é bastante óbvia, quando seja necessário obter dados sobre os níveis de maré num ponto bem definido, como por exemplo junto à descarga de um esgoto ou de uma comporta. Na maior parte dos casos, contudo, a escolha do local não será tão evidente e só poderá ser feita avaliando quais das seguintes restrições são mais significativas e quais poderão ser mais ou menos ignoradas:

- a) A instalação quando terminada terá que ser capaz de suportar as piores condições de tempestade que se poderão esperar. Portanto deverão ser evitadas, na medida do possível, as posições conhecidas como sujeitas a danos causados por tempestades, em resultado da sua exposição. Se tal não for possível esta situação deve ser tomada em conta quando se efectuar o projecto da instalação. Nos locais onde possam ocorrer ondas de grande envergadura ou tsunamis, poderá ser necessário elevar o nível da estrutura a fim de evitar o seu alagamento ou destruição.
- b) O terreno onde deverá ser construída a instalação tem de ser estável, não estando sujeito à subsidência provocada por trabalhos subterrâneos ou por ser uma zona de aterro recente. Também não poderá estar sujeito a derrocadas no caso da ocorrência de chuva intensa prolongada (terá de possuir uma drenagem adequada) ou a ser erodido em resultado da acção do mar ou dos rios. Construir directamente sobre rocha sólida é o ideal.
- c) A profundidade da água terá de atingir pelo menos dois metros na maré astronómica mais baixa para que o poço possa trabalhar eficientemente. O orifício do poço deverá estar suficientemente afastado do fundo do mar e estar colocado a profundidade suficiente de modo a permitir que o flutuador funcione a cerca de um metro abaixo da maré astronómica mais baixa.
- d) Os estuários deverão, se possível, ser evitados. A mistura da água proveniente do rio com a água do mar tem como resultado a variação da densidade da água na área e, em virtude da estratificação, a água que entra no poço poderá ter diferente densidade da água circundante. As correntes devidas ao escoamento do rio poderão causar sucção no poço e, após chuvadas fortes, os materiais flutuantes arrastados pelas águas do rio poderão prender-se ao poço causando o bloqueio do orifício, podendo até provocar danos por impacto.
- e) Deverão evitar-se as áreas onde possa ocorrer represamento em marés baixas extremas (isolando-as do mar). De modo semelhante, a existência de

O MARÉGRAFO BÁSICO

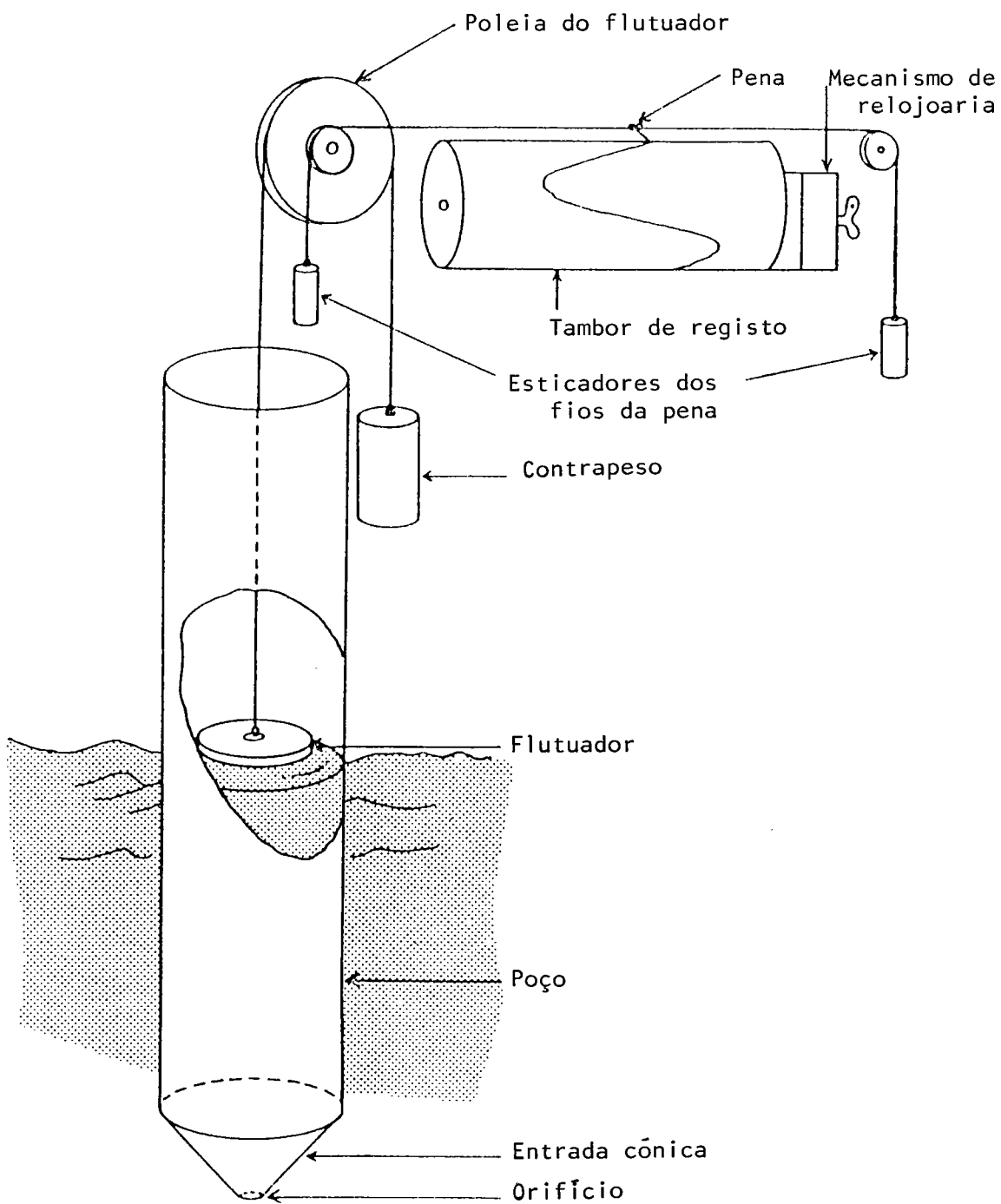


Figura 3.1

barras de areia pouco abaixo da superfície poderá resultar no registo de níveis característicos. A medição em praias extensas com águas pouco profundas também deverá ser evitada pelas mesmas razões.

f) Deverão ser evitados os promontórios muito pronunciados e os estreitos pois são áreas onde ocorrem geralmente correntes fortes.

g) A proximidade de pontos de descarga de emissários poderá resultar na ocorrência de correntes, turbulência, diluição e depósitos, devendo portanto ser evitada.

h) Deverá ser efectuado um estudo sobre o trânsito ou fundeamento de navios junto ao local proposto, já que poderá existir risco de colisão ou de turbulência causada pelos hélices dar origem à suspensão de sedimentos.

i) Deverá proceder-se a averiguações no sentido de determinar se existe a possibilidade de se virem a efectuar futuramente na zona construções que possam vir a afectar o regime das marés no local (como, por exemplo, construção de novas docas, quebra mares, eclusas ou grandes fábricas com canais represados por comportas ou com emissários importantes).

j) Nos casos em que seja necessário o fornecimento contínuo de uma quantidade de energia apreciável, será preciso dispor de uma ligação à rede eléctrica da área. Se tal não for possível pode-se obter um fornecimento alternativo a partir de baterias de um gerador. Se a energia for apenas necessária para fins de registo ou de transmissão de dados, as baterias poderão ser suficientes.

k) Deve existir acesso adequado ao local, no início para transportar materiais durante a construção e, depois, para visitas de observação e manutenção.

3.2 O MARÉGRAFO DE FLUTUADOR

(i) Estrutura Fundamental do Marégrafo

A instalação mais simples de um marégrafo de flutuador poderá assemelhar-se à ilustrada na Figura 3.1. O flutuador, que se mantém à superfície da água, está ligado a um peso, de tal modo que a posição do peso é condicionada pela do flutuador. À medida que o flutuador sobe, durante a enchente da maré, o peso desce da mesma quantidade e o cabo que passa na roldana faz com que esta rode, sendo o ângulo da rotação directamente proporcional à variação do nível da água. Uma segunda roldana, fixada no mesmo eixo, rodará de um ângulo igual ao da primeira, mas, como o seu diâmetro é menor, um estilete ligado ao fio que passa sobre a segunda roldana deslocar-se-á de uma distância inferior à percorrida pelo flutuador, embora o faça exactamente do mesmo modo. O estilete poderá ser adaptado de modo a escrever em papel de registo e representar o movimento do flutuador e, assim, o da superfície da água, embora numa escala reduzida. A razão, ou escala, das alturas do marégrafo é a razão entre o movimento da pena e o movimento real da superfície e é determinado, neste caso, pelos diâmetros das duas roldanas.

Se o papel de registo está colocado de forma a deslocar-se, a veloci-

dade constante, normal ao percurso da pena, obter-se-à uma curva que constitui um registo contínuo da altura da água em função do tempo.

O flutuador está concebido de modo a funcionar no interior de um poço, o que é necessário para um funcionamento satisfatório. O poço constitui um receptáculo que impede que o flutuador se desloque na presença de ventos. Restringindo a entrada e saída de água no poço consegue-se amortecer até certo ponto o movimento da água, eliminando assim as oscilações devidas às ondas de curto período.

(ii) O Marégrafo na Prática

Todos os marégrafos de flutuador analógicos se baseiam no instrumento simples descrito anteriormente. A concepção dos marégrafos reais difere do modelo fundamental apenas na medida em que incorporam dispositivos destinados a melhorar a precisão e credibilidade do aparelho.

(iii) O Sistema do Flutuador

Não é normalmente empregue um cabo entre o flutuador e o contra-peso passando sobre uma roldana, pois que o cabo está sujeito a deslizar na roldana, e, na melhor das hipóteses, só será capaz de transmitir um pequeno binário mesmo que não se dê escorregamento. O fio do flutuador é normalmente enrolado em torno de um tambor provido de um sulco em espiral para o guiar à medida que corre e evitar voltas sobrepostas. Também o contrapeso está suspenso de um tambor do mesmo tipo. Não é normalmente conveniente manter o peso a funcionar à mesma altura do flutuador, pois assim passaria parte do tempo mergulhado, com consequentes problemas de corrosão e efeito diminuído devido à impulsão. O peso é normalmente suspenso de um tambor de diâmetro inferior e, portanto, efectua percursos muito menores que os do flutuador. O percurso pode ser ainda mais reduzido fazendo passar o fio através de uma roldana ou de um sistema de roldanas. Como a amplitude do deslocamento do contra-peso é inferior à do flutuador será necessário aumentar a sua massa na mesma proporção de modo a manter o sistema em equilíbrio. Em vários modelos de marégrafos utiliza-se a ligação directa entre flutuador e contra peso: nestes casos, ou se utiliza uma fita perfurada, que corre sobre uma roldana dentada, ou então uma roldana especial em volta da qual o fio dá várias voltas. Os flutuadores modernos são feitos de materiais como o nylon e PVC que são pouco afectados pela acção corrosiva da água do mar. Também se utilizam materiais por natureza anti-vegetativos como, por exemplo, o cobre. Para funcionar bem, um flutuador não pode deixar entrar água e portanto não deve ser construído com materiais sujeitos a serem corroídos ou a estalarem. As propriedades anti-vegetativas são importantes pois muitas formas da vida marinha parecem mostrar grande atracção por objectos a flutuar à superfície do mar e daí resulta que o flutuador aumenta de volume à medida que se vão acumulando organismos vivos e, gradualmente, o espaço entre o flutuador e as paredes do poço vai diminuindo originando uma resposta mais lenta por parte do flutuador. O próprio flutuador não deve poder entrar em contacto com a parede do poço já que isto poderá provocar a prisão do flutuador particularmente ao nível das juntas do poço, e que eventualmente se desgaste e meta água.

Os fios de suspensão do flutuador e do contrapeso devem ser constituídos por materiais inextensíveis e resistentes à corrosão. Os fios de aço inoxidável são os mais usuais. É importante que se utilize o calibre de fio correcto, bem adequado a cada marégrafo, pois uma mudança no diâmetro do fio

afectarã a escala das alturas do marêgrafo. Os contra-pesos podem ser de qualquer material pesado como ferro fundido, aço, latão ou chumbo. A massa do contra-peso é um factor importante já que deve ser suficiente para vencer qualquer atrito nos mecanismos de transmissão do marêgrafo, mas não tão excessiva que reduza o efeito do flutuador e o torne incapaz de vencer os atritos no sentido oposto.

(iv) Engrenagens

A transmissão entre o eixo da roldana do flutuador e o mecanismo da pena pode tomar várias formas, todas elas desenhadas com o intuito básico de minimizar as folgas. Em alguns marêgrafos isso é conseguido mantendo em tensão o conjunto das engrenagens num dado sentido, noutros casos pela utilização de engrenagens dotadas de molas anti-folgas ou, ainda, pelo fabrico em alta precisão de todas as peças.

(v) Penas

Tem sido utilizada uma grande variedade de canetas e de lápis nos marêgrafos a fim de se obter um registo no papel, nem sempre com êxito. A pena tem de riscar o papel com lentidão e, para que isso seja feito apropriadamente, não pode secar nem derramar tinta. A maior parte dos marêgrafos actuais utilizam, ou canetas com ponta de feltro, ou canetas de tubo capilar com recargas descartáveis. Cada modelo dura em média cerca de dois meses até necessitar de ser substituído. A vantagem das pontas de fibra é que são por natureza completamente descartáveis, não necessitando de qualquer tipo de manutenção, ao passo que a caneta de tubo capilar requer frequentes limpezas por imersão em álcool metílico.

(vi) Papel de Registo

O papel de registo pode ser instalado num tambor rotativo ou ter a forma de um rolo contínuo. O papel montado em tambor, quando desenrolado, é de forma rectangular com uma quadrícula impressa indicando, numa direcção, a altura e, na outra, o tempo. Os tambores são normalmente ajustados de modo a efectuar uma rotação completa em cada vinte e quatro horas, por isso o papel está marcado em horas, de zero a vinte e quatro. Ao ajustar o papel no tambor é essencial obter o alinhamento correcto da quadrícula de modo a que a linha da hora zero coincida com a das vinte e quatro horas e que não existam saltos na leitura das alturas na junção das pontas do papel. No outro tipo, o papel de registo tem a forma de um rolo de papel contínuo que passa de uma bobina para outra a velocidade constante. O papel tem cotadas as alturas no sentido da largura e os tempos no sentido do comprimento.

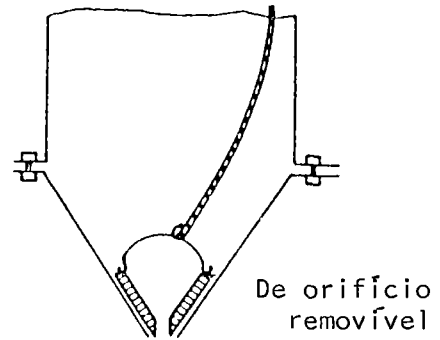
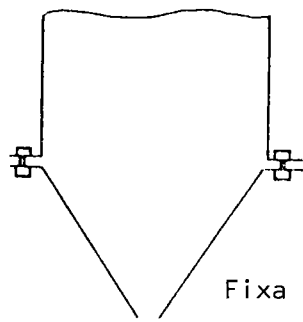
Ambos os tipos de sistemas de registo são movidos a velocidade constante por meio de um mecanismo de relojoaria. Os relógios mecânicos com corda para oito dias são os mais usuais, embora nalguns marêgrafos se utilizem relógios eléctricos e relógios síncronos ligados à rede eléctrica.

(vii) Registadores de Fita Perfurada

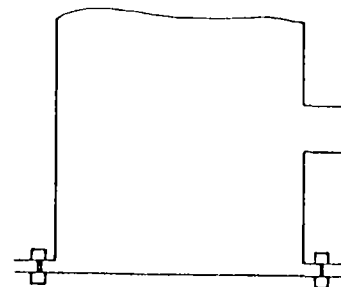
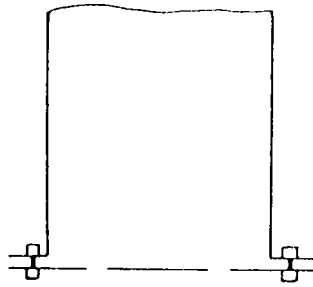
Alguns marêgrafos de flutuador não fornecem um traçado analógico em papel, registando valores pontuais a intervalos de tempo regulares num rolo de papel sob a forma de uma série de perfurações circulares. No caso destes marê

SISTEMAS DE ADMISSÃO DO POÇO

Entrada cônica



De fundo plano



Poço instalado num cais sólido

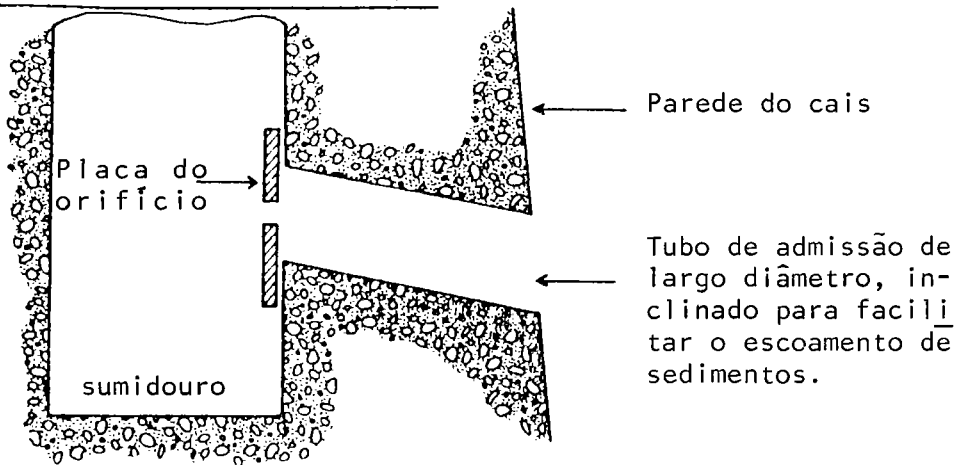


Figura 3.2

grafos é necessário dispor de um leitor de fita compatível para descodificar os dados.

3.2.1 INSTALAÇÃO

(i) O Poço

O poço do marégrafo é um tubo colocado verticalmente na água e suficientemente longo para abranger adequadamente todas as alturas de maré que possam ocorrer num dado local. O fundo do poço é fechado excepto num pequeno orifício pelo qual a água pode entrar ou sair, sendo o topo aberto. Existem dois tipos básicos de poço, um com um pequeno orifício no fundo e, outro, disposto de um tubo ligado à parte inferior do poço. Ambos estes dispositivos servem essencialmente para o mesmo objectivo, que é o de amortecerem as perturbações de alta frequência como as ondas ou a turbulência causada pelas embarcações, mas deixarem inalteradas as variações de longo período como marés e seiches. A principal diferença é que o tubo de admissão é mais eficiente e pode ser ajustado segundo as necessidades do utilizador.

(ii) O Orifício

Os orifícios dos poços têm formas variadas, algumas das quais estão ilustradas na Figura 3.2. A entrada cônica é a mais comum já que tem a vantagem de ser auto-drenável no que diz respeito a lodos e areias e assim requerer limpezas menos frequentes. Uma variante deste desenho é a entrada cônica com um bujão removível que permite, não só uma limpeza fácil do orifício para remoção de sedimentos e matéria viva, como também fazer experiências variando o tamanho do orifício.

A Figura 3.3 mostra a curva característica de amortecimento do poço num intervalo de frequências desde segundos até vinte e quatro horas. O grau de amortecimento conseguido com um orifício de admissão depende da amplitude da perturbação, sendo as grandes perturbações mais significativamente reduzidas. A frequência à qual a atenuação se torna insignificante está dependente do tamanho do orifício cujo diâmetro recomendado deve ser um décimo do diâmetro do poço; contudo, em alguns locais, pode chegar-se à conclusão de que é necessário um orifício mais pequeno a fim de eliminar perturbações indesejáveis. A dimensão ideal só pode ser atingida por tentativas para obter a máxima redução das oscilações indesejáveis sem afectar significativamente a resposta do poço às frequências das marés.

(iii) A Conduta de Admissão

A Figura 3.3 mostra também a atenuação produzida num poço alimentado por uma conduta de comunicação. Note-se que existe uma frequência crítica acima da qual as perturbações exteriores são praticamente eliminadas e abaixo da qual existe pouca ou nenhuma atenuação. Fazendo a combinação do comprimento da conduta e do seu diâmetro, a frequência crítica pode ser deslocada para onde se desejar. Contudo, a teoria na qual se apoia esta relação pressupõe condições de escoamento laminar e estas só têm lugar em condutas de diâmetro relativamente grande o que implica um aumento substancial do seu comprimento. Os sistemas com conduta são pouco utilizados, a menos que sejam necessários para conseguir atingir uma profundidade de água suficiente, pois são de cons

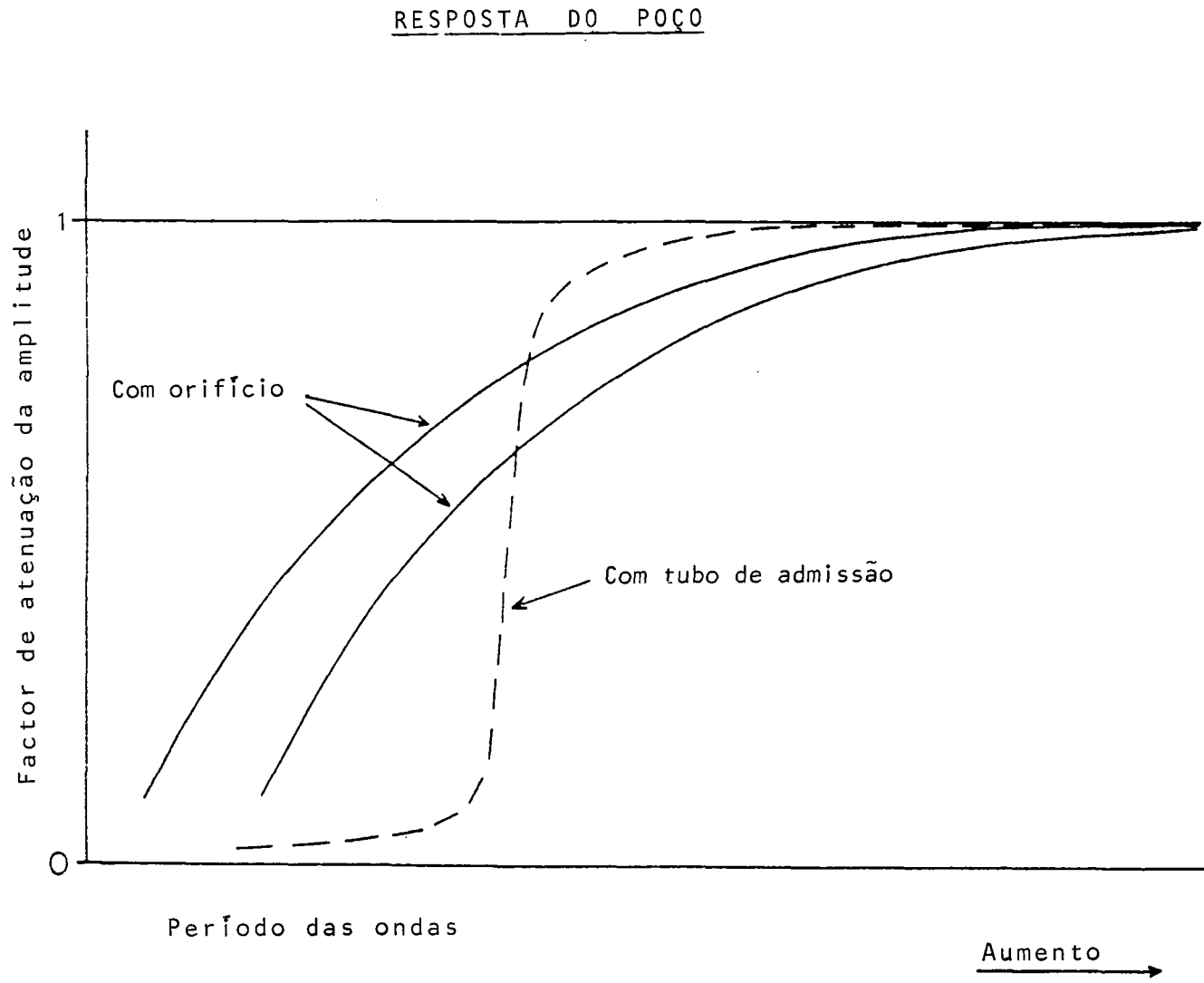


Figura 3.3

trução dispendiosa, estão sujeitos a problemas de sedimentação e são difíceis de limpar.

(iv) Construção

Os poços podem ser construídos de vários materiais, estando a escolha dependente daquele que for de mais fácil obtenção no local e das condições mais adversas que sejam de esperar no sítio escolhido. Os materiais mais vulgarmente utilizados são GRP (fibra de vidro), PVC ou aço revestido de betume. A estrutura à qual o poço será ligado é decisiva para o desenho dos apoios. No caso de cais assentes em pilares poderá ser possível montar o poço dentro dessa estrutura, preso a ela por simples braçadeiras. Na maior parte dos casos é necessário fazer uma construção na parte lateral de um molhe, estando o poço assente em vários pontos sobre apoios salientes da parede do molhe. É aconselhável utilizar porcas, parafusos e cavilhas de aço inoxidável ou de bronze fosforado para prender a secção inferior do poço de modo a facilitar a sua remoção quando for necessário proceder à sua manutenção ou limpeza.

(v) Erros Causados Pelo Poço

Os erros nas medições com poços podem ser provocados por vários factores. Sedimentação e acumulação de vida marinha junto ao orifício já foram mencionadas; elas diminuirão efectivamente a secção do orifício e poderão até levar ao seu bloqueio completo. O orifício poderá também ser obstruído pela acumulação de lodo e areia no exterior do poço, resultante de correntes naturais, tempestades ou hélices de embarcações, e é pois importante que seja escolhido um local onde exista uma profundidade de água adequada por baixo do orifício, para evitar que isto ocorra. Este problema poderá ser muito difícil de resolver no caso de marégrafos com conduta.

Os erros podem ser causados pelo facto de a água no poço não ser da mesma densidade da que se encontra no exterior. Quando ocorre estratificação, o que é particularmente grave nos estuários dos rios, as camadas superiores da água terão uma densidade mais baixa do que as inferiores; como o orifício do marégrafo se encontra bastante profundo, só a água das camadas mais densas entrará no poço durante a enchente e, sendo mais densa, a água do poço atingirá um nível inferior ao do exterior. Ao contrário, se água de menor densidade entrar no poço, durante a maré baixa, ficará retida e então terá lugar um efeito oposto, pois a água no interior do poço é de densidade inferior à do exterior.

Na presença de correntes, o escoamento junto ao orifício de entrada causará uma diminuição local da pressão na zona do orifício, reduzindo o nível da água dentro do poço. Este efeito de sucção torna-se mais significativo quando as correntes excedem cerca de 1,25 nós (65 cm/s).

(vi) O Abrigo

Trata-se do resguardo utilizado para a instalação do marégrafo. É sempre recomendável que o marégrafo esteja abrigado num edifício ou numa guarita, de modo a proteger o equipamento de condições adversas e a manter um ambiente bastante seco, onde os efeitos da humidade, de depósitos de sal e dos extremos de temperatura sejam minimizados. No Reino Unido, devido ao clima geralmente frio e húmido, os abrigos são mantidos aquecidos a uma temperatura constante com ventilação suficiente, de modo a permitir que a humidade atmos-

férica se disperse. Quando não é possível manter uma protecção adequada contra a humidade, a caixa do marégrafo deve estar provida de material absorvente de humidade como sílica gel, de modo a manter secos o mecanismo e o papel de registo.

É importante que a construção seja capaz de suportar as piores condições de tempestade possíveis pois é nessas ocasiões que os registos maregráficos são mais importantes. Se tal não for possível, então o local está mal escolhido e o marégrafo deverá ser transferido para um ponto onde exista melhor protecção contra os temporais.

O abrigo deve dispor de iluminação adequada para todas as tarefas que têm que ser realizadas no seu interior. É também aconselhável a existência de pelo menos uma janela fornecendo luz natural, de modo a facilitar a segurança das operações no caso de falhar o sistema de iluminação artificial.

Um marégrafo de flutuador deve estar situado directamente por cima do poço, de modo a que o sistema de flutuador possa operar directamente e livre de atritos. Nos casos em que isso não seja possível, é necessário um sistema de roldanas para conduzir o fio do flutuador ao marégrafo. Em todos os casos, o marégrafo deve estar montado num suporte grande fixado ao chão, suficientemente rígido para que não se desloque quando alguém se encostar a ele. O topo do poço deve estar coberto pelas seguintes razões:

- 1) Por questões de segurança, para evitar que alguém caia na abertura, pois é praticamente impossível salvar uma pessoa que tenha caído no poço de um marégrafo.
- 2) Para evitar que caiam no poço objectos soltos tais como livros, canetas ou roupa.
- 3) Para evitar a subida de ar húmido para dentro do abrigo.

Quando o suporte estiver colocado sobre o poço, o modo mais conveniente de o tapar é ajustar uma tampa à parte dianteira do suporte de forma a fechar completamente a abertura. De qualquer modo, deverá existir sempre espaço sobre o suporte para o manuseamento dos registos durante as manutenções de rotina.

(vii) Escalas de Marés

É essencial em qualquer marégrafo dispor de uma escala de marés, pois constitui o único meio pelo qual pode ser feita uma leitura directa do nível da água por simples observação. Isto permite uma verificação rápida do nível indicado pelo marégrafo. A escala de marés assume normalmente a forma de uma haste graduada ao longo do seu bordo, fixada verticalmente num suporte rígido e com uma altura pelo menos igual à da maior altura de maré espectável.

O desenho em uso na rede maregráfica de classe "A" do Reino Unido está patente na Figura 3.4. As cores utilizadas na régua são o preto e o amarelo de modo a dar um bom contraste para facilitar a leitura.

O material utilizado na escala de marés não deve estar sujeito a emperrar nem a ser corroído e deve também ser fácil de limpar. O modelo ilustrado na Figura 3.4 satisfaz estes requisitos pois é construído em GRP (fibra de vidro) com a escala gravada na fibra, sem saliências. A escala de marés deve estar situada o mais próximo possível do marégrafo e deve estar posicionada de modo a permitir uma leitura fácil, de preferência de modo a ser vista do interior da guarita do marégrafo. A escala de marés não deve ser colo-

cada num local onde esteja sujeita a embates ou a raspões por navios ou embarcações em movimento, ou a ficar encoberta por embarcações fundeadas no porto. É importante que a escala de marés esteja vertical. Se tal não for possível, por exemplo quando estiver fixada no paredão inclinado de um cais onde não se possa construir uma estrutura vertical, então a graduação deve ser ajustada de modo a entrar em linha de conta com o ângulo da inclinação.

A escala de marés pode ser difícil de ler em certas condições e por isso as leituras registadas deverão ser acompanhadas por uma estimativa da margem de erro no instante da observação. Na presença de ondas há tendência para

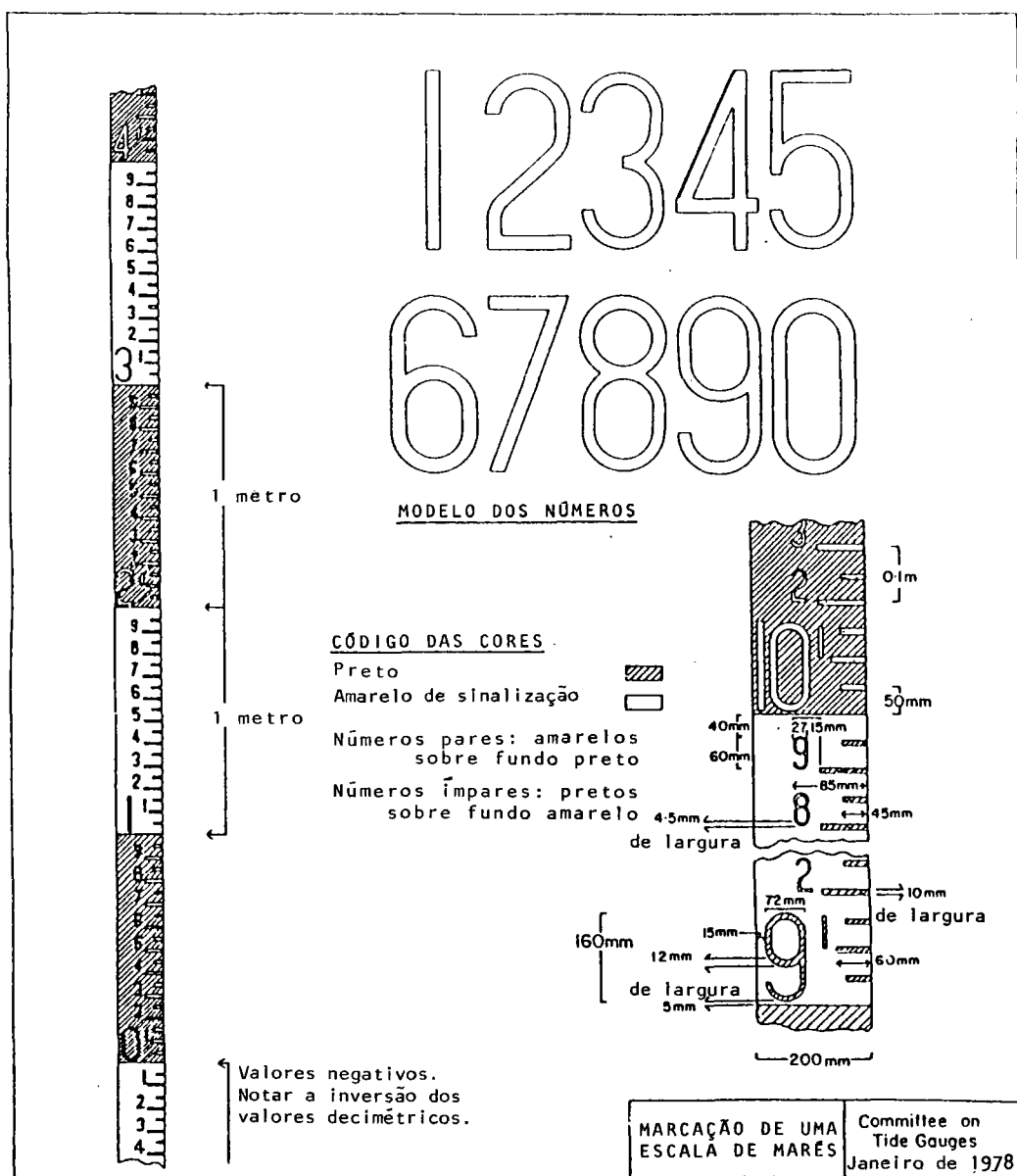


Figura 3.4

tomar a média entre as leituras mais alta e mais baixa, o que pode conduzir a erro, pois as ondas geralmente não são simétricas. Obtém-se assim uma estimativa que é geralmente superior ao valor médio real. A escala de marés, sendo um objecto fixo, constitui um obstáculo à corrente da água, o que resulta numa perturbação no nível da superfície, o qual tende a aumentar do lado montante e a diminuir a jusante. Quando as observações são efectuadas com um certo ângulo é fácil cometer erros na leitura do nível indicado na escala, principalmente sob sol intenso ou quando a água está transparente. Uma linha de visão fazendo cerca de vinte graus com a superfície será o ideal.

3.2.2 NIVELAMENTO E CONTROLO DO "DATUM"

(i) Marcas de Nivelamento

Na vida quotidiana utilizamos inconscientemente níveis de referência ("datum"), por exemplo, quando se diz que uma árvore tem seis metros de altura, toma-se naturalmente o nível do solo como referência a partir da qual medimos essa altura. Contudo se considerarmos a altura de um grande edifício numa rua inclinada precisaremos de mais informação para a determinar, pois o nosso "datum" já não pode ser o chão, por não se tratar de uma superfície de nível. Neste caso necessitamos de um ponto bem definido para referencial da medição. Do mesmo modo as observações de marés têm de estar referidas a um "datum" fixo para que possam ser utilizáveis.

Nas observações de maré é utilizada uma marca de nivelamento como ponto de referência fundamental. Uma marca de nivelamento é um ponto bem definido localizado numa superfície estável, como por exemplo uma rocha exposta, a parede de um cais ou um edifício de dimensão significativa. Quando a marca de nivelamento está situada numa superfície horizontal toma normalmente a forma de uma cavilha de latão de cabeça arredondada, cujo ponto mais elevado constitui o nível de referência. No caso de se situar numa superfície vertical, esta marca poderá ter a forma de um sulco horizontal na superfície ou num suporte metálico, com um bordo horizontal de referência a que se pode fixar o suporte de uma escala de marés.

Não é boa prática depender da estabilidade de uma só marca de nivelamento mas sim dispor de várias, no mínimo três, no espaço de um a dois quilómetros, que deverão manter sempre a mesma elevação relativa entre si. Só se não se observarem mudanças durante um longo período é que será correcto admitir que todas são estáveis. Contudo, é essencial que estas marcas de nivelamento estejam ligadas à rede geodésica nacional e sejam verificadas periodicamente. As marcas de nivelamento terão elevações referidas ao "datum" da rede nacional. É importante que, para além de serem estáveis, as marcas de nivelamento estejam claramente identificadas tanto em si próprias como com uma adequada referência cartográfica.

(ii) Zero do Marégrafo

O zero de um marégrafo é a superfície horizontal de nível à qual o marégrafo indica zero. O nível horizontal utilizado dependerá das necessidades do utilizador. No Reino Unido está vulgarizada a utilização do zero hidrográfico do Almirantado Britânico como "datum" para instrumentos de marés, embora algumas autoridades portuárias utilizem os seus próprios níveis de referência; em geral, nestes casos, o "datum" utilizado é o topo de uma comporta

ou a cota de um baixio existente no porto, de modo a que o nível assinalado pelo marégrafo indique a profundidade da água acima de tais obstáculos.

(iii) Zero Hidrográfico

O zero hidrográfico ou nível de redução das sondas é o plano das baixa-mares abaixo do qual se medem as profundidades inscritas nas cartas marítimas e acima do qual são medidos os níveis das marés. O zero hidrográfico é um plano horizontal, definido para dada área, cuja cota variará ao longo da linha de costa em função das amplitudes das marés em cada local.

(iv) Nível de Referência dos Levantamentos Terrestres ("Datum" Altimétrico)

É um plano de referência imaginário abrangendo uma extensa área (no caso do Reino Unido, a totalidade da Grã Bretanha). A cota deste plano é estabelecida a partir de observações do nível médio do mar, durante um longo período, num ponto de referência, e deste modo este datum normalmente igual ou muito semelhante ao valor do nível médio do mar. Uma vez definido, o nível de referência dos levantamentos terrestres permanece fixo.

Para cada ponto da costa existe uma diferença fixa entre o zero hidrográfico e o "datum" altimétrico. Nas tabelas de marés estão indicadas as relações entre o zero hidrográfico e o "datum" altimétrico para vários locais ao longo da costa; estes valores permanecem normalmente imutáveis e são aproximadamente iguais a metade das máximas alturas de maré espectáveis.

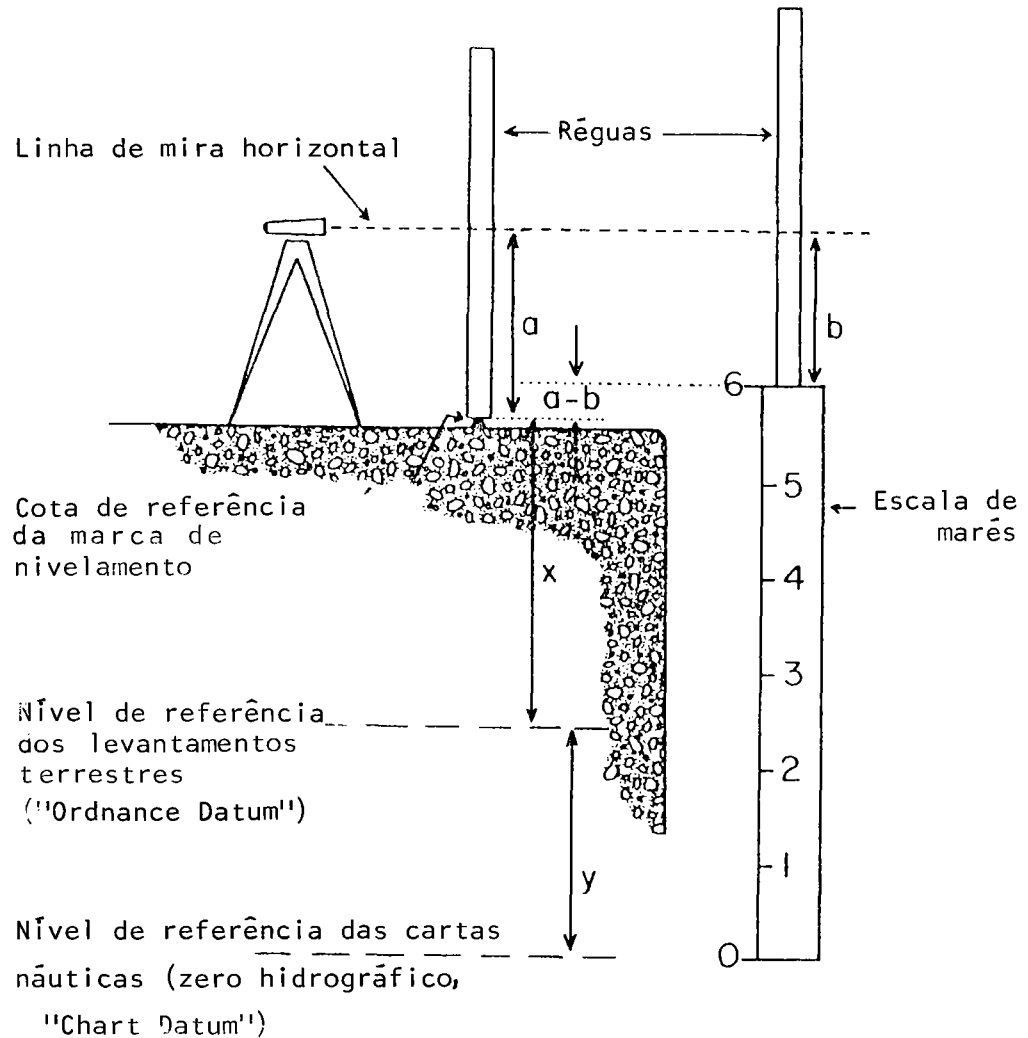
(v) Estabelecimento do Zero do Marégrafo

Vamos primeiro considerar o tipo de marégrafo mais simples, a escala de marés. Quando correctamente colocada, a escala de marés permanecerá vertical, isto é, será perpendicular ao plano horizontal em todas as direcções e o seu zero será apenas tangente ao plano de referência imaginário. Para efeitos práticos, é muito mais simples considerarmos o topo da escala de marés e se, por exemplo, esta estiver graduada de zero a seis metros, deveremos assegurar-nos que o topo da escala está posicionado seis metros acima do plano de referência. Isto consegue-se na prática pela transferência do nível de uma marca de nivelamento local, de elevação conhecida, para o local onde se encontra a escala (ver Figura 3.5). Utilizando este método de nivelamento é possível estabelecer a elevação de qualquer superfície relativamente ao zero escolhido.

No caso de marégrafos de flutuador é necessário determinar rigorosamente o nível da água no poço em relação ao "datum" e só então ajustar a escala a esta leitura.

Estabelece-se um ponto de referência próximo do bordo superior do poço e desce-se uma fita de aferição cujo zero coincida com a marca de referência até que a sua extremidade toque na superfície da água. Então, conhecendo a elevação da marca de referência e subtraindo a distância desta marca à superfície da água, conforme indicada pela fita de aferição, obtém-se o valor que o marégrafo deverá indicar. Uma vez correctamente ajustado o marégrafo, qualquer outra leitura, adicionada ao resultado de uma medição simultânea com a fita de aferição, deverá dar a elevação da marca de referência acima do "datum" (ver Figura 3.6).

CONTROLO DO NÍVEL DE REFERÊNCIA DE UMA ESCALA DE MARÉS



Elevação da parte superior da escala de marés relativamente à cota de referência da marca = $a - b$

Elevação da cota de referência do marégrafo relativamente ao nível de referência dos levantamentos terrestres = x

Elevação da cota de referência do marégrafo relativamente ao zero hidrográfico = $x + y$

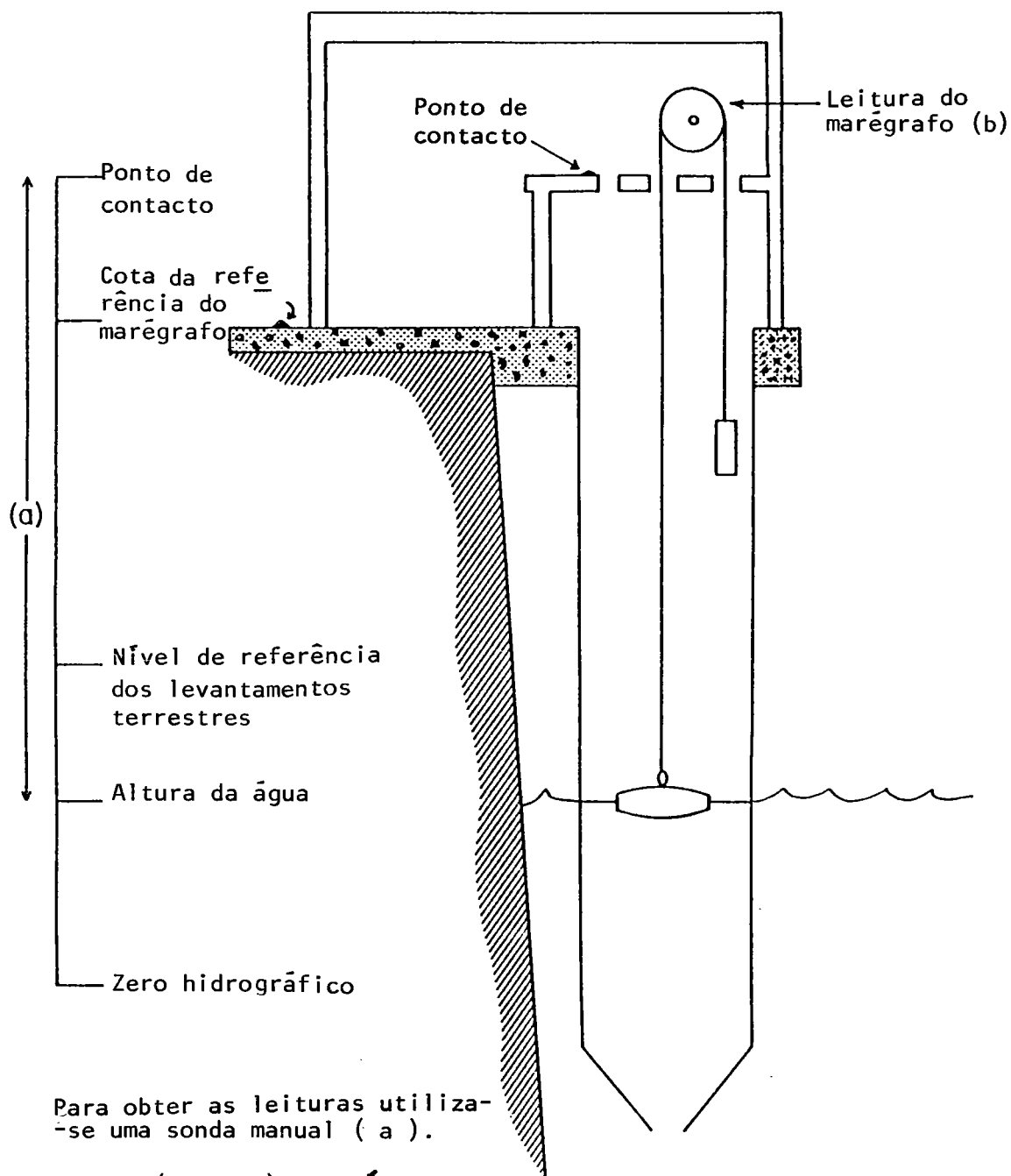
Portanto:

Elevação da parte superior da escala relativamente ao zero hidrográfico = $x + y + (a - b)$

Zero da escala de marés relativamente ao zero hidrográfico = $x + y + (a - b) - 6$

Figura 3.5

CONTROLO DO NÍVEL DE REFERÊNCIA DE UM MARÉGRAFO DE FLUTUADOR



Para obter as leituras utiliza-se uma sonda manual (a).

A soma (a + b) deverá ser constante e igual à elevação do do ponto de contacto, acima do zero hidrográfico.

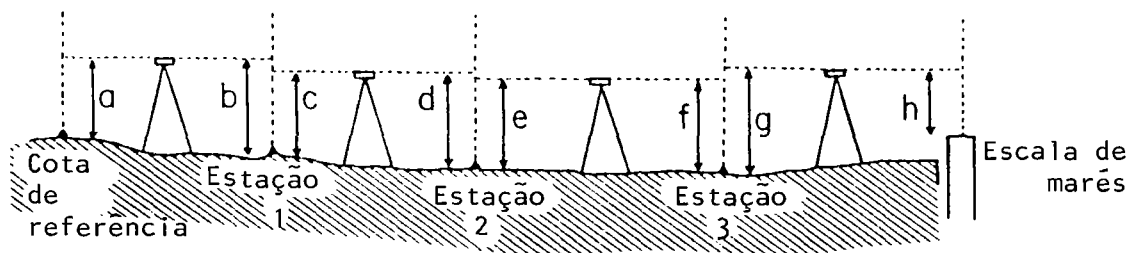
As discrepâncias provêm de erros inerentes ao marégrafo.

Figura 3.6

(vi) Nivelamento

Se a marca de nivelamento se encontra a distância considerável da escala de marés, então o nivelamento entre os dois pontos terá que ser feito por várias etapas. Para efectuar esta tarefa é necessário determinar os pontos intermédios a utilizar e marcá-los claramente, a espaços de cerca de cinquenta metros, numa superfície sólida. Isto pode ser feito pintando uma pequena circunferência em torno do ponto ou, em superfícies menos duras, espetando no solo um prego de cabeça redonda (ver Figura 3.7).

O aparelho de nivelamento é então colocado entre a marca e o primeiro ponto intermédio e devem ser efectuadas leituras da régua nas duas posições. Este procedimento é repetido ao longo do percurso até à escala de marés. É importante que os pares de leituras se efectuem na sequência correcta, de contrário resultará um erro nas diferenças de alturas.



A elevação da escala de marés relativamente à cota de referência deverá ser igual a:

$$(a - b) + (c - d) + (e - f) + (g - h)$$

Figura 3.7

(vii) Teste de Van de Castelee

Estes testes baseiam-se na obtenção de leituras feitas com a fita de aferição, simultaneamente com leituras do marégrafo, durante um ciclo de maré completo. Como foi demonstrado anteriormente, a soma destas duas leituras deveria permanecer constante, mas isso só aconteceria no caso de um marégrafo perfeito. O teste de Van de Castelee foi concebido para determinar a precisão do marégrafo a partir dos resultados obtidos ao longo de um ciclo de maré completo, que são utilizados graficamente na construção de um diagrama, pela forma do qual se podem identificar os defeitos do marégrafo (ver os exemplos que acompanham o teste da Figura 3.8 e exemplos de diagramas indicando vários tipos de defeitos na Figura 3.9).

(viii) Teste do Poço

Apesar de um teste de Van de Castelee poder indicar que o sistema do flutua

dor está a funcionar satisfatoriamente, a informação registada pelo aparelho só será rigorosa se também o poço funcionar satisfatoriamente. Só nos casos extremos de entupimento do orifício ou da conduta é que o mau funcionamento do poço poderá ser identificado no registo do marégrafo (traço demasiado regular, retardamento durante a enchente e vazante, particularmente nas meias-marés).

Para determinar a eficiência do poço é necessário efectuar leituras simultâneas do nível de água no interior e no exterior do poço durante um ciclo de maré completo. Para isso efectuam-se leituras do nível dentro do poço com a fita de aferição e, no exterior, com a escala de marés. Quando o mar está agitado, as leituras da escala serão obviamente menos precisas, pelo que o teste deve ser conduzido quando as condições forem mais favoráveis. Este teste poderá ser combinado com o teste de Van de Castele, efectuando leituras horárias da escala de marés.

(ix) Rigor do Marégrafo

Um registo maregráfico ideal indicará as verdadeiras alturas de água referidas ao "datum" utilizado, durante todo o período de observação. Não é isto que acontece normalmente e a maior parte dos registos de maré contém erros de algum tipo que nem sempre são detectados. Este facto pode resultar em trabalho adicional durante a análise e, se não forem corrigidos durante esta fase, dar-se-á uma acumulação de valores errados. O que há a fazer é registar dados com o maior rigor possível com o equipamento disponível e, nos casos em que isso não for realizável, fornecer a informação suficiente para possibilitar a aplicação de correcções durante a fase de análise.

(x) Estabilidade do "Datum"

Só é possível ter um nível de referência estável quando se dispõe de uma combinação marégrafo/sistema de registo que mantenha o factor de escala correcto. Se o marégrafo tiver um erro de escala, então este terá que ser eliminado ou então será necessário substituir o próprio marégrafo por um melhor. Num marégrafo de flutuador podem ocorrer variações aleatórias do "datum" devido a um ou mais dos seguintes factores:

a) papel de registo mal ajustado

O papel de registo pode ajustar-se mal ao tambor deixando um espaço ou então originando uma sobreposição dos bordos ao nível da junção. Pode também ocorrer um desalinhamento do papel na junção, resultando aí um salto no traço da pena. Existe normalmente uma calha no tambor de modo a que o papel de registo possa ser colocado correctamente, com o bordo ajustado na calha. Se não se proceder deste modo na colocação do papel haverá uma mudança do nível de referência de cada vez que o papel de registo for mudado.

b) dilatação do fio do flutuador

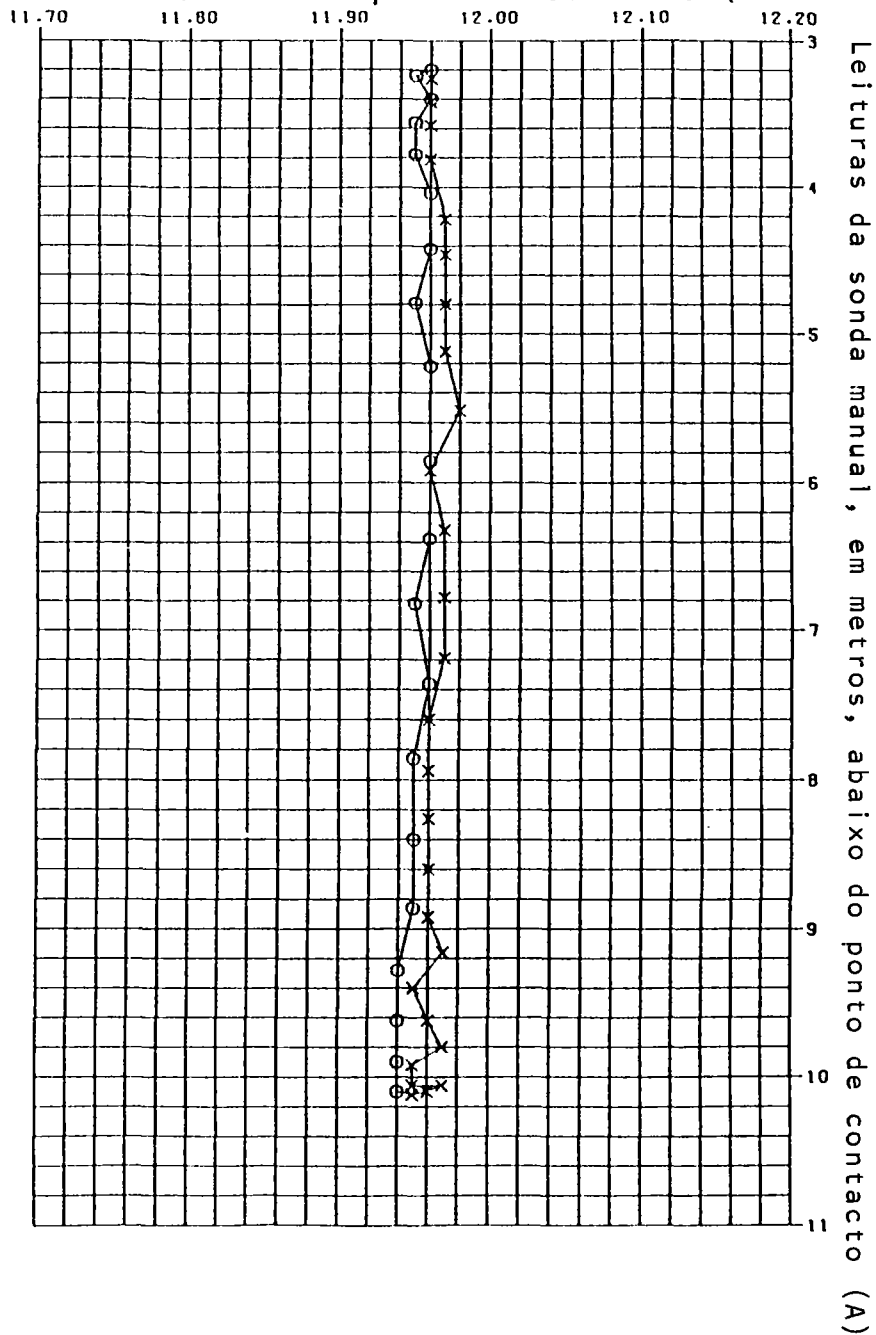
É possível que ocorra um aumento no comprimento do fio do flutuador, particularmente depois de se ter colocado um novo. Será necessário efectuar verificações regulares do "datum" até cessar a deformação. É importante utilizar os fios de flutuador que satisfaçam as especificações do fabricante, pois es

GRÁFICO DE VAN DE CASTEELE

ESTAÇÃO MAREGRÁFICA : ILHA DE ILBRE

DATA: 23-8-79

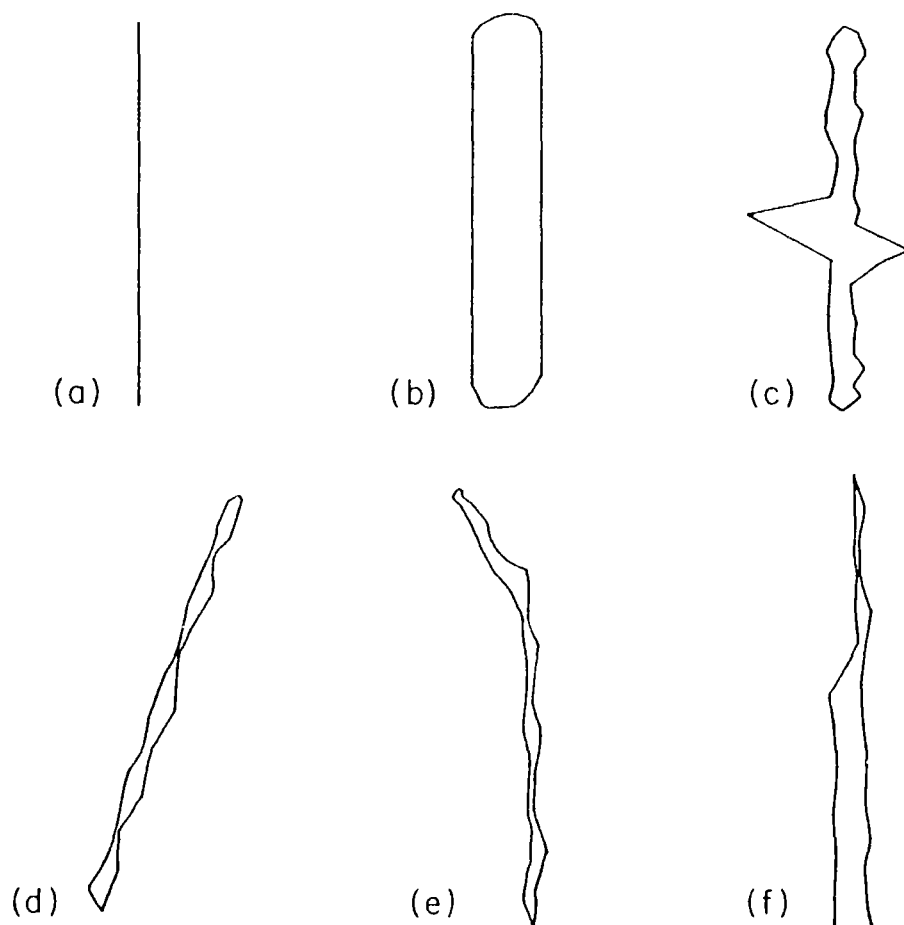
Zero em metros abaixo do ponto de contacto (A + B)



MÉDIA DAS MARÉS ENCHENTES	=	11,95
MÉDIA DAS MARÉS VAZANTES	=	11,96
MÉDIA DAS LEITURAS OBTIDAS COM A SONDA NO POÇO	=	11,96

ESCALA HORIZONTAL	: 5 mm	=	0,2 metros
ESCALA VERTICAL	: 5 mm	=	0,02 metros
MARÉ ENCHENTE	: 0		
MARÉ VAZANTE	: X		

DIAGRAMAS DE VAN DE CASTEELE



INTERPRETAÇÃO DOS DIAGRAMAS

- (a) Marêgrafo perfeito
- (b) Folgas no mecanismo do marêgrafo
- (c) Prisões no mecanismo do marêgrafo ou no flutuador
- (d) Erro de escala (diâmetro do fio inapropriado; relações da engrenagem ou papel de registo não adequados)
- (e) Erro de escala numa parte do registo (cavalgamento das voltas sobre o cilindro)
- (f) Escorregamentos nos mecanismos do marêgrafo

Figura 3.9

tes são escolhidos especialmente pelas suas características anti-deformantes

c) folgas nos mecanismos do marégrafo

As folgas devidas a um mau ajustamento podem ser eliminadas com um reajuste das engrenagens do marégrafo. As folgas resultantes de engrenagens gastas só poderão ser eliminadas com a substituição das peças suspeitas. O diagrama obtido durante um teste de Van de Casteele demonstrará a existência de folgas excessivas sob a forma de uma separação entre configurações do diagrama correspondentes a enchentes e vazantes; quanto maior for esta separação maiores serão as folgas.

d) deterioração do flutuador

Todos os flutuadores se deterioram após prolongados períodos de imersão em água salgada, devido ao ataque da corrosão. Qualquer flutuador que tenha sido corroído através da sua casca, irá metendo água pouca a pouco e, com esse peso adicional, mergulhará gradualmente até se afundar completamente. Também se dará o crescimento de vida marinha sobre o flutuador e a porção acumulada acima da linha de água aumentará a massa efectiva do flutuador, mergulhando-o mais na água. O crescimento de vida marinha pode também diminuir a folga entre o flutuador e o poço a tal modo que o movimento do flutuador se torne mais lento, de tal modo que se atrase relativamente à variação do nível da água. Por isso, é particularmente importante que os flutuadores sejam periodicamente removidos para limpeza, exame e reparação ou substituição no caso de se detectarem deficiências.

e) movimentos do suporte do marégrafo

Deve assegurar-se que o suporte sobre o qual o marégrafo está instalado seja estável e rígido. A flexão da mesa sobre a qual está instalado o sistema registador pode causar deslocamentos repentinos do fio do flutuador tendo como resultado que este efectue voltas sobrepostas sobre o tambor. A maior parte dos abrigos de marégrafos estão montados sobre vigas no bordo de cais. Estes suportes têm de ser rígidos e não podem estar sujeitos a flexões pois, de contrário, resultarão movimentos (para cima e para baixo) do abrigo e do próprio registador. Este movimento surgirá no registo sob a forma de ruído e será particularmente notável durante períodos de ventos fortes ou quando houver pessoas deslocando-se no interior do abrigo ou nas proximidades.

Também é possível que o abrigo se desloque gradualmente durante um extenso período de tempo, mas este facto será evidenciado através de verificações do nivelamento, a partir da marca de nivelamento do marégrafo, para um ponto de referência no suporte do registo. O ponto de referência estabelecido anteriormente para o ajuste do "datum" não deverá ser utilizado como ponto de referência neste caso, pois está por vezes localizado no bordo superior do poço, não estando necessariamente ligado à estrutura do abrigo.

Com um marégrafo de boa qualidade, devidamente instalado e verificações regulares, estas fontes de erro podem ser minimizadas e, até, eliminadas na maior parte dos casos.

É particularmente importante colocar correctamente o papel no tambor do sistema de registo. A necessidade de reajustar o "datum" não deve ser encarada como mera rotina mas sim investigada a fim de determinar a razão de

tal necessidade. Deve também ser lembrado que uma conduta semi-obstruída produz erros de registo que podem aparecer como mudanças do nível de referência e, portanto, a eficiência do funcionamento do poço deve ser frequentemente controlada.

3.2.3 MANUTENÇÃO

Conforme as condições locais e o tipo de instrumentação utilizada poderá ser ou não necessário dispor de um operador no local. Geralmente, com instrumentos em que se utiliza papel de registo fixado num tambor, será preciso substituí-lo semanalmente e então torna-se indispensável um operador. Quando se empregam instrumentos em que o registo é feito em fita perfurada ou banda magnética, ou quando não são efectuados registos no local (por exemplo, quando existe uma estação de recepção de dados à distância), então será apenas necessário efectuar visitas de manutenção de rotina mensalmente ou mesmo a intervalos mais longos. No caso de uma estação maregráfica afastada que necessite de um operador local as funções deste separam-se em duas categorias, manutenção e observação.

(i) Manutenção pelo Operador

As funções do operador consistem fundamentalmente em manter o funcionamento correcto dos instrumentos segundo as recomendações do fabricante. Para que este trabalho possa ser eficientemente executado o operador deverá estar provido com ferramentas, lubrificantes e as peças sobressalentes que possam vir a ser mais necessárias. Segue-se a lista típica do peças sobressalentes para um mareógrafo de flutuador.

-penas

-fios para flutuador, contrapeso e respectivas ligações

-flutuador

-relógio

A manutenção é uma actividade simples mas não deixa por isso de ser importante. O mecanismo deve ser mantido adequadamente lubrificado, particularmente nos rolamentos e corrediças. Os fios têm que ser regularmente examinados para verificar se estão deteriorados e substituídos ao mínimo sinal de desgaste. Os relógios devem ser regularmente verificados todos os dias e quaisquer erros devem ser anotados. Os relógios mecânicos podem ser ajustados de modo a corrigir erros sistemáticos mas têm que ser substituídos ou reparados se o erro for aleatório. Os relógios devem ser limpos e afinados periodicamente mas esta operação deve ser feita de preferência por um mecânico de precisão qualificado.

O operador deve também manter o abrigo em boas condições e deve providenciar para que sejam reparados os estragos causados por tempestades ou por quaisquer outras razões. Deve estabelecer-se uma rotina para a limpeza da conduta, sendo o período entre as operações de limpeza dependente das condições de crescimento de vida marinha e de deposição de sedimentos existentes no local. É necessária uma inspecção periódica da escala de marés para verificar o estado dos apoios e para a sua limpeza.

É necessário verificar, pelo menos uma vez por ano, o nível entre o grupo das marcas de nivelamento, o ponto de referência do mareógrafo e a escala de marés.

(ii) Medição do Tempo

Na maior parte dos maregrafos analógicos utilizam-se mecanismos de relojoaria para rodar o tambor do sistema de registo ou fazer avançar o papel. Nalguns casos empregam-se relógios eléctricos com motores síncronos alimentados pela rede eléctrica local. Todos os modelos de relógio estão sujeitos a funcionar mal.

Os relógios mecânicos podem variar de velocidade em função da tensão da mola ou com a temperatura. Os relógios eléctricos síncronos respondem à frequência da corrente fornecida pela rede pública, a qual pode variar ao longo do dia, particularmente durante as horas de maior consumo, voltando a estabilizar durante a noite. O resultado disto é que o relógio pode parecer correcto à mesma hora de cada dia e, contudo, variar de hora para hora em função da corrente. É muito difícil corrigir adequadamente a variação do relógio mas sempre que esta for observada o facto deve ser anotado de modo a permitir que se apliquem correcções durante a fase de análise. Um relógio mecânico de boa qualidade não deve variar mais do que um minuto no período de uma semana, sendo isto normalmente suficiente.

Os erros nos tempos também podem ter origem num papel de registo mal ajustado em que os bordos se sobrepõem ou não chegam a encostar-se. Nestas circunstâncias, o tempo está correcto num dado instante cada vinte e quatro horas com um erro cumulativo ao longo do período restante.

Nota: Erros no tempo não corrigidos resultarão numa aceitação de valores incorrectos de alturas. Isto é particularmente significativo quando os níveis de maré variam rapidamente. As verificações dos tempos só podem ser feitas utilizando um relógio ou um cronómetro de alta precisão que tenha sido recentemente acertado pelo sinal horário.

(iii) Relógios Mecânicos

Os relógios deste tipo devem ser periodicamente limpos e afinados por um relojoeiro competente e devem testar-se antes de serem postos a uso. Deve também dar-se-lhes corda (não demasiada) a intervalos regulares, por exemplo semanalmente. O relógio deve estar protegido contra a entrada de pó. O funcionamento a uma temperatura constante também é benéfico. Quando da montagem do relógio os mecanismos devem ser cuidadosamente engrenados de modo a evitar folgas ou prisões.

(iv) Relógios Síncronos

Não há maneira de controlar a frequência da fonte de alimentação e, quando forem experimentadas grandes variações, será necessário recorrer a outro tipo de relógio.

Os relógios electromecânicos são em princípio mais precisos do que os modelos puramente mecânicos. Relógios com fonte de cristal (quartzo) são ainda de maior precisão mas existem poucos com binário suficiente para mover o tambor de registo ou o papel.

Se o papel não se ajusta correctamente ao tambor, isto dever-se-á a que o tambor tem um diâmetro inadequado ou está danificado ou, então, ao facto de o papel não ter o comprimento adequado. Seja o que for que esteja mal deve ser substituído.

Tratou-se até aqui de reduzir os erros até onde é possível através de uma preparação e operação cuidadosas. De qualquer modo não é possível ter a

a certeza de que não existem pequenos erros de vez em quando, a menos que se façam verificações diárias correctas e conscienciosamente. Quando decorrerem períodos mais extensos entre as verificações, como acontece, por exemplo, nos marégrafos sem operador, os erros poderão passar despercebidos. Neste último caso, é útil dispor de um sistema automático para verificação dos erros, no nível de referência e nos tempos, que corresponda à verificação diária.

(v) Verificações Diárias

Antes de começar as verificações diárias, é essencial dispor de um relógio de precisão ou de um cronómetro, que tenham sido sincronizados recentemente por um sinal horário. O impresso de verificação diária utilizado na rede maregráfica Britânica está ilustrado no Quadro 3.1. As instruções para a utilização desta folha são dadas no próprio verso (Quadro 3.2).

Em alguns casos poderá não ser possível fazer a leitura da escala de marés simultaneamente com a do registo, a menos que estejam presentes duas pessoas. Se apenas houver um observador, o procedimento recomendável consiste em verificar primeiro se o sistema de registo está ajustado para a hora correcta, fazer depois a leitura da escala de marés num dado instante bem determinado e, a seguir, efectuar a leitura do nível indicado pelo marégrafo, nesse mesmo instante, utilizando a escala relativa ao tempo gravada no papel de registo. Para sistemas de registo que são fornecidos uma leitura digital deve ser adoptado outro procedimento, por exemplo:

Leitura do marégrafo às 10.15	= 6,230 metros
Leitura da escala de marés às 10.20	= 6,25 metros
Nova leitura do marégrafo às 10.25	= 6,272 metros
Registrar a leitura da escala de marés na folha de verificação	
A leitura do marégrafo será $\frac{6,230 + 6,272}{2}$	= 6,251, que é o valor registado na folha de verificação.

Quando existir um efeito apreciável das ondas sobre a escala de marés, a leitura tornar-se-á menos precisa e deverá anotar-se na folha de verificação uma estimativa da precisão dessa leitura (por exemplo, 6,2 metros \pm 0,1 metros).

As informações registadas nas folhas de verificação diária devem corresponder à realidade das observações e de modo algum devem ser modificadas para mostrar dados aproximados mais plausíveis, pois os resultados obtidos deste modo podem ser úteis na detecção de erros de cronometragem ou do "datum" e das anomalias no funcionamento do poço.

No caso de instalações duplas, isto é, onde existam dois marégrafos no mesmo local, pode ser útil efectuar comparações entre as leituras de ambos os instrumentos a fim de detectar quaisquer anomalias de funcionamento.

(vi) Verificações Semanais

Ao mudar o papel de registo semanalmente devem ser efectuadas as seguintes verificações:

- Mudar o papel de registo, colando-o se necessário.
- verificar e eventualmente mudar a pena ou encher o seu depósito.

RESUMO DAS VERIFICAÇÕES A EFECTUAR EM MARÉGRAFOS AUTOMÁTICOS
(no verso da folha estão instruções para preencher este impresso)

H.516

Semana com início em.....

Local

Hora adoptada (TMG,Local,Zona Horária).....

Data e hora de início do registo..... Data e hora de retirada do registo.....

Data	Hora Exacta	Hora no Registo	Elevação da água na escala de marés	Elevação da água indicada no registo	Amplitude da variação na escala de marés	VENTO		Observações (incluindo as horas de mudanças bruscas do rumo e intensidade do vento)	iniciais do operador
						Rumo	Intensid.		

.....
(Funcionário encarregado do marégrafo)

INSTRUÇÕES PARA PREENCHER O IMPRESSO

1. As verificações devem ser efectuadas diariamente, de preferência à mesma hora do dia, a menos que as condições meteorológicas não sejam propícias para efectuar uma verificação precisa.
2. Quando as condições não sejam favoráveis, isto é, sendo impossível calcular a elevação na escala de marés com uma margem de erro inferior a dois centímetros, é necessário registar no impresso a elevação da água, assim como a força e a direcção do vento, com a referência "condições desfavoráveis" na coluna "observações".
3. É necessário obter a hora exacta com um relógio ou cronómetro independentes da estação maregráfica, que deverá ser acertado diariamente com um sinal horário.
4. A leitura da escala de marés ou da folha de registo deverá ser efectuada com uma margem de erro de cerca de 2 centímetros; todavia, nos casos em que a escala do registo permita uma precisão maior, as leituras poderão ser aproximadas ao centímetro.
5. As verificações devem ser efectuadas pela ordem seguinte:
 - I. Ler e anotar a altura indicada na escala de marés.
 - II. Ler e anotar a altura do estilete no papel de registo.
 - III. Anotar a hora correcta.
 - IV. Ler e anotar a hora indicada pelo estilete no registo.
 - V. Preencher as colunas restantes.
6. A amplitude da variação na escala de marés é a amplitude do movimento vertical da água na escala, distinto dos movimentos devidos às marés enchente ou vazante. A amplitude total deste movimento deve ser anotada em metros e decímetros (por exemplo 0,3 m).
7. Deve anotar-se a direcção do vento com uma aproximação de 45° (por exemplo, Norte, Sudoeste, Nordeste, etc.).
8. É possível obter a força do vento com o auxílio de um anemómetro, em quilómetros por hora ou em milhas náuticas por hora (nós). No caso da estação não possuir este instrumento, deverá indicar-se em termos gerais a força do vento (aragem, vento fraco, vento moderado, vento fresco, vento forte, vento muito forte, vento tempestuoso, temporal, tempestade, tufão).
9. A coluna das observações deverá conter, para além das informações sobre o estado do tempo, referências a todos os aspectos de interesse ou importância relativamente ao marégrafo, tais como causas de avarias, horas de reajuste do estilete após reparação de avarias ou correção de erros, etc.
10. A folha de controlo deve juntar-se à folha do registo e enviar-se todos os meses à entidade competente.

-Dar corda ao relógio.

-Ajustar o novo papel de registo para a hora certa. Este alinhamento deve ser verificado novamente passados alguns minutos de modo a permitir a detecção de quaisquer efeitos de folgas posteriores à sua correcção.

-Escrever a hora e a data do início do registo na nova folha de registo.

A comparação entre a leitura dos níveis obtidos com a escala de marés e com o registo do marégrafo deve mostrar uma concordância análoga à obtida com o registo anterior. Se tal não acontecer deve averiguar-se a causa, pois não é suficiente reajustar a pena.

Se houver uma fita de aferição no local, esta poderá ser utilizada todas as semanas para verificar se o nível de referência do marégrafo se mantém.

Nos casos em que sejam utilizados outros tipos de marégrafos os procedimentos serão obviamente diferentes dos aqui aconselhados, mas devem estar na generalidade de acordo com as indicações do manual do fabricante.

(vii) Identificação de Falhas

Podem surgir esporadicamente falhas, apesar de uma boa manutenção preventiva as tornar raras. Sempre que se detectar uma deficiência é necessário identificar a sua causa, de modo a poder efectuar-se a sua correcção. Algumas falhas poderão passar despercebidas, a menos que sejam cumpridos à risca os procedimentos observacionais. O teste de Van de Castele identificará a maioria das falhas do marégrafo. Leituras simultâneas dos níveis de água dentro e fora do poço identificarão as falhas no funcionamento deste. Deficiências devidas a um erro não linear no tempo podem ser detectadas através do exame das folhas de verificação diárias. Geralmente, quanto mais pormenorizadamente anotadas forem as observações, maior é a possibilidade da identificação rápida das falhas. Devem ser anotadas na folha de verificação as observações verdadeiras e não valores alterados numa tentativa de mostrarem boa concordância; por exemplo, na presença de mar agitado não será possível fazer uma leitura rigorosa da escala de marés e tal facto deverá constar na folha de verificação.

Deve dispor-se de um diário, guardado no abrigo do marégrafo, no qual sejam feitas anotações por ocasião de cada visita, seja por quem for, explicando a razão e o trabalho efectuado, bem como quaisquer outros aspectos dignos de nota.

No Apêndice 1 pode encontrar-se um sumário das principais verificações a efectuar por operadores de marégrafos.

3.3 OUTROS TIPOS DE MARÉGRAFOS

Embora predominem os marégrafos analógicos de flutuador, utilizam-se correntemente muitos outros tipos de marégrafos, alguns dos quais serão aqui descritos. O Apêndice 2 contém os nomes de fornecedores de equipamento de marégrafos que são do conhecimento dos autores.

(i) Marégrafos de Flutuador com Registadores de Fita Perfurada

O princípio de operação destes instrumentos é semelhante ao que anteriormente já foi descrito para o marégrafo de flutuador analógico, tendo como única diferença o modo como é feito o registo da informação maregráfica. Estes ins

trumentos não fornecem um registo contínuo do nível da maré mas registam valores pontuais das alturas a intervalos de tempo pré-seleccionados, geralmente de quinze minutos. Estes instrumentos possuem uma unidade de codificação controlada pelo mecanismo do flutuador. O codificador está construído de modo a transferir uma leitura do nível da maré para uma fita durante cada período de registo. A altura é perfurada em formato binário como está ilustrado nos exemplos da Figura 3.10.

A leitura manual destes registos é particularmente trabalhosa e é necessário uma unidade de leitura automática para transferir a informação contida na fita para um formato mais prático.

(ii) Marégrafos Pneumáticos ou de Escape de Gás

As descrições que se seguem limitam-se a marégrafos que operam a partir de um sistema pneumático com evacuação de ar. A Figura 3.11 mostra os aspectos fundamentais de um sistema deste tipo. O ar é transportado a um determinado débito através de um tubo de pequeno diâmetro até um ponto de pressão, fixado debaixo de água, a um nível abaixo da mais baixa maré previsível. O ponto de pressão toma normalmente a forma de um cilindro curto posicionado verticalmente com a face superior fechada e aberto no fundo. Existe um pequeno orifício numa tampa situada a cerca de metade da altura do cilindro, através do qual o ar sai. À medida que o ar, vindo de um tubo existente na parte superior, entra no cilindro, é comprimido, empurra a água para baixo ao longo da câmara até atingir o nível do orifício, por onde se escapa, borbulhando para a superfície. Desde que o débito do ar seja baixo e que o tubo de alimentação não seja demasiadamente longo, a pressão do ar no sistema equilibra a pressão da água correspondente à altura de água acima do orifício de saída mais a pressão atmosférica. Um instrumento de medição de pressões, ligado ao tubo de alimentação, permitirá registar variações de nível da água sob a forma de variações da pressão, segundo a lei:

$$P_m = \rho gh + P_a$$

$$\rho = \text{densidade da água}$$

$$g = \text{aceleração da gravidade}$$

$$h = \text{altura de água acima do orifício de saída}$$

$$P_a = \text{pressão atmosférica}$$

A maior parte dos instrumentos que utilizam este sistema de evacuação operam em modo diferencial pois os sensores são construídos de modo a que a pressão no sistema contraria a pressão atmosférica dentro do próprio instrumento. Assim, a pressão resultante a que o sensor fica sujeito é igual a $P_m = \rho gh$ tornando a altura da água directamente proporcional à pressão.

Devem-se observar certos princípios na operação de marégrafos de evacuação, alguns dos quais são:

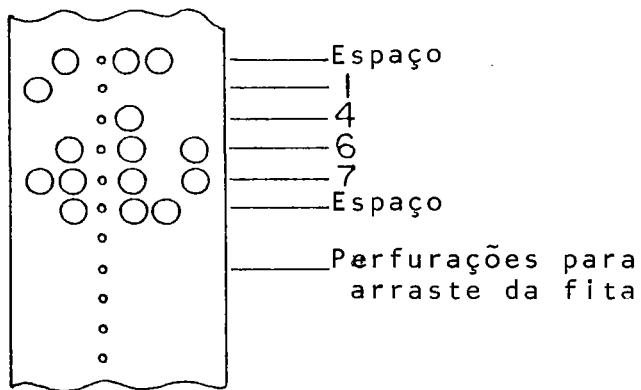
a) nível de referência do sistema

O "datum" de um marégrafo pneumático é o nível do orifício de evacuação, sendo essencial que não se mova e, portanto, que o ponto de pressão seja fixado segura e rigidamente quando instalado.

b) volume do ponto de pressão

REGISTOS EM FITA PERFURADA

OTT



Altura da água : 1,467

FISCHER & PORTER

milhares centenas dezenas unidades

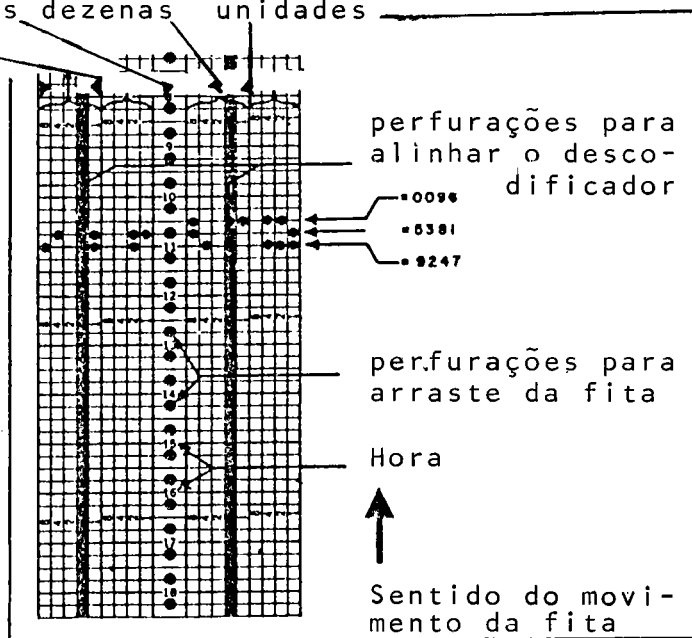
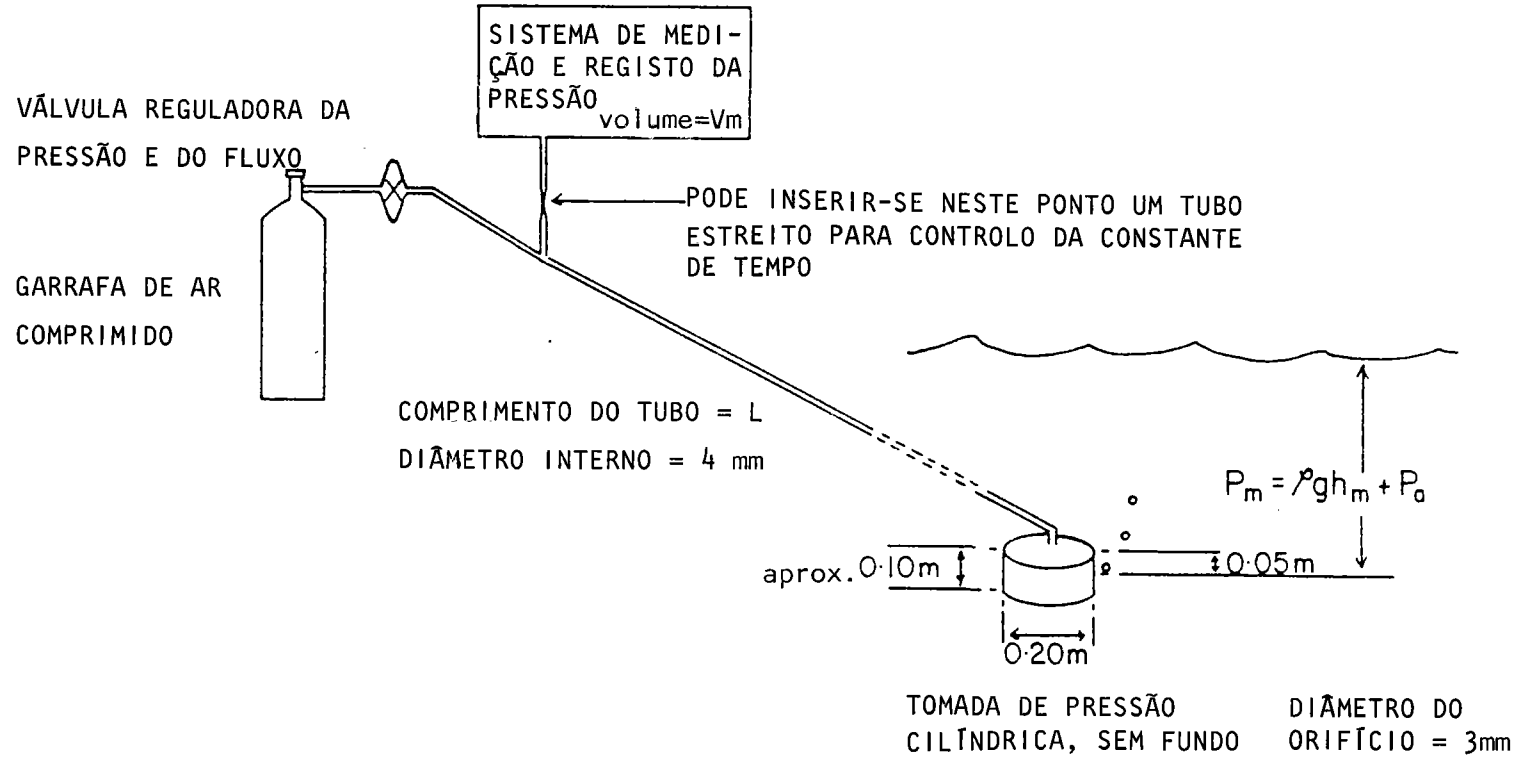


Figura 3.10

SISTEMA PNEUMÁTICO BÁSICO DE ESCAPE DE GÁS



41

FIGURA 3.11

O ponto de pressão actua como um amortecedor, de modo que as oscilações de pressão produzidas por ondas de superfície causam apenas pequenas variações na elevação da interface ar/água no interior da tomada de pressão. A amplitude desta oscilação não depende apenas da amplitude das ondas mas também da razão entre os volumes do tubo de alimentação e do ponto de pressão.

c) comprimento do tubo

O comprimento do tubo de alimentação é importante pois condiciona o tamanho do ponto de pressão requerido; quanto mais longo for o tubo, maior terá que ser o volume da tomada de pressão necessário. Por outro lado a passagem do ar ao longo do tubo origina perdas por atrito, as quais serão tanto maiores quanto mais longos forem os tubos.

d) débito de ar

A velocidade do fluxo precisa de ser ajustada de modo a que as bolhas de ar escapem pelo orifício de saída da tomada de pressão em todas as fases do ciclo de maré. Durante a vazante não é necessário fornecer ar ao tubo pois continuarão a escapar-se bolhas pelo orifício de evacuação, devido ao decréscimo da pressão da água. Todavia, durante a enchente, há necessidade de injectar ar no sistema para manter a posição da interface ar/água no interior da tomada de pressão. O débito adequado para qualquer sistema pode ser calculado a partir do conhecimento do volume do sistema e da velocidade máxima de subida do nível da maré. Se ocorrerem seiches, a velocidade máxima de subida da maré aumentará a velocidade ascensional correspondente ao seiche.

Poderá concluir-se facilmente a partir do que anteriormente foi dito que, para qualquer projecto de instalação terão que se considerar certas condições se se pretender que a pressão medida seja a mesma que aquela que existe no orifício de evacuação, dentro da tolerância requerida.

Existem marégrafos de pressão de fundo, que são colocados no leito do mar e registam internamente a pressão a intervalos seleccionados ao longo de períodos que podem ir de um mês a um ano, mas estão fora do âmbito deste manual. Os leitores interessados poderão consultar Howarth e Pugh (1983) para mais detalhes.

3.4 REGISTO A DISTÂNCIA

O equipamento que permite o registo a distância requer normalmente uma saída conveniente do marégrafo. É utilizada correntemente uma larga gama de sistemas mas na generalidade podem ser incluídos numa das seguintes categorias:

(i) Monitor Local

Este pode tomar a forma de um mostrador, de um registo em papel ou, ainda, de um indicador digital ligado directamente a uma saída do marégrafo por um cabo eléctrico.

(ii) Monitor Remoto

É, em princípio, semelhante ao sistema anterior mas emprega linhas telefónicas

dedicadas para transmitir os sinais.

(iii) Monitor Remoto Interrogável

Estes sistemas estão ligados à rede telefónica pública do local onde está instalado o marégrafo e são accionados por chamadas à distância, de modo a fornecer leituras pontuais do nível da maré no momento da chamada.

(iv) Sistemas de Armazenamento de Dados ("Data Logger")

Estes sistemas estão ligados à rede telefónica pública mas estão projectados de modo a fornecer parte ou a totalidade dos dados armazenados, pela utilização de um terminal compatível no lado receptor. Estes sistemas estão normalmente ligados à rede pública através de "modems".

O grau de precisão que se requer para os marégrafos aplica-se também a todos os equipamentos de medição à distância. Nos locais onde o equipamento de transmissão é alimentado pela rede eléctrica é necessário dispor de uma fonte de alimentação alternativa, à base de baterias, que forneça energia logo que surja uma falha na rede pública.

BIBLIOGRAFIA

GREAT BRITAIN, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1965: "Advisory Committee on Oceanographic and Meteorological Research. Tides Gauges: Requirements."

GREAT BRITAIN, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1979: Committee on Tide Gauges. Operating instructions of tide gauges in the national network.

HOWARTH, M.J. & PUGH, D.T., 1983: "Observations of tides over the continental shelf of North-West Europe". 135-188pp em "Physical Oceanography of Coastal and Shelf Seas, (ed. B. John) . Amesterdão: Elsevier, 470pp. (Elsevier Oceanography Series, 35).

LENNON, G.W., 1968: "The evaluation of tide gauge performance through the Van de Castele test". Cahiers Océanographiques, 20, p.867-877.

LENNON, G.W., 1971: "Sea level instrumentation, its limitations and the optimisation of the performance of conventional gauges in Great Britain". International Hydrographic Review, 49(2), p.129-147.

LENNON, G.W., 1976: "National network to monitor sea level and the committee on tide gauges". Dock and Harbour Authority, 57, p.53-54.

PUGH, D.T., 1972: "The physics of pneumatic tide gauges". International Hydrographic Review, 49(2), p.71-97.

PUGH, D.T., 1976: "Methods of measuring sea level". Dock and Harbour Authority, 57, p.54-57.

- PUGH, D.T., 1976: "The design of coastal tide gauges". 51-73pp. en "Symposium on tide recording"(ed. R. Britton). Londres: Hydrographic Society. 200pp. (Hydrographic Society Special Publication N° 4).
- SEELIG, W.N., 1977 : "Stilling well design for accurate water level measurement". U.S. Army, Coastal Engineering Research Center, Technical paper N° 77-2.

4. PROCESSAMENTO DOS DADOS

4.1 A Natureza dos Registos dos Marégrafos

Os níveis de água observados são registados sob diversas formas. A que fornece uma melhor visualização para uso imediato, portanto a mais vulgarmente utilizada, consiste nos registos gráficos montados num tambor movido por um sistema de relojoaria, obtidos por meio de uma pena ligada a um flutuador num poço.

Alguns melhoramentos incluem:

- 1) a substituição do poço por um sistema sensível à pressão.
- 2) registos em banda magnética ou em fita perfurada.
- 3) a transmissão dos dados para um mecanismo de registo distante.

Todos estes refinamentos implicam a existência de meios adicionais para descodificação e interpretação. Em caso da falha destes sistemas está provado que o registo gráfico contínuo constitui um sistema de suporte essencial.

Esta secção focará principalmente os aspectos relacionados com os registos gráficos e a sua interpretação exacta, com o objectivo de obter estatísticas significativas.

(i) Registos gráficos

Para uma boa interpretação todos os registos devem conter as seguintes informações:

- 1) Escala de tempos ou velocidade do papel indicadas claramente.
- 2) Escala de alturas indicada claramente.
- 3) Unidades.
- 4) Zona horária utilizada p.exp. -0100 = Hora de Verão do Reino Unido.
+0400 = Índias Ocidentais, Venezuela.
- 5) Hora de colocação e de remoção; marcas de tempo obtidas independentemente com um relógio de precisão.
- 6) Verificações de alturas referenciadas a uma escala de alturas independente e ao "datum" nacional, bem como à escala de marés ou a marcas fixas.
- 7) Folhas de verificação preenchidas de modo a indicar os pontos 4 a 6 anteriores e quaisquer anomalias detectadas ou corrigidas e outros problemas eventualmente encontrados.

a) O tambor com rotação em 24 horas - pode registar continuamente até 14 dias

Como a hora da maré é predominantemente controlada pela hora lunar, as preia-mares, na maior parte dos locais no mundo, ocorrem ligeiramente mais tarde em dias solares consecutivos (Um dia lunar tem aproximadamente 24 horas e 50 minutos, ao passo que um dia solar tem 24 horas).

Este facto permite ao operador deixar uma folha de registo num tambor com rotação de 24 horas durante vários dias, de modo que os registos apareçam sobrepostos na mesma escala. Para facilidade de interpretação o limite de tempo seguro é determinado segundo as condições locais (ver Figuras 4.1 a, b e c).

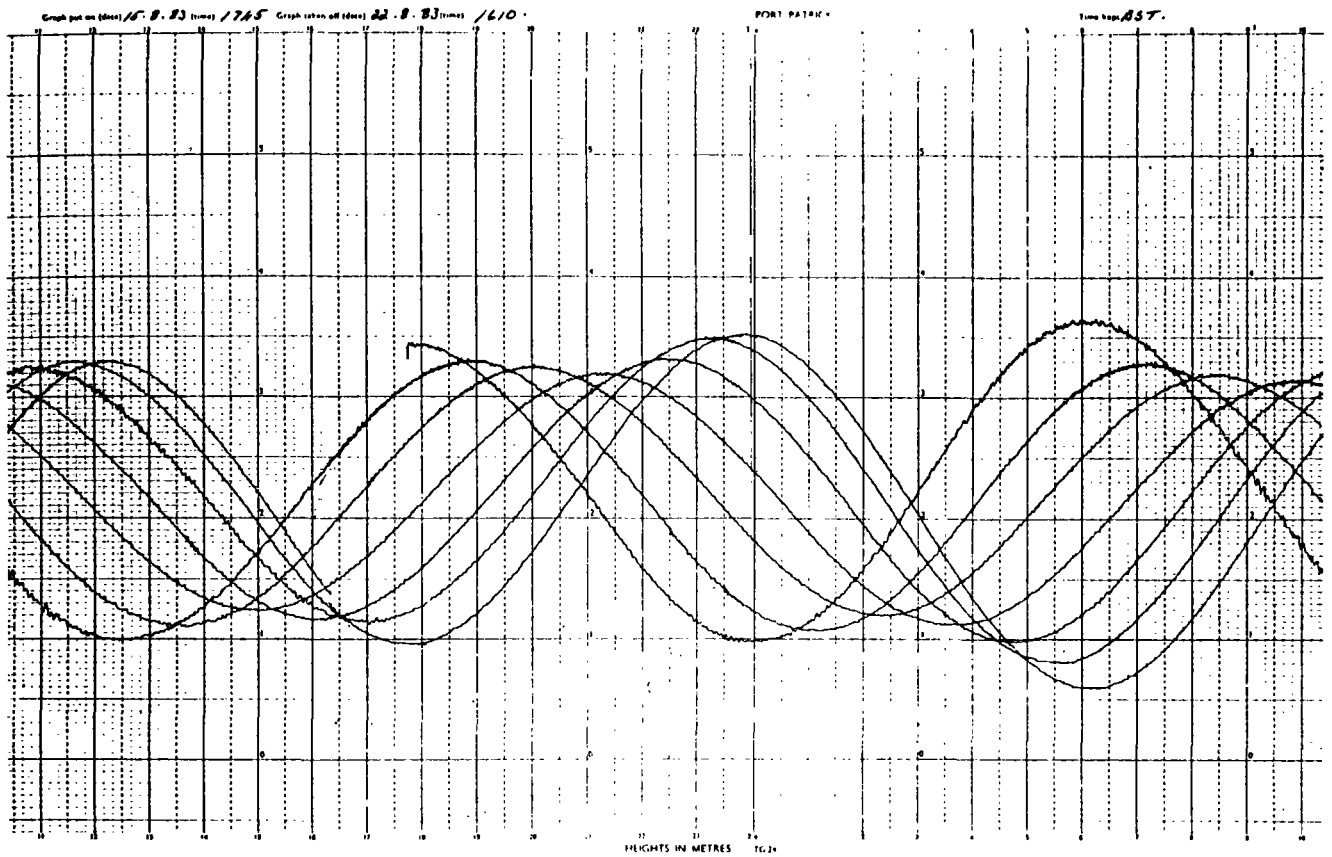


Figura 4.1 b) Registo obtido durante 7 dias num tambor de marêgrafo com um período de rotação de 24 horas, em Portpatrick (Escôcia, Reino Unido).

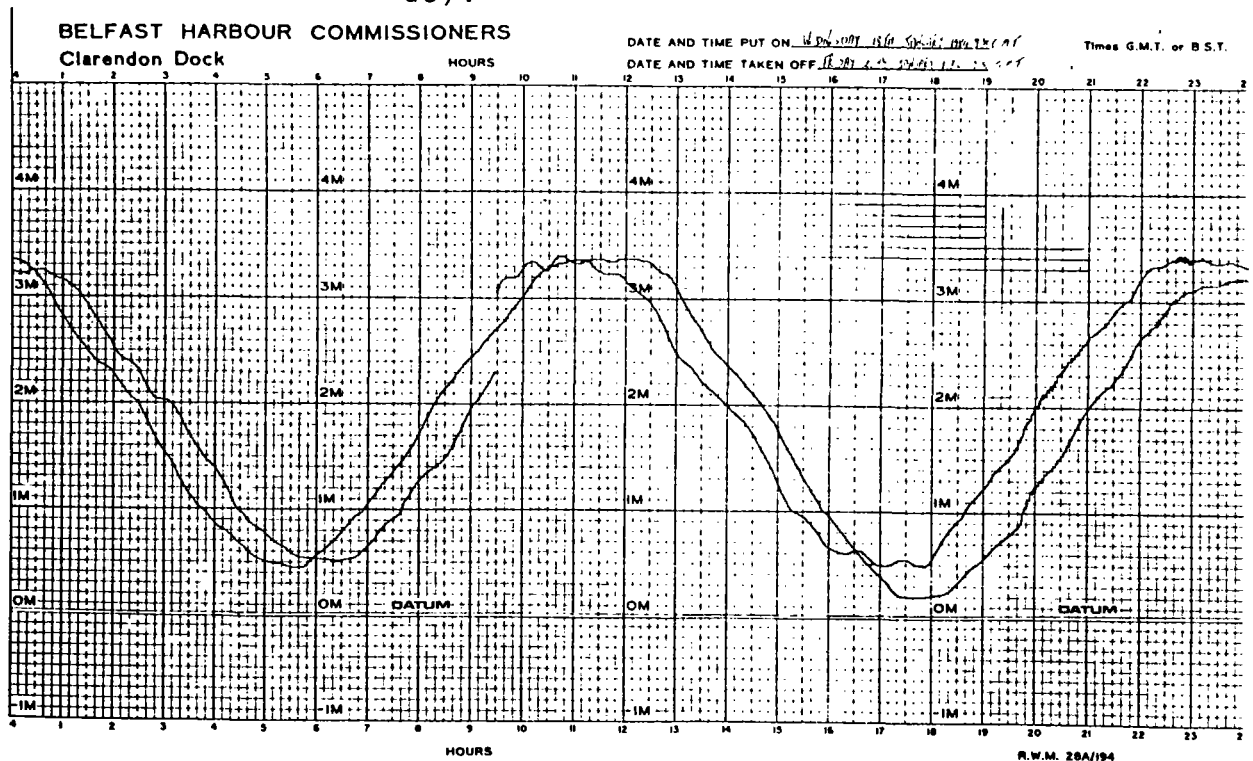


Figura 4.1 c) Registo obtido durante 2 dias num tambor de marêgrafo com um período de rotação de 24 horas, em Belfast (Irlanda do Norte, Reino Unido).

b) o tambor com rotação de 7 dias - substituído normalmente uma vez por semana

Do ponto de vista da interpretação, este tipo de marégrafos é raramente recomendado pois o tamanho da escala de tempos é ditado pela circunferência do tambor. Para a maioria das estações maregráficas a escala resultante é frequentemente demasiado pequena para permitir a determinação exacta dos níveis horários - particularmente se a altura das marés exceder cerca de 2 metros (ver Fig. 4.2).

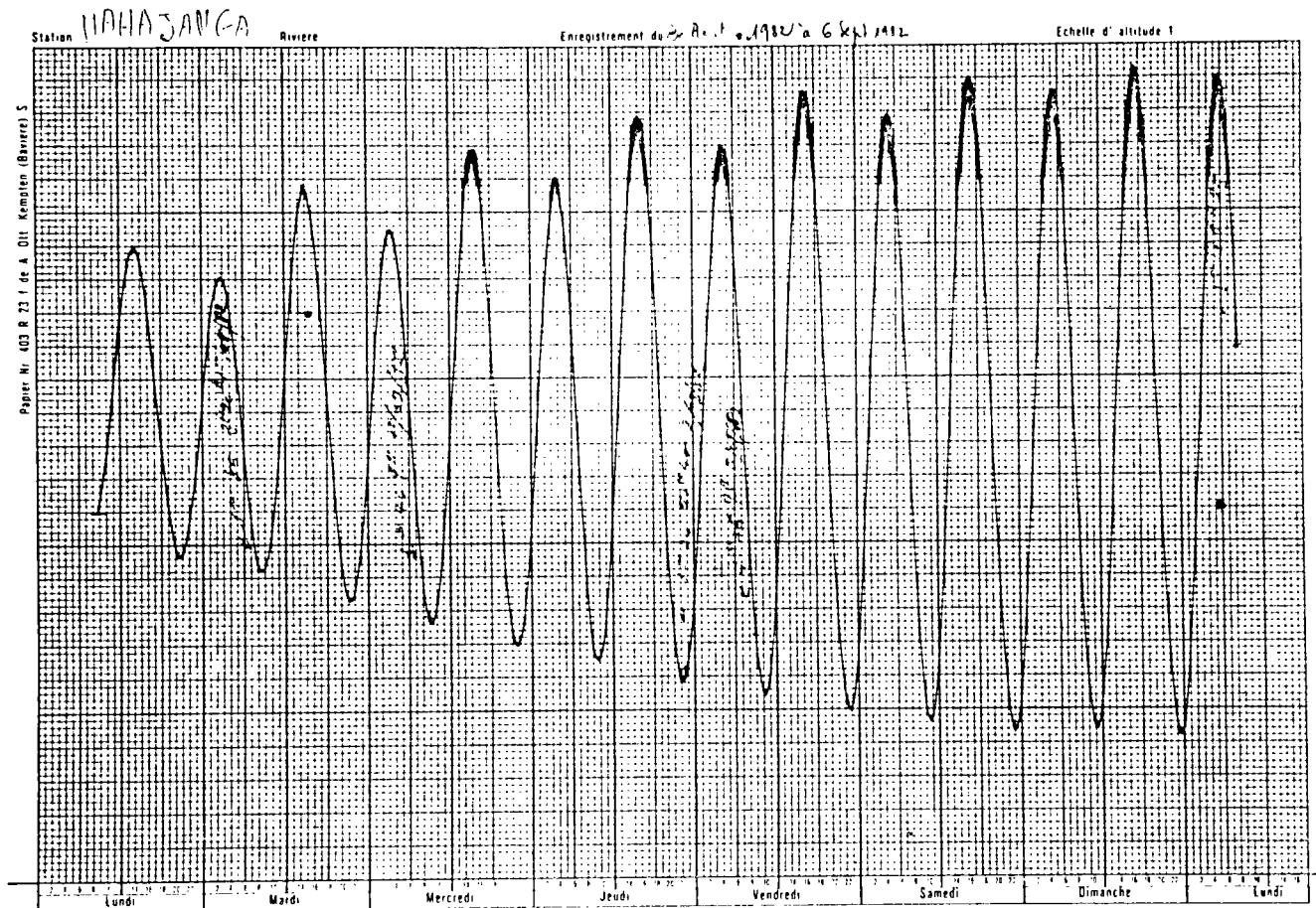


Figura 4.2 Registo obtido durante 7 dias no tambor de um marégrafo, em Madagáscar.
Elevação da maré : 4 metros.
Escala do original: 2 mm = 1 hora, 5 cm = 1 m

c) rolo contínuo - dura enquanto houver papel

Estes sistemas estão geralmente dotados de uma pena para efectuar marcas de tempo independentes, cujos traços também podem ser utilizados para verificar o alinhamento do papel a medida que se move.

Convém efectuar verificações frequentes do movimento da pena e da sua descida até à linha de zero, pois são úteis como marcas de tempo e de referência para a interpretação (ver Fig. 4.3).

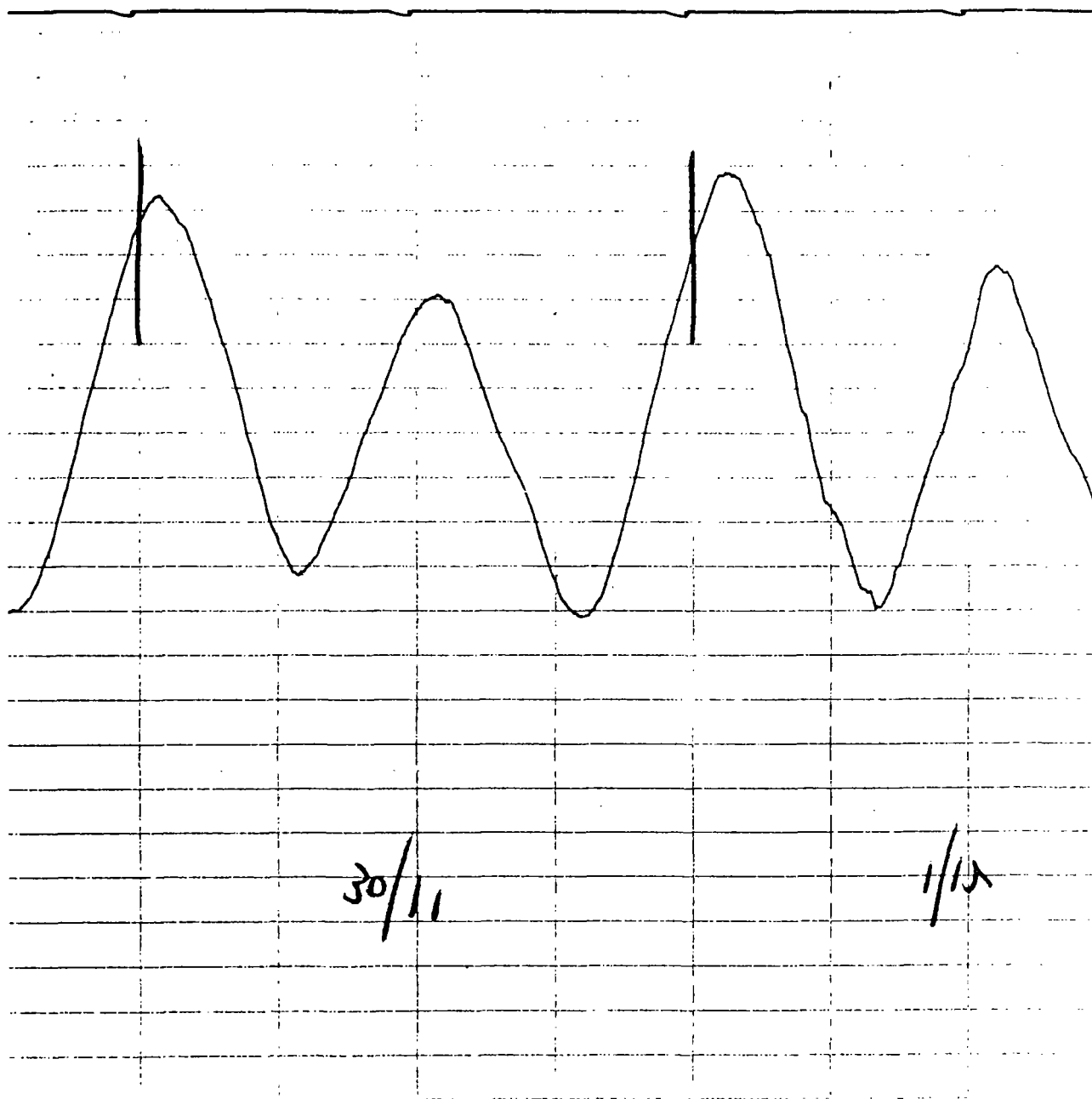


Figura 4.3 Registo em rolo contínuo (Austrália).

4.2 INTERPRETAÇÃO DOS REGISTOS

Os registos gráficos, uma vez retirados do marêgrafo, devem conter ainda uma quantidade considerável de informações que têm de ser coligidas e cuidadosamente interpretadas, na sua totalidade, de modo a aumentar ao máximo a sua utilidade. Deverão ser claramente classificadas, com datas e horas, pelo operador e relacionadas com um "datum" conhecido. As próprias curvas do gráfico são registos únicos de acontecimentos no local do marêgrafo, deste modo podem ser claramente visíveis, por exemplo, os efeitos de tempestades ou ventos fortes ou, ainda, serem detectadas falhas no mecanismo através do exame do tipo de traço. As três secções que se seguem focam alguns dos aspectos que suscitam problemas na interpretação.

4.2.1 LEGENDAS DOS REGISTOS E NÍVEIS ZERO

i) Zona Horária

Se não vier indicada nos registos, ou se for desconhecida, poderá ser razoavelmente estabelecida pela introdução no registo gráfico das horas das preia-mares previstas.

ii) "Datum" de Referência

Os níveis de marés registados de pouco valem, se não estão relacionados com um ponto de referência. Todos os marégrafos devem ter uma marca fixa que possa ser posteriormente relacionada com o "datum" nacional (ver Fig. 4.4).

ESQUEMA DA RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE REFERÊNCIA DOS MARÉGRAFOS

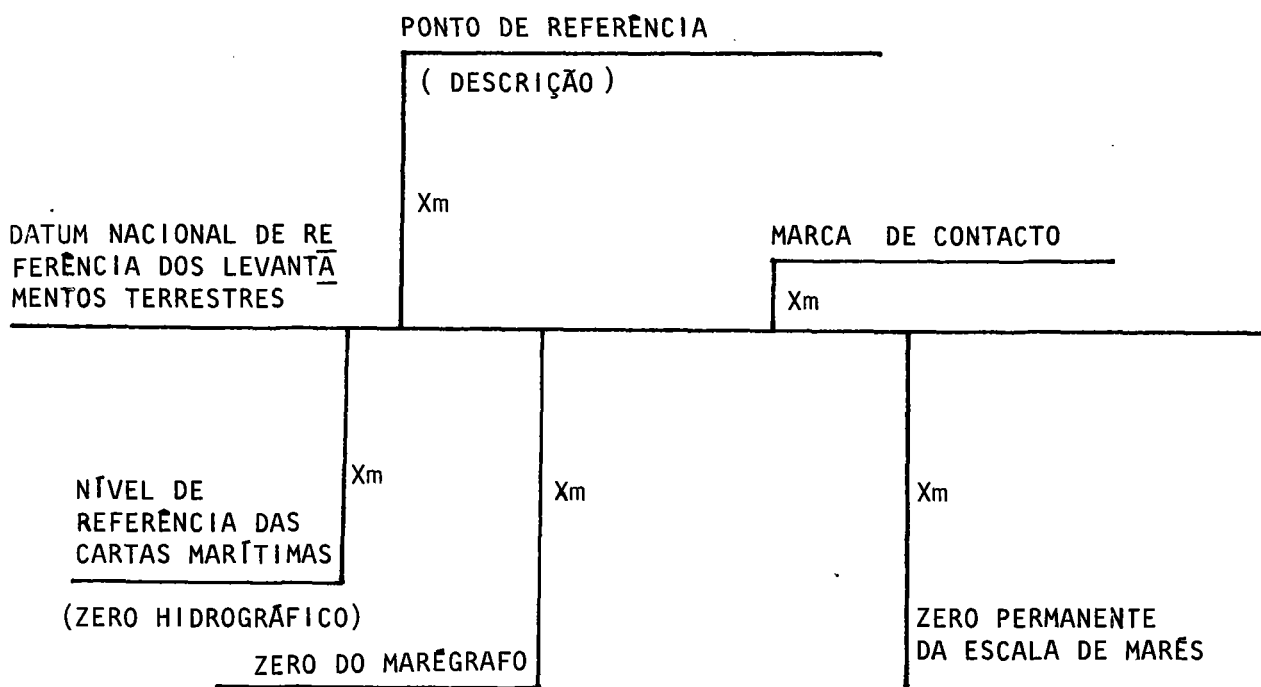


Figura 4.4

iii) Datação dos Registos

Verificar sempre se os diversos gráficos estão em concordância com as datas escritas no papel. Existe a possibilidade de a tinta da pena se esgotar, de o relógio falhar ou de haver um erro nas legendas.

iv) Anotações Adicionais

As verificações efectuadas através da régua de aferição ou dos testes de Van de Castele do poço devem estar disponíveis juntamente com os registos.

As anotações sobre condições meteorológicas ou quaisquer dificuldades mecânicas são também de extrema utilidade para uma extração de valores precisa, como mostra a folha de verificação do Quadro 4.1.

RESUMO DAS VERIFICAÇÕES A EFECTUAR EM MARÉGRAFOS AUTOMÁTICOS
(no verso da folha estão instruções para preencher este impresso)

H.516

Semana iniciada em 22 October 1984

Local LEWICK SHELLEAD

Hora adoptada (TMG, Local, Fuso horário) G.M.T.

Data e hora de início do registo 22-10-84 0930

Data e hora de conclusão do registo 29-10-84 0930

Data	Hora exacta	Hora no registo	Altura da maré na escala de marés	Altura da maré no registo	Amplitude da variação na escala de marés	VENTO		Observações (incluindo as horas das mudanças bruscas do rumo e intensidade do vento)	Iniciais do verificador
						Rumo	Intensidade		
22-10-84	0930	0930	2.24	2.04	0.2	SE	6/7	SILT CLEARED BY WATER 1200. Overcast with rain.	JW
23-10-84	0940	0939	2.20	2.18	0.1	WSW	6/7	CLOCK NOT CORRECTED Heavy showers	SA
24-10-84	0935	0933	1.80	1.80	NIL	WSW	5	Clock not corrected Cloudy + showers	SA
25-10-84	0950	-	1.62	-	NIL	ESE	6/7	CLOCK STOPPED 4 min 10 0946 + PSI KEPT. Overcast with rain	SA
26-10-84	0930	0830	1.3	1.29	0.1	NW	3/4	Found started at wrong hour Contin. rain. Corrected at 0930	SA
27-10-84	0926	0925	1.00	1.00	NIL	Wly.	2-3	Clock not corrected. Overcast / drizzle.	AS
28-10-84	0928	0926	1.02	1.02	NIL	SG	7-8	Clock not corrected Showers	JWS
29-10-84	0930	0925	0.90	0.90	NIL	SLY	LL	Five. Fan 5 min slow on removal	RAT

James MacFisher
(funcionário encarregado do marégrafo)

Quadro 4.1

4.2.2 ERROS MECÂNICOS

Em todos os casos, os comentários do operador nas folhas de verificação ou nos próprios registos ajudam a identificar quaisquer problemas.

Muitos dos problemas mecânicos podem ter um efeito visual idêntico nos registos e, não sendo comentados, são difíceis de classificar. Se não existirem anotações auxiliares é aconselhável que se examine um perfil de marés problemático contrapondo-o com os registos de uma estação próxima, se possível. Este procedimento determina se o efeito é mecânico, devido a uma determinada falha, ou se é provocado por condições meteorológicas. O primeiro pode muitas vezes ser interpolado ou corrigido de algum modo, ao passo que os efeitos meteorológicos nunca devem ser anulados.

Qualquer que seja o erro mecânico, o necessário, do ponto de vista da redução de dados (e da análise final), é minimizar as falhas causadas deste modo.

Não obstante, esta acção de preenchimento de falhas tem que ser executada com cuidado e, por vezes, com conhecimento do perfil das marés locais. Não se ganha nada ao preencher uma lacuna nas observações com valores previsíveis ou opiniões subjectivas quando exista uma probabilidade de estas serem consequência de tempestades ou ventos fortes (ver Fig. 4.5 a,b e c).

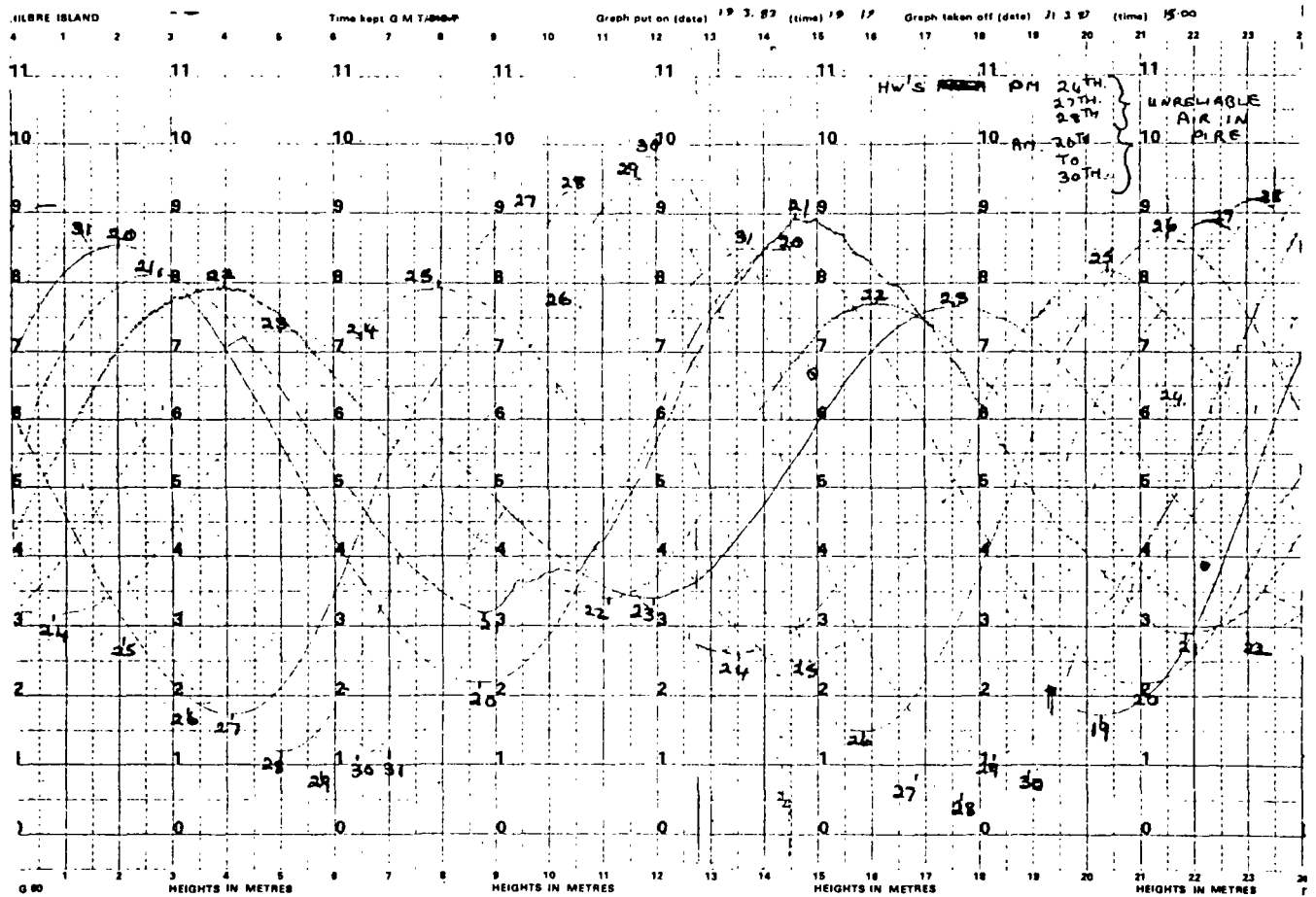


Figura 4.5 a) Atrazo no registo devido a um problema mecânico grave.

(i) Falhas no Mecanismo de Relojoaria

Os erros nos tempos estão analisados na secção 4.3; todavia as paragens do relógio são normalmente de identificação fácil, por resultarem num traço vertical.

Desde que não tenham decorrido mais do que uma preia-mar e uma baixa-mar antes de se detectar a falha é possível extrair o perfil de maré provável.

A extensão do traço da pena (pois o mecanismo está ligado à engrenagem do flutuador) indicará os níveis de água altos e baixos - deste modo constituirá uma aproximação do perfil. De qualquer modo, é preciso ter cuidado ao deduzir as horas destes extremos. Se estiverem envolvidos efeitos meteorológicos fortes, é melhor prescindir do registo.

Se tiver decorrido mais do que uma maré, o traço de tinta indicará apenas os extremos dos níveis atingidos - não se pode tentar uma interpolação.

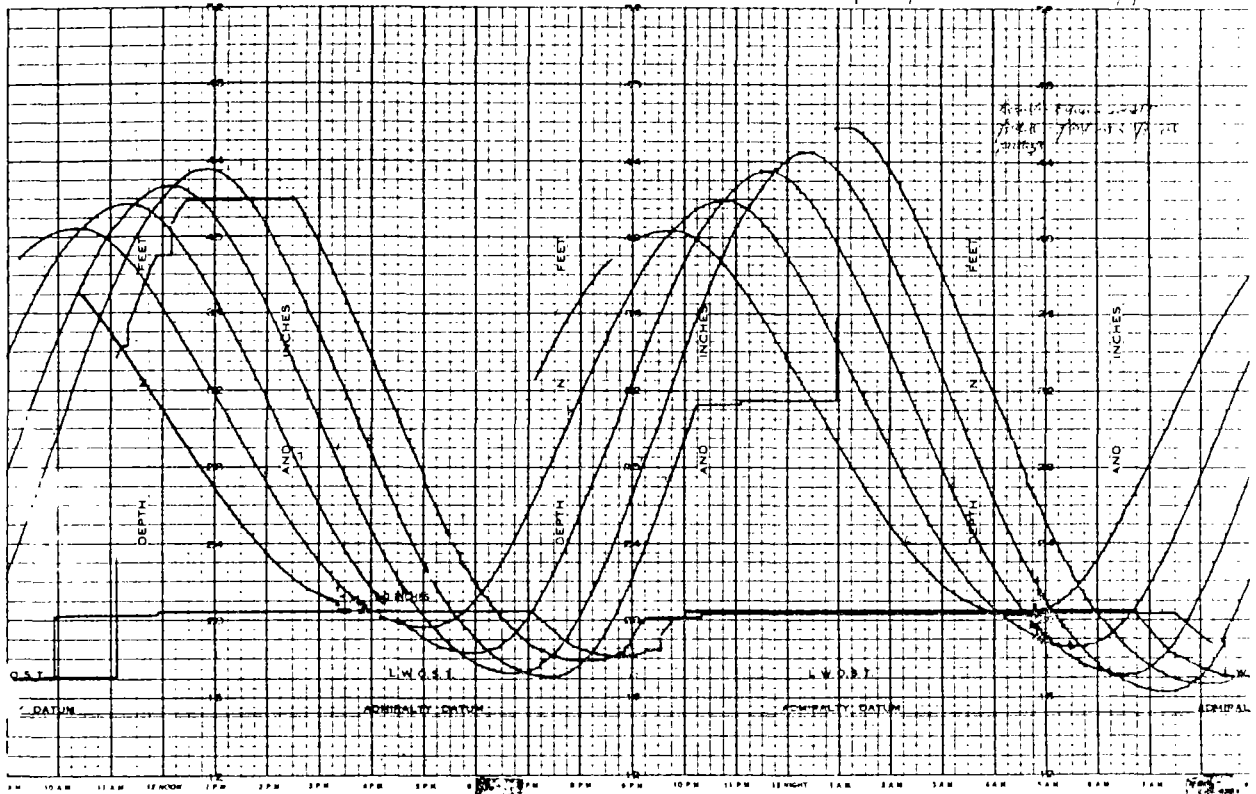


Figura 4.5 b) Problemas devidos ao contrapeso e ao cabo do flutuador. É possível, em certa medida, fazer uma interpolação.

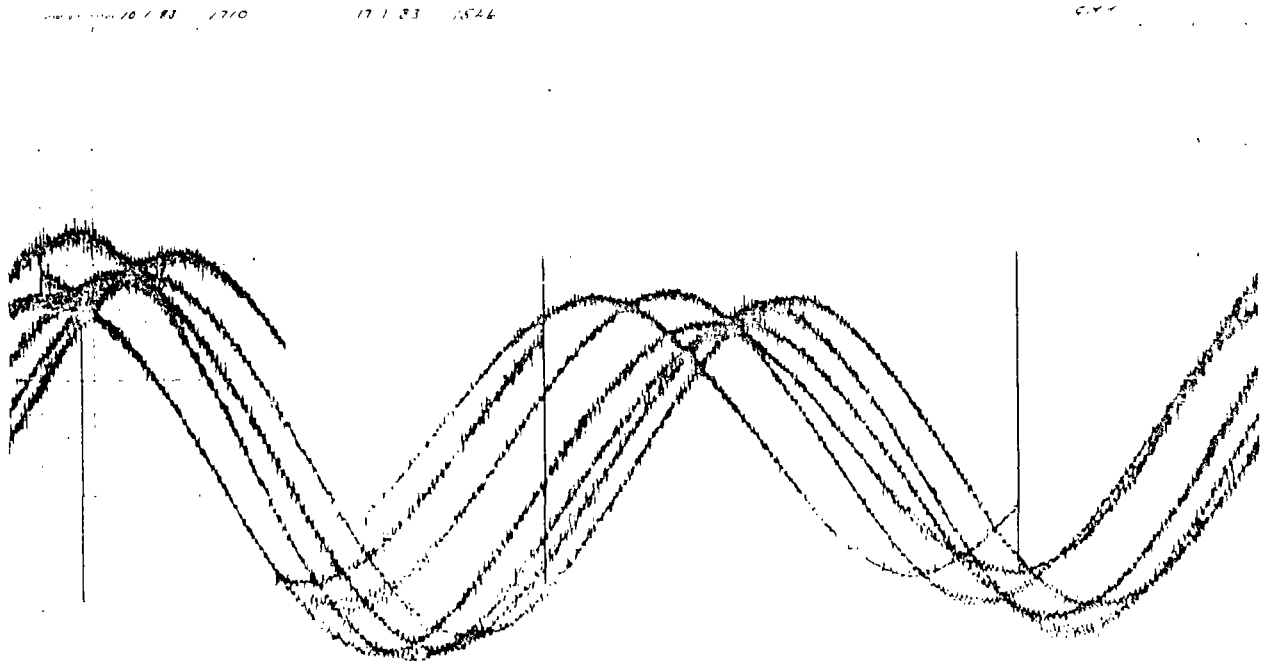


Figura 4.5 c) Paragens do mecanismo de relojoaria. A presença de tempestades impede qualquer interpolação.

(ii) Falta de Tinta ou Pena Fora do Registo

Se existirem registos do perfil de ambos os lados de uma secção em branco, é possível introduzir uma aproximação do traço que falta. Esta aproximação não deve ser feita para falhas com duração superior a 6 ou 7 horas. Assim como nos casos de paragem do relógio acima referidos, as partes mais importantes da maré, que não devem ser estimadas, são a preia-mar e a baixa-mar.

(iii) Interferências no Flutuador

Este problema manifesta-se sob a forma de degraus no registo, devido ao flutuador ficar preso e posteriormente se soltar. Os pequenos períodos, até uma hora, podem ser interpolados sem problemas. Contudo, se o bloqueio for grave, os registos resultantes mostrarão também os efeitos de um entupimento.

(iv) Sedimentação do Poço

Este efeito conduz à diminuição do débito da água devido à maré. Ocasionalmente este facto é visível no registo (particularmente se o registo normal for bem conhecido), mas geralmente as provas não são claras até ser feita uma análise completa, a menos que o silte se acumule em tão alto grau que o perfil surja totalmente distorcido. Por vezes a sedimentação traduz-se em achatamentos na preia-mar e na baixa-mar, particularmente durante as marés vivas. Se estiverem comprometidos registos de vários dias é aconselhável deixar um espaço até o poço ficar limpo - o que deverá ser anotado nas folhas de verificação.

(v) Sobreposições no Enrolamento do Cabo do Flutuador

Este problema nem sempre transparece nos registos das marés, particularmente se estiver continuamente a ocorrer. As únicas ocasiões em que é possível a detecção e a interpolação surgem quando o cabo se liberta repentinamente após algumas voltas. Este efeito, tal como as interferências no flutuador, traduz-se em pequenos degraus que podem ser emendados.

4.2.3 EFEITOS METEOROLÓGICOS

Os efeitos das forças do Sol e da Lua sobre as marés nos oceanos terrestres são distorcidos pela presença de massas continentais, variações na profundidade da água e condições atmosféricas.

Alguns destes efeitos são claramente evidentes nos registos das marés.

(i) Seiches

São oscilações de curto período, típicas de bacias pouco profundas, fechadas, como o Mar do Norte e alguns portos fechados.

Estes efeitos devem ser atenuados, ou filtrados, ao extrair os níveis das marés dos registos (ver Fig. 4.6).

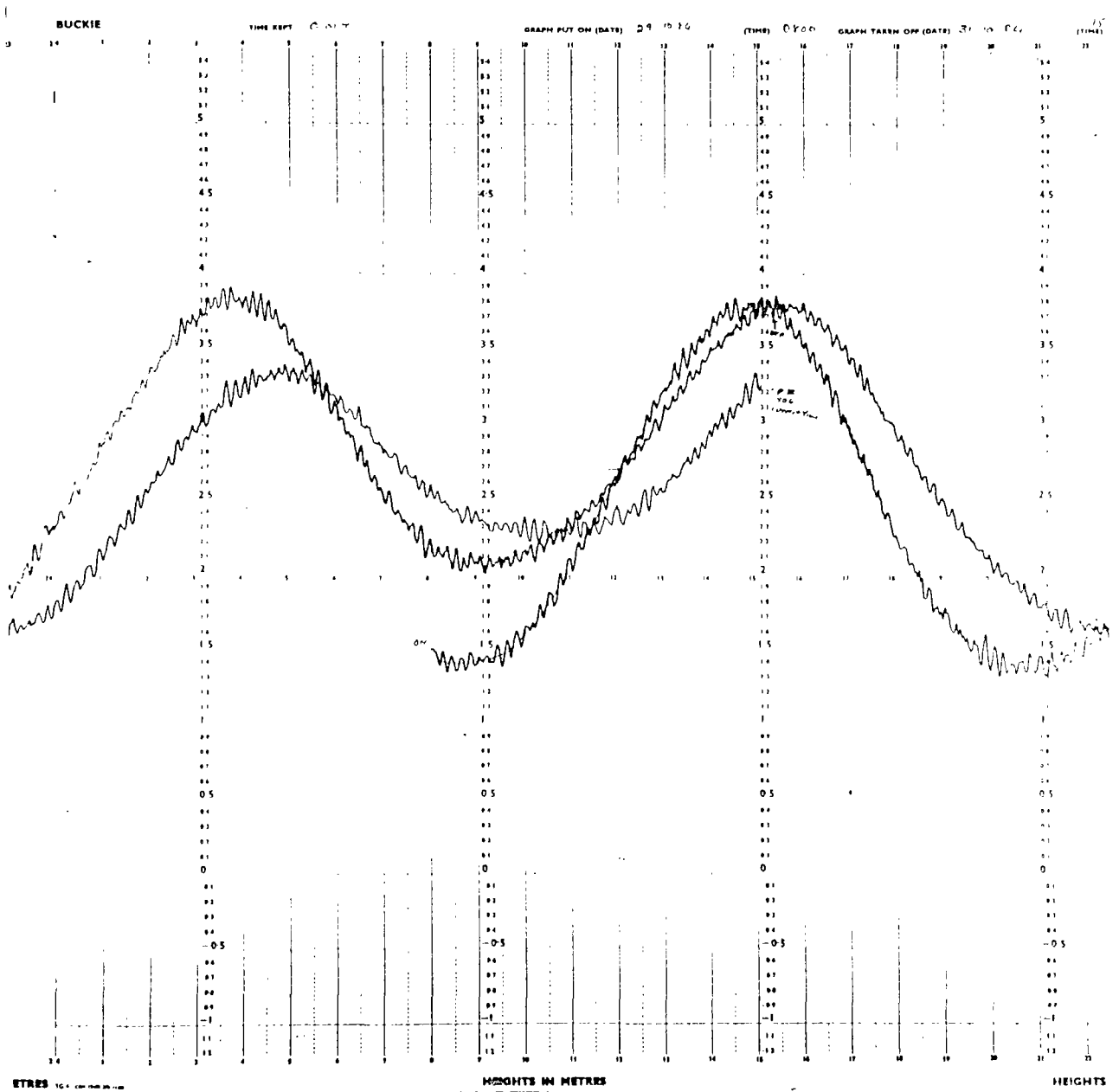


Figura 4.6 Os "seiches" (seichas) que surgem no registo podem ser eliminados traçando cuidadosamente uma curva passando pelos respectivos centros (alisamento).

(ii) Ondas de Tempestade (Surges)

As variações nos ventos e na pressão atmosférica podem fazer com que o nível da maré observado seja muito diferente do valor previsto, especialmente durante tempestades. Estas podem produzir marés invulgarmente altas (perturbações positivas) ou invulgarmente baixas (perturbações negativas). Os valores horários das marés também poderão ser consideravelmente alterados em relação ao normal, tornando difícil a marcação dos dias nos casos em que não estiverem previamente indicados.

Estes efeitos NÃO devem ser atenuados ou filtrados ao extrair os níveis das marés dos registos (ver Fig. 4.7).

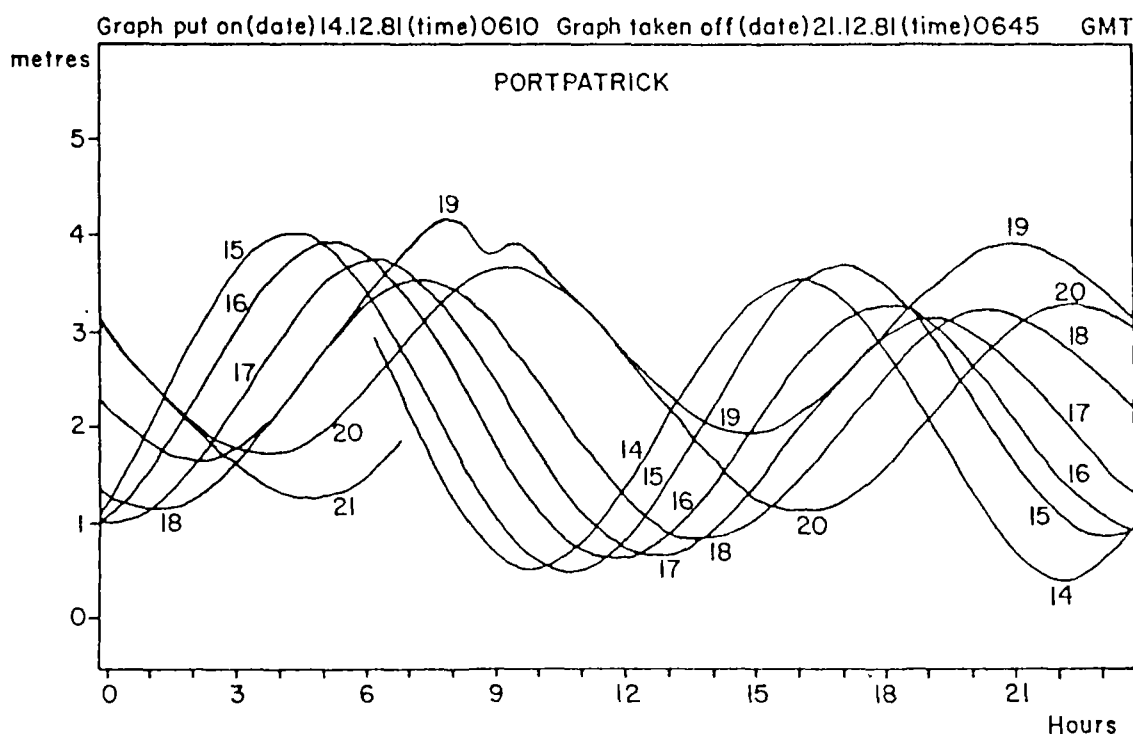
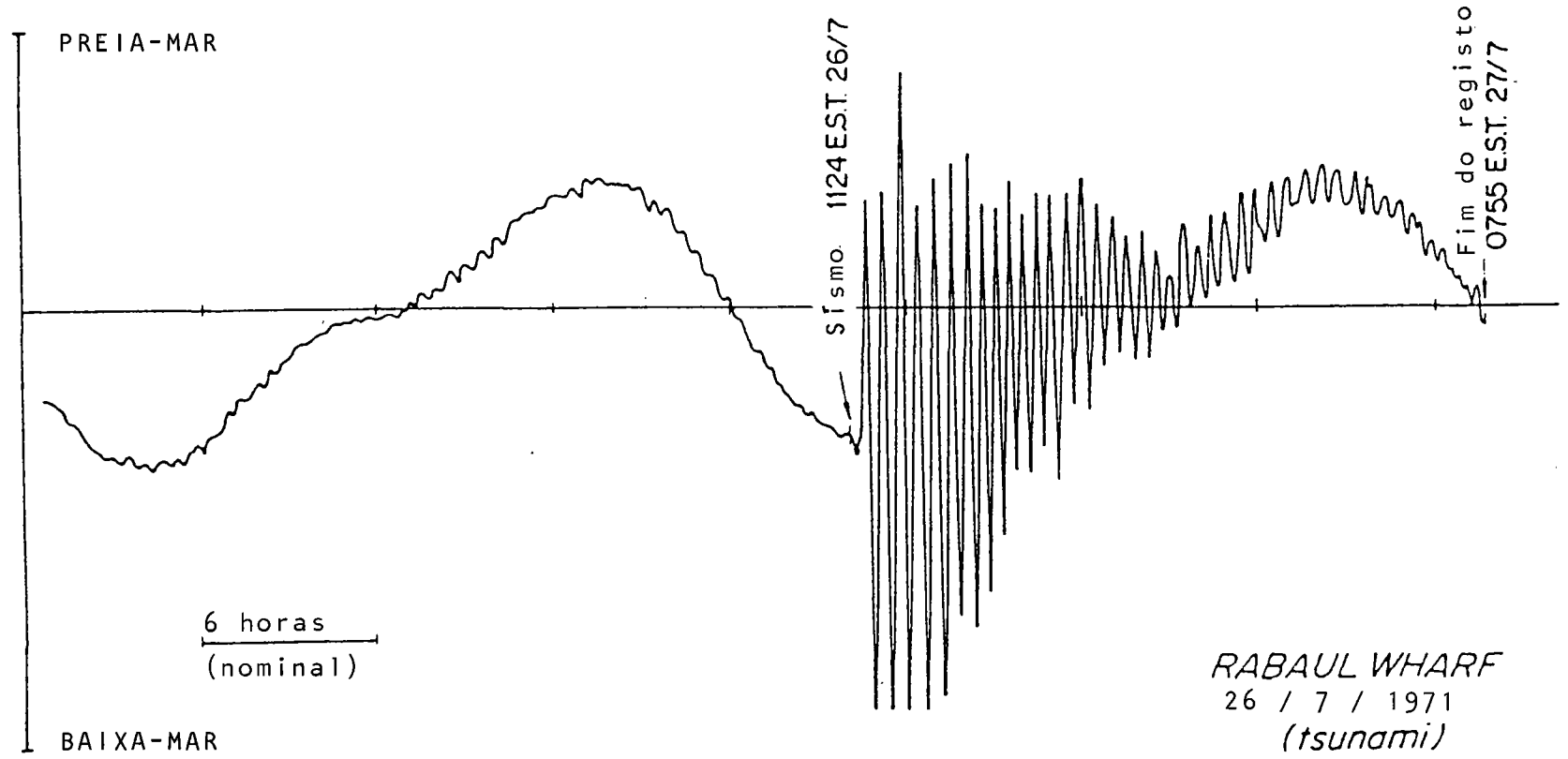


Figura 4.7 Não se devem alisar as ondas de tempestade que aparecem nos registos.

(iii) Tsunamis

As ondas sísmicas marinhas são o efeito destruidor de sismos e erupções vulcânicas. Nas áreas em que este fenómeno ocorre (principalmente nas ilhas do Pacífico) o efeito nos maregrafos é devastador. Nestas áreas fazem-se grandes esforços para tornar as instalações à "prova de tempestades". (ver Fig. 4.8).



CONSEQUÊNCIAS DE UM TSUNAMI NUM REGISTO MAREGRÁFICO

Figura 4.8

4.3 EXTRAÇÃO DOS NÍVEIS

Na generalidade, quanto mais alto for o grau de precisão empregue na extração dos níveis, mais úteis estes se tornam.

A extração das alturas da Preia-Mar e da Baixa-Mar em cada dia e a média destes dados durante um mês ou ano, produz
NÍVEIS MÉDIOS DA MARÉ.

A extração de
a) alturas em cada 3 horas
ou b) alturas horárias
e a média dos resultados durante um período de um mês ou ano
produz
VALORES DO NÍVEL MÉDIO DO MAR

A extração de alturas horárias detalhadamente corrigidas dos erros nas escalas de tempos e de alturas, durante um longo período, pode ser utilizada para:-

- a) Uma Análise Completa das Marés
- b) Estatísticas do Nível Médio do Mar
- c) Estudos do Regime das Marés

Conseqüentemente, para melhorar ao máximo a sua utilidade, é preferível que todas as correções sejam cuidadosamente aplicadas ao efectuar a extração dos níveis. Isto pode implicar uma atenção meticulosa aos detalhes e na obtenção de respostas para as seguintes questões:-

(i) Registos

- 1) Qual é a zona horária?
- 2) Qual é o "datum" de referência?
- 3) As datas atribuídas estão em concordância com os registos?
- 4) Existem algumas anotações adicionais aos registos?
- 5) Existem algumas verificações, aparentes ou anotadas, dos tempos ou do "datum"?
- 6) A quadrícula do papel está alinhada?
- 7) Existem algumas alterações, aparentes ou anotadas, nos tempos ou no "datum"?
- 8) As verificações de rotina mostram alguma tendência?
- 9) Existem algumas tendências que contrariem quaisquer outras informações?
- 10) São visíveis alguns defeitos mecânicos? Podem ser corrigidos?
- 11) São visíveis alguns efeitos meteorológicos?
- 12) Existem alguns registos de uma estação próxima que possam ser utilizados como termo de comparação?

(ii) Marégrafos Digitais

(São necessários meios adicionais para interpretar a fita do registo)

- 1) Qual é a zona horária?
- 2) Qual é o "datum"?

- 3) Estão disponíveis as horas de início e conclusão?
- 4) A totalidade dos valores obtidos está de acordo com as horas de início e de conclusão?
- 5) No caso de se tratar de um marégrafo pneumático, estão disponíveis todos os parâmetros - por ex. densidade, pressão, comprimento do tubo, etc.?

(iii) Erros do Mecanismo de Relojoaria

A maioria dos relógios de marégrafo atrasam-se ou adiantam-se naturalmente, ao longo de um período e/ou por ATRITO.

Podem existir FOLGAS, por ex., mesmo ajustando bem o sistema pena / relógio, podem decorrer alguns minutos até que o tambor "arranque" isto é, até que seja ultrapassado o atrito no mecanismo.

(iv) Contrôlo da Continuidade

Verificando onde o traço da pena termina em cada um de vários registos ou, no caso de um rolo contínuo, depois de várias verificações, pode ser estabelecida a base de tempos do mecanismo.

Transferir uma secção do traço do registo a (concluído) para um registo b (iniciado) - O resultado deve ser uma linha contínua. Quaisquer descontinuidades denotam um erro do relógio ou do operador. Fazer uma anotação registo a registo, ou verificação a verificação, dos erros aparentes.

Aplicar estas informações aos níveis; por ex. :

- 1) Nenhum erro aparente - ler as alturas na escala do gráfico.
- 2) O traço da pena parece terminar atrasado quando comparado com o registo seguinte - verificar se o registo seguinte NÃO começa E termina adiantado (registo iniciado à hora errada pelo operador) - ler então a direita para corrigir; pequena ou nenhuma correção no início do registo (ou à última hora correcta conhecida), aumentando a hora errada à escala (ver fig. 4.9 a).

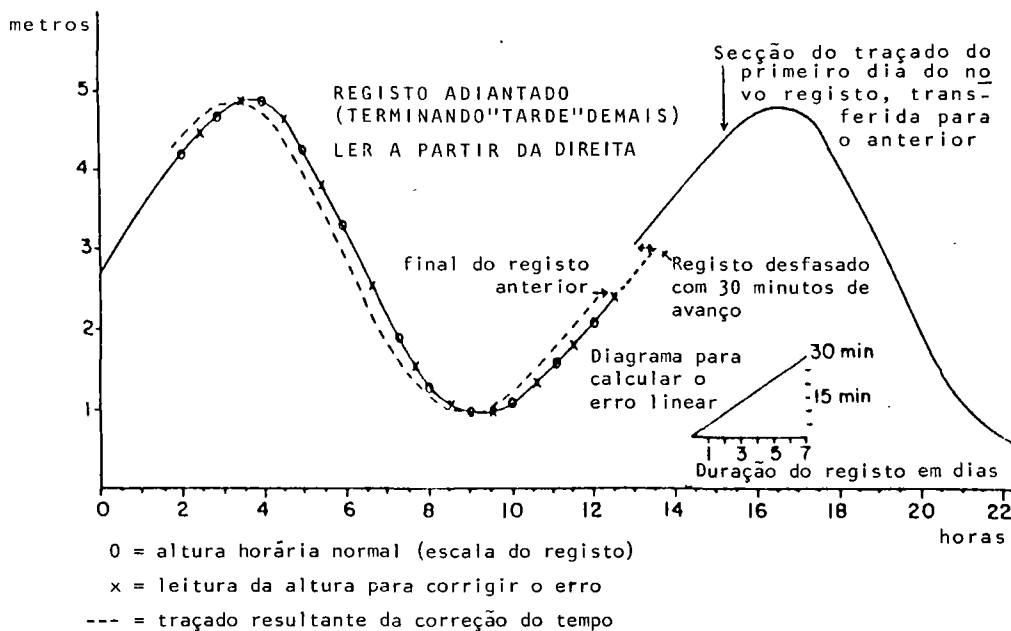


Figura 4.9 a)

- 3) O traço da pena parece terminar antes do momento em que foi retirado o registo - verificar se o registo seguinte NÃO começa E termina atrasado (registo iniciado fora de horas pelo operador) - ler para a esquerda para corrigir; pequeno ou nulo no início do registo (ou última hora correcta conhecida), aumentando à escala o erro (ver Fig. 4.9b).

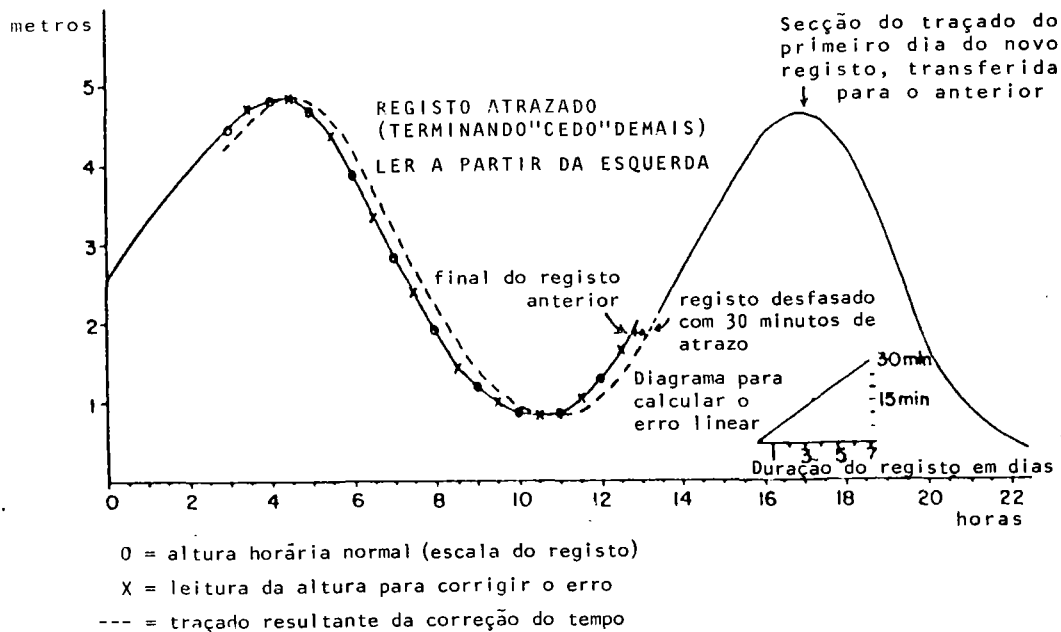


Figura 4.9 b)

- 4) Folgas. São muito difíceis de detectar sem o auxílio de um bom operador de marégrafo, pois o tambor apenas terá um atraso na rotação. Poderão existir vestígios de um pequeno traço vertical do movimento da maré para fornecer uma pista, mas apenas quando este problema é bastante grave.

Geraímente, um bom operador, munido de um relógio de precisão independente, que preencha as folhas de verificação e faça indicações claras nos registos, cedo detectará anomalias no relógio do marégrafo, de tal modo que estas passam a constituir uma mera parte da rotina.

Verificar o número de horas ou de dias comprometidos - os erros devem ser significativamente coerentes; de contrário deve suspeitar-se do relógio.

(v) Outros Erros a Considerar

- 1) Papel de registo ajustado à margem errada do tambor. A continuidade aparecerá alta ou baixa o que pode ser confundido com um erro nos tempos, incoerente com os outros registos.

No registo novo a continuidade será elevada durante a maré vazante e fraca durante a enchente.

Mas é preciso ter atenção aos seiches!

- 2) . Papel colocado obliquamente. O papel está mal alinhado no mecanismo ou no tambor. Se o papel tiver sido cortado deve proceder-se à verificação realinhando os traços de tinta, por ex., recriando a posição no tambor. Os desalinhos graves podem ser difíceis de corrigir. Poderá ser necessário redesenhar completamente a escala altura/tempo. Não esquecer que o sistema pena/flutuador é independente do movimento do relógio e da escala impressa. Um tambor de registo, independentemente de qualquer posição distorcida (apesar de esta hipótese servir apenas como exemplo) continuará a completar UMA rotação em cada 24 horas ou cada semana. A distorção pode fazer com que o papel pareça mal ajustado com um maior ou menor erro inerente ao mecanismo de relojoria.
- 3) Registos com humidade ou amarrotados devido a um mau acondicionamento ou ambiente do local. Também neste caso a escala terá que ser redesenhada para ultrapassar o problema.
- 4) Variação da velocidade do papel em registos de rolo contínuo. Normalmente estes marégrafos possuem um marcador de tempo independente que dispara a pena a intervalos regulares. Verificar a velocidade medindo a distância entre duas marcas consecutivas. Estes traços da pena podem também ser úteis para indicar se o papel do registo manteve o alinhamento ou se se deslocou - neste caso devem aplicar-se correções à escala.

4.4 ESTATÍSTICAS: A Produção de Informações Estatísticas

(i) Níveis Médios da Maré

É a média das alturas das Baixa-Mar e Preia-Mar, tomando igual número de dados em cada um dos casos para produzir valores mensais e anuais. Ver o exemplo do Quadro 4.2.

(ii) Níveis Médios do Mar

1. Média de alturas horárias de modo a produzir valores mensais e anuais. Ver o exemplo do Quadro 4.3.
2. Média filtrada de leituras espaçadas de 3 horas - filtro Z0.
3. Média filtrada de leituras horárias - filtro X0.

N.B. Os últimos dois métodos para obtenção de estatísticas do nível médio do mar exigem geralmente computadores para uma aplicação eficiente. O filtro mais utilizado para calcular o nível médio do mar é o Doodson X0. (ver Apêndice N° 3).

(iii) Médias das Preia-Mar e das Baixa-Mar

A média de todas as preia-mar observadas produz a Preia-Mar Média e, de igual modo a média de todas as baixa-mar resulta na Baixa-Mar Média.

SOUTHEND, 1981 : NÍVEIS MÉDIOS DAS MARÉS

	PM	BM		PM	BM		PM	BM		PM	BM
JAN 1	5.42	2.11	FEV 1	4.82	1.44	MAR 1	4.40	1.11	ABR 1	5.11	1.23
	5.12	2.34		4.92	1.23		4.64	1.56		5.04	1.14
2	4.23	1.24	2	4.77	1.11	2	4.55	1.47	2	5.44	0.92
	4.92	0.61		5.08	0.70		4.95	1.34		5.40	1.08
3	5.10	1.36	3	6.14	0.50	3	5.22	1.38	3	5.70	0.65
	5.63	1.30		5.60	1.15		5.07	1.33		5.54	0.75
4	5.33	1.61	4	X	1.02	4	5.22	0.89	4	X	0.32
	5.83	0.95		5.87	1.37		5.29	0.77		5.78	0.48
5	X	1.10	5	5.72	0.66	5	5.60	0.58	5	5.78	0.18
	5.38	0.77		5.65	0.68		X	0.74		6.03	0.38
6	5.05	0.60	6	5.66	0.20	6	5.64	0.34	6	5.91	0.06
	5.67	0.85		5.67	0.54		5.52	0.31		6.10	0.33
7	5.53	0.62	7	6.31	0.75	7	5.71	0.17	7	6.00	0.20
	5.45	0.44		5.95	0.53		5.81	0.27		5.92	0.25
8	5.20	0.14	8	5.40	0.11	8	5.80	0.50	8	5.93	0.11
	5.50	0.50		6.43	1.12		6.04	0.50		5.83	0.34
9	5.48	0.42	9	5.81	0.35	9	6.36	0.32	9	5.88	0.37
	5.60	0.92		5.66	0.44		6.23	0.72		5.60	0.55
10	5.70	0.84	10	5.70	0.66	10	6.17	0.20	10	5.63	0.72
	5.90	1.20		5.85	1.03		5.50	0.01		5.38	0.86
11	5.38	0.18	11	5.61	0.64	11	5.52	0.25	11	5.42	1.02
	5.15	0.43		5.14	0.65		5.95	0.95		4.96	0.97
12	4.83	0.23	12	5.17	X	12	5.90	0.77	12	5.08	X
	5.78	1.77		5.20	0.77		5.57	0.99		4.96	1.35
13	5.75	1.04	13	5.04	1.12	13	5.63	1.15	13	5.07	1.23
	4.83	0.36		4.85	0.95		5.35	X		4.67	1.59
14	4.83	X	14	4.94	1.03	14	5.48	1.46	14	4.94	1.11
	4.90	0.64		4.99	1.26		5.05	1.42		4.88	1.38
15	5.88	2.10	15	5.10	1.11	15	5.13	1.34	15	5.19	0.95
	5.18	1.66		5.07	1.05		4.89	1.37		5.22	1.24
16	5.45	1.93	16	5.28	0.93	16	5.09	1.13	16	5.25	0.90
	4.68	0.87		5.21	0.94		5.06	1.26		5.23	0.94
17	5.29	0.80	17	5.24	0.57	17	5.22	0.95	17	5.41	0.57
	5.81	0.93		X	0.67		5.15	1.06		X	0.93
18	5.30	1.14	18	5.31	0.48	18	5.09	0.56	18	5.47	0.48
	4.90	0.44		5.65	0.90		5.38	0.92		5.39	0.58
19	5.40	0.00	19	5.64	0.62	19	X	0.46	19	5.42	0.75
	X	1.12		5.71	0.76		5.48	0.71		5.91	1.08
20	5.81	0.84	20	5.64	0.38	20	5.58	0.40	20	5.81	0.63
	5.71	0.49		5.74	0.50		5.75	0.67		5.49	0.54
21	5.47	0.10	21	5.62	0.30	21	5.75	0.44	21	5.46	0.46
	5.49	0.49		5.60	0.60		5.46	0.32		5.61	0.63
22	5.74	0.35	22	5.65	0.60	22	5.73	0.43	22	5.61	0.72
	5.80	0.55		5.55	0.68		5.95	1.70		5.42	0.59
23	5.52	0.22	23	5.40	0.50	23	6.08	0.68	23	5.46	0.21
	5.59	0.51		5.35	0.80		5.41	0.33		5.37	0.71
24	5.52	0.36	24	5.32	0.65	24	5.64	0.73	24	5.28	0.75
	5.64	1.11		5.18	0.80		5.87	0.95		5.12	0.90
25	5.64	0.62	25	5.15	0.67	25	5.71	0.62	25	5.10	1.00
	5.44	0.98		4.92	0.94		5.36	0.75		5.06	1.31
26	5.26	0.60	26	5.00	1.02	26	5.43	0.86	26	5.02	1.12
	5.00	0.72		4.83	1.24		5.53	1.25		4.88	1.17
27	5.03	0.85	27	4.68	1.30	27	5.30	1.12	27	4.79	1.80
	4.99	1.12		4.56	1.51		5.10	1.18		4.65	1.14
28	4.81	0.98	28	4.13	X	28	4.93	1.23	28	4.57	X
	4.68	1.29		3.88	1.11		4.65	1.30		4.40	1.23
29	4.55	X				29	4.94	2.15	29	4.86	1.26
	4.52	1.18					4.90	X		4.74	1.32
30	4.80	1.53				30	4.69	1.75	30	5.12	1.05
	4.27	1.39					4.54	1.72		3.11	1.21
31	4.61	1.42				31	4.78	1.59			
	4.60	1.28					4.78	1.60			

	315.87	54.54		288.36	43.64		322.52	55.03		307.40	47.74

N.M.M. = 3.087m		= 3.074m		= 3.146m		= 3.061m					

CÁLCULO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR

LOCAL: ZANZIBAR HARBOUR Lat. 6° 09' S Long. 39° 11' E Mês JUNE Ano 1984 Horário GMT - 3^h45 Ref. No

DIA	0000	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300		
1	0.56	1.17	1.88	2.58	3.21	3.49	3.27	2.69	2.00	1.33	0.76	0.51	0.74	1.43	2.25	3.06	3.70	4.05	3.97	3.44	2.66	1.80	1.01	0.48	52.04	
2	0.36	0.78	1.43	2.12	2.83	3.35	3.40	3.01	2.40	1.78	1.14	0.63	0.59	1.06	1.80	2.56	3.26	3.81	4.04	3.76	3.12	2.36	1.60	0.91	52.10	
3	0.48	0.55	1.12	1.78	2.38	2.95	3.34	3.29	2.84	2.23	1.62	1.05	0.73	0.84	1.36	2.05	2.75	3.26	3.79	3.84	3.46	2.85	2.15	1.44	52.25	
4	0.84	0.61	0.83	1.34	1.94	2.52	3.01	3.23	3.05	2.60	2.07	1.50	1.04	0.88	1.13	1.58	2.14	2.75	3.34	3.65	3.55	3.17	2.65	2.05	51.47	
5	1.36	0.87	0.78	1.07	1.55	2.02	2.48	2.93	3.09	2.93	2.51	2.05	1.63	1.27	1.13	1.31	1.77	2.26	2.71	3.15	3.44	3.42	3.05	2.54	51.32	
6	1.99	1.48	1.13	1.01	1.22	1.64	2.05	2.45	2.83	3.02	2.92	2.57	2.18	1.81	1.48	1.34	1.44	1.74	2.14	2.56	2.95	3.18	3.22	3.02	51.38	
7	2.56	2.04	1.57	1.24	1.13	1.25	1.54	1.93	2.39	2.85	3.02	2.95	2.76	2.46	2.06	1.65	1.43	1.45	1.63	1.92	2.28	2.72	3.05	3.13	50.96	
8	2.93	2.59	2.21	1.71	1.27	1.12	1.22	1.49	1.84	2.35	2.84	3.12	3.17	3.04	2.72	2.25	1.73	1.37	1.33	1.44	1.67	2.06	2.56	2.96	51.01	
9	3.11	2.99	2.73	2.29	1.73	1.30	1.08	1.11	1.38	1.85	2.40	2.95	3.36	3.51	3.33	2.90	2.33	1.75	1.31	1.08	1.11	1.45	1.91	2.44	51.40	
10	2.91	2.15	3.11	2.80	2.31	1.73	1.20	0.91	0.95	1.30	1.85	2.49	3.15	3.63	3.70	3.45	2.98	2.28	1.56	0.99	0.77	0.88	1.26	1.80	51.16	
11	2.42	2.97	3.26	3.17	2.80	2.24	1.57	1.00	0.74	0.86	1.31	1.95	2.70	3.45	3.87	3.89	3.55	2.92	2.12	1.29	0.73	0.57	0.76	1.21	51.35	
12	1.86	2.55	3.13	3.36	3.19	2.74	2.10	1.36	0.77	0.60	0.85	1.40	2.14	2.97	3.68	4.06	3.97	3.46	2.73	1.89	1.04	0.47	0.37	0.73	51.42	
13	1.32	2.00	2.73	3.29	3.45	3.15	2.58	1.86	1.16	0.65	0.54	0.88	1.61	2.42	3.20	3.40	3.12	2.39	1.39	0.89	0.78	0.34	0.34	0.73	51.46	
14	0.84	1.50	2.22	2.92	3.37	3.40	3.00	2.34	1.58	0.91	0.49	0.50	1.04	1.85	2.67	3.40	3.92	4.05	3.67	2.96	2.10	1.24	0.56	0.28	50.81	
15	0.47	1.01	1.70	2.45	3.11	3.43	3.24	2.72	2.08	1.36	0.72	0.43	0.68	1.35	2.10	2.86	3.55	3.95	3.89	3.36	2.62	1.85	1.05	0.46	50.43	
16	0.32	0.70	1.36	2.01	2.64	3.20	3.36	3.05	2.43	1.78	1.17	0.66	0.55	0.94	1.62	2.37	3.05	3.57	3.82	3.63	3.05	2.32	1.57	0.90	50.07	
17	0.49	0.56	1.01	1.60	2.24	2.85	3.19	3.15	2.77	2.23	1.61	1.05	0.73	0.81	1.29	1.91	2.55	3.15	3.57	3.43	3.30	2.75	2.09	1.41	49.94	
18	0.84	0.65	0.89	1.35	1.88	2.46	2.98	3.16	2.97	2.56	2.09	1.55	1.08	0.93	1.15	1.63	2.17	2.73	3.23	3.48	3.37	2.98	2.48	1.89	50.50	
19	1.26	0.87	0.85	1.18	1.63	2.12	2.61	2.95	3.04	2.83	2.44	1.98	1.54	1.22	1.17	1.44	1.86	2.31	2.76	3.12	3.25	3.11	2.72	2.24	50.50	
20	1.72	1.28	1.04	1.08	1.41	1.83	2.24	2.59	2.85	2.87	2.65	2.31	1.95	1.59	1.36	1.36	1.59	1.93	2.28	2.63	2.93	2.99	2.79	2.45	49.72	
21	2.05	1.65	1.29	1.10	1.24	1.60	1.91	2.18	2.54	2.91	2.79	2.54	2.28	2.04	1.75	1.47	1.43	1.65	1.97	2.24	2.49	2.73	2.80	2.64	49.19	
22	1.35	2.00	1.67	1.37	1.26	1.38	1.66	1.95	2.24	2.54	2.82	2.80	2.62	2.40	2.14	1.81	1.58	1.52	1.65	1.86	2.10	2.35	2.57	2.66	49.30	
23	2.51	2.96	2.03	1.73	1.41	1.31	1.44	1.68	1.91	2.20	2.58	2.85	2.90	2.75	2.55	2.28	1.89	1.55	1.44	1.53	1.70	1.95	2.25	2.55	49.25	
24	2.64	2.51	2.30	2.06	1.76	1.45	1.30	1.38	1.64	1.93	2.27	2.67	3.03	3.10	2.91	2.61	2.26	1.84	1.45	1.25	1.30	1.55	1.85	2.18	49.26	
25	2.49	2.66	2.62	2.37	2.05	1.70	1.36	1.19	1.25	1.53	1.92	2.37	2.86	3.23	3.31	3.04	2.63	2.17	1.64	1.19	1.00	1.15	1.45	1.79	48.97	
26	2.73	2.63	2.83	2.70	2.39	2.03	1.57	1.17	1.00	1.16	1.56	2.06	2.61	3.16	3.49	3.46	3.11	2.59	1.96	1.33	0.87	0.80	1.01	1.39	49.11	
27	1.88	2.63	2.88	2.97	2.75	2.39	1.89	1.33	0.91	0.84	1.15	1.61	2.23	2.95	3.54	3.71	3.51	3.07	2.46	1.72	0.98	0.60	0.65	0.96	49.41	
28	1.43	2.05	2.71	3.06	3.03	2.74	2.28	1.68	1.05	0.69	0.75	1.18	1.76	2.48	3.25	3.78	3.85	3.54	2.98	2.23	1.37	0.69	0.40	0.56	49.54	
29	1.01	1.60	2.31	2.94	3.23	3.10	2.65	2.06	1.41	0.82	0.51	0.68	1.29	2.06	2.85	3.52	3.96	3.93	3.46	2.71	1.86	1.07	0.45	0.27	49.77	
30	0.58	1.20	1.90	2.58	3.15	3.35	3.06	2.45	1.78	1.10	0.55	0.38	0.76	1.49	2.32	3.12	3.73	3.99	3.82	3.26	2.44	1.54	0.74	0.25	49.54	
31																										

63

divisor para 28 dias = 672 30 dias = 720 Média Σ 1514.63
 " 29 " = 696 31 dias = 744

(Todos os valores estão referidos ao nível do zero das cartas náuticas do Almirante do Britânico)

Quadro 4.3

2.104

(iv) Níveis Extremos de Maré

Os registos dos níveis extremos das preia-mar e das baixa-mar são normalmente mantidos numa base mensal.

Ambos os itens iii) e iv) podem ser extraídos dos registos das alturas e das horas das preia-mar e baixa-mar, os quais podem provar deste modo ser um complemento muito útil dos níveis horários.

BIBLIOGRAFIA

GRAFF, J. & KARUNARATNE, D.A., 1980: 'Accurate reduction of sea level records' International Hydrographic Review, 57(2), p.151-166.

KARUNARATNE, D.A., 1980: 'An improved method for smoothing and interpolating hourly sea level data'. International Hydrographic Review, 57(1), p.135-148.

LENNON, G.W., 1986: 'The treatment of hourly elevations of the tide using an IBM 1620'. International Hydrographic Review, 42(2), p.125-148.

MINAKER, E.J., 1979: 'A proposed system for the handling of tide and water level data at MEDS'. Canadá: Marine Science Directorate, Manuscript Report Series, Nº 52, p.154-159.

NOYE, B.J., 1974: 'Tide-well systems. 3. Improved interpretation of tide-well records'. Journal of Marine Research, 32, p.183-194.

5. PROCEDIMENTOS PARA INTERCÂMBIO DE DADOS

5.1 GENERALIDADES

Este manual tem como principal assunto os métodos de análise e de processamento dos dados. Apesar das medidas obtidas numa única estação serem importantes, as informações que podem obter-se pela comparação das medidas provenientes de diversos locais torna muito importante a definição de métodos comuns de medição e de análise. Torna-se igualmente necessária uma ordenação sistemática dos dados relativos às observações e a sua disponibilidade geral. Se vierem a detectar-se tendências no nível do mar torna-se imperativo um armazenamento dos dados dos diversos parâmetros à escala global, devido aos muitos factores regionais envolvidos. Esta secção sumariza as principais acções que têm sido levadas a cabo para promover este intercâmbio internacional e o papel do Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar na coordenação dos níveis médios mensais e anuais.

5.2 BANCOS NACIONAIS DE DADOS

Os bancos nacionais de dados são geralmente baseados em valores horários, médias diárias, mensais e anuais. A necessidade básica será a existência de séries de valores tabelados mas, como o volume de informação aumenta, a tecnologia moderna exige o armazenamento dos dados em fita magnética de acordo com um procedimento adequado. Os bancos nacionais de dados oceanográficos estão geralmente bem equipados para efectuar este trabalho.

5.3 ASPECTOS INTERNACIONAIS

Os dados sobre o nível do mar são trocados internacionalmente para fins operacionais e actividades de previsão a longo prazo.

O Sistema Integrado de Serviços Globais dos Oceanos (I.G.O.S.S.), que resulta da actividade conjunta da Comissão Oceanográfica Intergovernamental e da Organização Meteorológica Mundial, promove o intercâmbio dos valores das médias mensais do nível do mar durante as semanas seguintes ao mês em questão. O objectivo é a obtenção de dados com um atraso mínimo, preferivelmente a receber a versão final, depurada e extensivamente revista. Presentemente, está a ser elaborado um projecto piloto para a publicação de mapas dos desvios dos níveis mensais em relação ao nível médio do mar, obtidos durante um longo período no Oceano Pacífico. Espera-se que este projecto piloto possa estender-se mais tarde aos outros oceanos como parte dos desenvolvimentos gerais em suporte da pesquisa climática.

O Intercâmbio Internacional de Dados Oceanográficos (I.O.D.E.) foi criado pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental em 1961. O principal objectivo do I.O.D.E. é recolher, processar, arquivar, recuperar e trocar informações e dados oceanográficos a nível mundial, visando a prestação de serviços à comunidade científica, às indústrias do mar e aos governos. Dentro da estrutura do I.O.D.E. têm sido designados centros responsáveis por dados oceanográficos nacionais, para prestar assistência no desenvolvimento de programas especiais. O papel desempenhado pelo Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar no desenvolvimento da experiência MEDALPEX constitui um exemplo de um centro

deste tipo. O I.O.D.E. também determina formatos específicos para o intercâmbio internacional de dados. No Apêndice 4 estão indicados detalhes do modelo aprovado GF-3 para fornecer dados sobre níveis médios do mar ao P.S.M.S.L.. Do mesmo modo, o P.S.M.S.L. torna os dados disponíveis para os utilizadores num formato idêntico.

5.4 O SERVIÇO PERMANENTE PARA O NÍVEL MÉDIO DO MAR

O Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar (P.S.M.S.L) foi fundado em 1933, como centro internacional de informação sobre o nível médio do mar. As suas responsabilidades actuais incluem a compilação, publicação e distribuição de dados bem como a sua análise e interpretação. Também são fornecidos conselhos referentes a aspectos práticos da medição do nível do mar e processamento dos dados. Um exemplo do modo como o P.S.M.S.L. promove o emprego de modelos e procedimentos normalizados é a elaboração deste manual, que foi baseado em cursos ministrados no Instituto de Ciências Oceanográficas, Observatório de Bidston, no Reino Unido, onde está instalado o P.S.M.S.L. Os dados e outras informações podem ser obtidos pela comunidade científica, livres de encargos. Podem ser enviadas listas computadorizadas actuais dos níveis mensais e anuais, estando também disponíveis em banda magnética no formato GF-3. Pode ser fornecido um catálogo de todas as informações de que dispõe o P.S.M.S.L. a quem o requerer.

O P.S.M.S.L. recebe o apoio financeiro da UNESCO através da Comissão Oceanográfica Intergovernamental e do "Natural Environment Research Council" do Reino Unido. Formalmente, o P.S.M.S.L. é um membro da Federação dos Serviços Astronômicos e Geofísicos, estabelecida pelo Conselho Internacional das Associações Científicas. Funciona sob a égide da Associação Internacional para as Ciências Físicas do Oceano (I.A.P.S.O).

5.5 APRESENTAÇÃO DOS DADOS AO PSMSL

O P.S.M.S.L. agradece a todas as organizações que enviem dados relativos a níveis médios para publicação e não procura impor condições desnecessárias a estes contribuintes. Contudo, sugerem-se os seguintes requisitos básicos comuns para permitir uma conversão dos dados:

- 1) Unidades (pés, metros, etc.).
- 2) Indicação do "datum" a que se referem os valores.
- 3) Indicação da profundidade do "datum", abaixo da principal marca fixa do marégrafo.
- 4) Indicação dos dados incompletos ou interpolados (ver abaixo).
- 5) Informações sobre mudanças nos "datums", marcas fixas ou outros procedimentos relevantes desde a série anterior de dados enviados.

Os níveis médios devem ser convertidos de preferência no sistema métrico com uma aproximação ao milímetro e o "datum" a que se refere a média deve ser ideal

mente o zero do marégrafo.

Um dos dados mais importantes a saber pelos utilizadores das publicações sobre níveis médios do mar é a precisão das informações publicadas. O P.S.M.S.L. recomenda que os registos incompletos sejam tratados de acordo com os seguintes princípios orientadores:

- 1) As falhas observadas nos registos das marés devem ser interpoladas, se possível antes do processamento dos níveis médios mensais e anuais.
- 2) A interpolação deve ser efectuada numa fase inicial do processamento.
- 3) Em casos em que não é possível uma interpolação, a média mensal deve ser coligida a partir dos dados incompletos. Quando faltarem mais de 15 dias no mesmo mês, não deve calcular-se o nível médio.
- 4) Pede-se que as entidades que enviarem valores médios ao P.S.M.S.L. utilizem anotações antes e depois de cada média mensal indicativas do número exacto de dias em que se verificaram falhas na informação. Esta anotação deve aparecer entre parêntesis, contydo, se os dias em falta tiverem sido interpolados, deve ser substituída por XX.

Deste modo: 2487 (9) significará que existe uma falha de 9 médias diárias, não interpoladas, ao calcular a média de 2487 mm.

913 (XX) significará que as falhas de informação foram interpoladas ao calcular a média de 913 mm.

- 5) Não é necessário colocar quaisquer anotações a seguir à média anual. Parte-se do princípio de que todos os dados utilizados no cálculo das médias mensais serão utilizados na obtenção da média anual e, deste modo, o utilizador dos dados poderá assim avaliar a precisão desta média.
- 6) Se as médias anuais forem calculadas efectuando a média das médias mensais, devem ponderar-se primeiro estas médias. A ponderação de cada mês deve ser o número de dias para os quais existem leituras.

As entidades nacionais e outras que se dediquem a medições do nível do mar são convidadas a discutir os seus problemas com o Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar cuja direcção é:

Bidston Observatory
Birkenhead,
Merseyside L43 7RA,
United Kingdom

Telefone Nº 051- 653- 8633

Os contactos podem ser efectados directamente ou através dos canais específicos para troca de dados estabelecidos pela Comissão Oceanográfica Inter-governamental, com a qual o P.S.M.S.L. mantém estreitas relações.

APÊNDICE 1

SUMÁRIO DAS PRINCIPAIS VERIFICAÇÕES A EFECTUAR PELOS OPERADORES DE MARÉGRAFOS

As instruções que se seguem são extraídas do manual " Operating Instructions for Tide Gauges on the National Network" distribuído a todos os operadores de marégrafos da rede nacional de estações maregráficas do Reino Unido. Estas instruções constituem um sumário das verificações essenciais que o operador tem de fazer e, na sua maioria, efectua-se no abrigo do marégrafo.

VERIFICAÇÕES DIÁRIAS

	COLUNA DA FOLHA DE VERIFICAÇÃO
LER O VALOR NA ESCALA DE MARÉS E A HORA	4
LER A ALTURA NO REGISTO	5
LER A HORA INDICADA NO REGISTO	3
ANOTAR A HORA DE LEITURA DO REGISTO	2
REGISTAR DADOS	1
REGISTAR VERIFICAÇÕES INCLUINDO FALHAS, ETC.	6,7,8,9
REGISTAR AS INICIAIS DO CONTROLADOR	10
<u>NÃO AJUSTAR O MARÉGRAFO</u>	

VERIFICAÇÕES SEMANAIS

EFECTUAR OS CONTROLOS DIÁRIOS
RETIRAR A FOLHA DE REGISTO DO TAMBOR
CORTANDO AO LONGO DO PICOTADO
E FIXA-LA À FOLHA DE CONTROLO

DAR CORDA AO RELÓGIO

VERIFICAR A PENA. LIMPAR E RECARREGAR, SE NECESSÁRIO; FIXAR NOVA FOLHA DE REGISTO NO TAMBOR.

ASSEGURAR QUE O BORDO SUPERIOR DA FOLHA ESTÁ AJUSTADO AO TAMBOR
E QUE A QUADRICULA E ESCALA ESTÃO PARALELAS À JUNÇÃO

ESCREVER A DATA E HORA NA FOLHA DO REGISTO E AJUSTAR O TAMBOR AO APARELHO

COLOCAR A PENA NA HORA CORRECTA E ELIMINAR FOLGAS

ANOTAR NA NOVA FOLHA DE VERIFICAÇÃO A DATA E HORA DE INÍCIO DO NOVO REGISTO

PROCEDER A VERIFICAÇÕES DIÁRIAS.

APÊNDICE 2

FORNECEDORES DE EQUIPAMENTO PARA MARÉGRAFOS (do conhecimento dos autores do manual)

1. A. Ott, GMBH
S960 Kempten
Jagerstrasse 4-12
Postf. 2120
R.F.A.
2. Munro Sestrel Ltd.
Loxford Road
Barking
Essex IG11 8PE
REINO UNIDO
3. Kent Instruments
Biscot Road
Luton
Bedfordshire LU3 1AL
REINO UNIDO
4. Aanderaa Instruments
Fanaveien 13
P.O. Box 160
5051 Bergen
NORUEGA
5. Neyrtec
BP 75 Centre de Tri
38041 Grenoble Cedex
FRANÇA
6. Leupold & Stevens, Inc.
P.O. Box 688
Beaverton
Oregon, 97005
E.U.A.
7. Aga Navigation Aids. ou Beacon Works
S-181 8- 77 High Street
Lidingo Brentford TW8 0AB
SUÉCIA REINO UNIDO
8. Instrumenten Fabriek Van Essen
Delft
HOLANDA

APÊNDICE 3

APLICAÇÃO DO FILTRO XO PARA O CÁLCULO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR

A função deste filtro passa-baixas é de remover a energia das marés nas frequências diurnas e mais altas, dos valores do nível do mar; necessita de 39 horas de dados para cada valor calculado.

O filtro é definido do seguinte modo, para $1 \geq t \geq 19$:

$$F(t) = (2, 1, 1, 2, 0, 1, 1, 0, 2, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1)$$

O filtro é simétrico, deste modo $F(t) = F(-t)$, e aplica-se a cada dia, fornecendo uma média calculada como

$$X_T = \frac{1}{30} \sum_{d=-19}^{d=19} F(d) H(T+d), d \neq 0$$

Em que $H(t)$ são as elevações do nível do mar e $T = 1200$ horas.

Exemplo de Cálculo Manual

A partir da hora central 12.00, em 2 de Janeiro, envolvendo 3 dias de dados:

1 DE JANEIRO

Hora	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300
Elevação	3,819	5,286	6,004	6,051	5,735	5,077	4,159	3,217	2,422	1,872	1,699	2,037
						x1		x1			x1	
						5,077	+	3,217		+	1,699	

2 DE JANEIRO

Hora	0000	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100
Elevação	3,070	4,611	5,825	6,167	5,895	5,267	4,395	3,496	2,663	1,979	1,648	1,774
	x1	x1		x2		x1	x1		x2	x1	x1	x2
	3,070	4,611	+	12,334	+	5,267	4,395	+	5,326	1,979	1,648	3,548

Hora	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300
Elevação	2,513	3,855	5,088	5,670	5,668	5,347	4,730	3,888	2,998	2,249	1,804	1,760
		x2	x1	x1	x2		x1	x1		x2		x1
		7,710	5,088	5,670	11,336	+	4,730	3,888	+	4,498	+	1,760

3 DE JANEIRO

Hora	0000	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100
Elevação	2,256	3,418	4,805	5,676	5,851	5,579	4,987	4,187	3,351	2,578	1,975	1,703
	x1		x1			x1		x1				
	2,256	+	4,805	+	5,579	+	4,187					

SOMA = 113,978 m / 30 = 3,799 metros (Nível Médio do Mar para 2 de Janeiro)

APÊNDICE 4

COMISSÃO
OCEANOGRÁFICA
INTERGOVERNAMENTAL

Aprovado pelo Grupo de Peritos
em Desenvolvimento de Formatos
do Comitê de Trabalho para o
IODE - Junho de 1983

SUBCONJUNTO NORMALIZADO GF-3 PARA O NÍVEL MÉDIO DO MAR (PSMSL)

1. SUBCONJUNTO NORMALIZADO

- 1.1 Este subconjunto representa o formato de saída sob o qual o Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar está preparado para fornecer cópias do seu banco mundial de dados relativos ao nível médio do mar denominado por Referência Local Revista (RLR)
- 1.2 Os dados estão organizados num ficheiro único de dados multiseriados, como está patente na secção 3.
- 1.3 Cada série contém os dados do nível médio do mar relativos a um local fixo, ordenados cronologicamente. Para cada série existem dois tipos de dados: médias mensais e médias anuais.
- 1.4 As médias anuais estão sob a forma de sequências de dados localizados na área formatada pelo utilizador para o registo de cabeçalho da série, conforme se determina no registo de definição apresentado na secção 4.1. Cada sequência de dados contém valores relativos aos parâmetros ano e nível do mar médio anual e ainda um sinalizador de qualidade. O sinalizador de qualidade (FFFF7AAN) utiliza apenas uma das entradas da Tabela de Códigos 6 do GF-3 (indicador de validação), a saber:

Q - Valor duvidoso utilizado para indicar que a média anual está afectada por dados ausentes ou interpolados.

Caso contrário será deixado em branco. Se não foi calculada nenhuma média anual, o nível médio do mar estará representado pelo seu valor nulo (isto é, 9).

- 1.5 O cabeçalho de uma única série pode conter até 114 médias anuais. A área formatada pelo utilizador para o registo de cabeça de série inclui o parâmetro de cabeçalho CCCC, a fim de contemplar os poucos locais que dispõem de mais de 114 anos de dados, estabelecido do modo seguinte:

0 : médias anuais completas no mesmo registo de cabeçalho de série.

1 : médias anuais que se prolongam no registo seguinte de cabeçalho de série.

Deste modo, caso se disponha de mais de 114 médias anuais, estas prolongar-se-ão num segundo registo de cabeçalho de série (imediatamente a seguir ao primeiro) com os "bytes" de 1 a 400 representados de forma idêntica aos do primeiro registo de cabeçalho de série (excepto, naturalmente, no que respeita aos "bytes" 2 e 377-386).

- 1.6 As médias mensais figuram em registos de sequências de dados formatados de acordo com o registo de definição dado na secção 4.2. Cada sequência de dados contém valores para os parâmetros: ano, mês, nível médio mensal do mar e um indicador de qualidade com dois dígitos (FFFF6XXN), que especifica o número de dias correspondente aos dados que faltam nos dados brutos, a partir dos quais foi calculada a média mensal. Cada sequência de dados pode conter até 138 médias mensais e as sequências de dados suplementares podem prolongar-se em registos de sequências de dados subsequentes.
- 1.7 Os valores nulos não são especificados para os parâmetros CCCC e YEAR no registo do cabeçalho de série e YEAR e MNTH no registo da sequência de dados. Na subsérie, estas zonas são obrigatórias.

Nota: Para uma descrição completa do formato GF-3 dever-se-á consultar o nº 9 da série de Manuais e Guias da C01, (Anexo 1, Partes 1 a 3.)

- 1.8 Para dar resposta às necessidades desta subsérie, acrescentaram-se os parâmetros seguintes à Tabela normalizada de codificação de parâmetros GF-3:

PPPP K MM S

MNTH 7 -- N MES CIVIL (MM)

-- Codificação idêntica à do parâmetro YEAR

-- N INDICADOR DE ULTRAPASSAGEM DA CAPACIDADE DAS SEQUÊNCIAS DE DADOS

CCCC 7 Este indicador é utilizado como parâmetro de cabeçalho de série para indicar se as sequências de dados ultrapassam ou não a capacidade da área formatada pelo utilizador. Emprega-se geralmente apenas nos registos de cabeçalho de série, embora possa utilizar-se também nas sequências de dados encadeadas, por exemplo, uma série cronológica de espectros na qual os próprios espectros são compostos por uma série de sequências de dados respeitantes a frequências. Quando se dá uma ultrapassagem da capacidade, as sequências de dados prosseguem num outro registo do mesmo tipo e, normalmente, repete-se a informação de cabeçalho de série no registo.

AA Indicador codificado do modo seguinte:

0 : sequências de dados completas no mesmo registo

1 : sequências de dados que se prolongam no registo seguinte

Os restantes parâmetros utilizados nesta subsérie figuram na Tabela normalizada de codificação de parâmetros GF-3 (Primeira Edição).

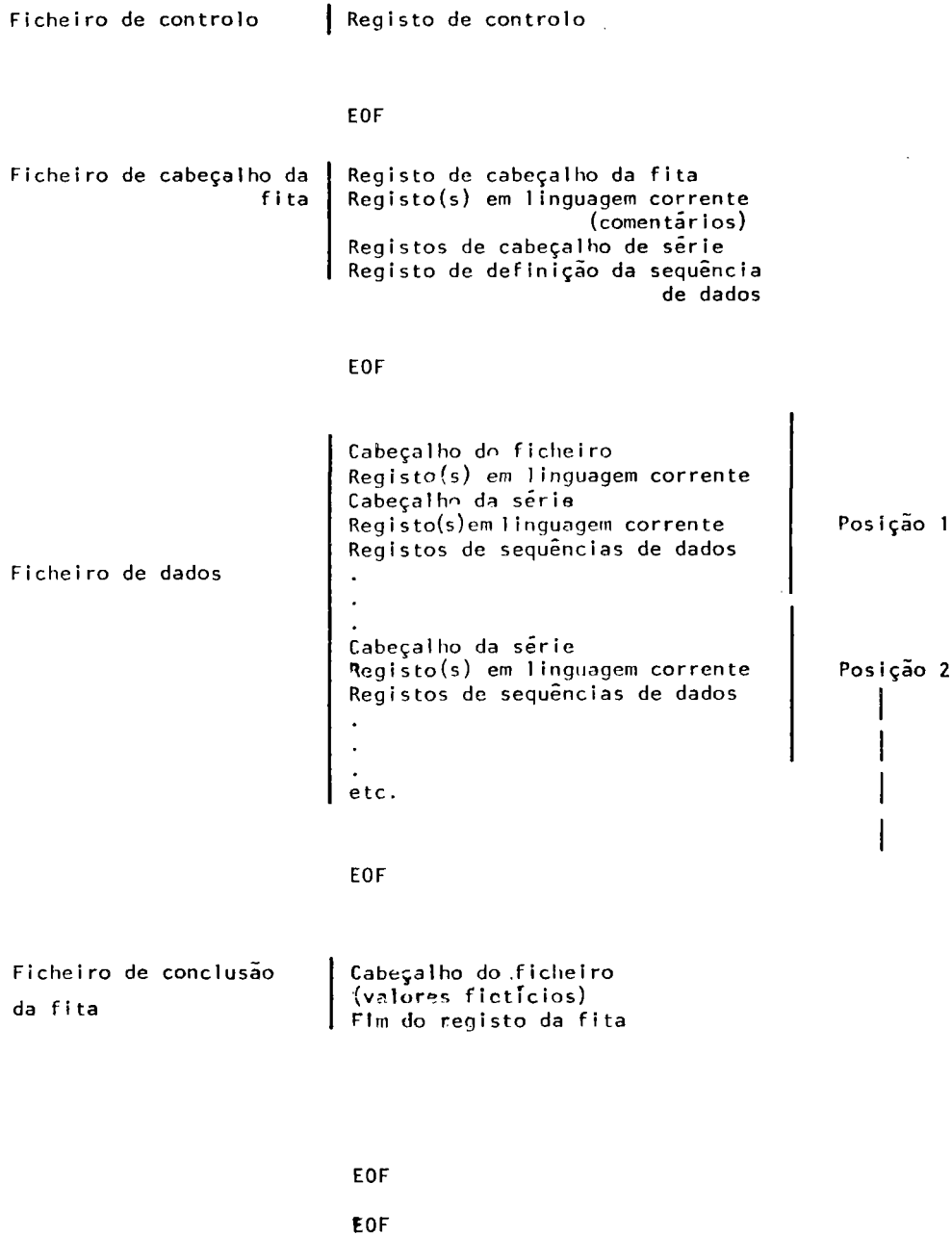
2. OPÇÕES DOS UTILIZADORES

Inexistentes- esta subsérie é utilizada pelo Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar (PSMSL) como formato de saída fixo.

SUBSÉRIE NORMALIZADA DO TIPO GF 3

NÍVEL MÉDIO DO MAR (PSMSL)

3. ESTRUTURA DE UMA FITA MAGNÉTICA



SUBSÉRIE NORMALIZADA DO TIPO GF 3

NÍVEL MÉDIO DO MAR (PSMSL)

4. REGISTOS DE DEFINIÇÃO

4.1 Registo de definição de cabeçalho de série

	1	2	3	4	5	6	7	8
1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890
34	1	3P	(I1,1X,6(I4,I5,A1,3X),18(2X,6(I4,I5,A1,3X)))					001
3								002
3								003
3	CCCC7XXN	INDC.DE ULTRAPASSAGEM DA CAPACIDADE	1		1		0	004
3	YEAR7ZTN	ANO	4		1		0	005
3	SLEV7XXD	NÍVEL DO MAR (VALOR MÉDIO ANUAL) (M)	5	95	0.001		0	006
3	FFFF7XXN	INDC.DE QUALIDADE P/NÍV.MÉD.DO MAR	1					007
3								008
3								009
3								010
3								011
3								012
3								013
3								014
3								015
3								016
3								017
3								018
3								019
3								020
3								021
3								022
3								023
3								024

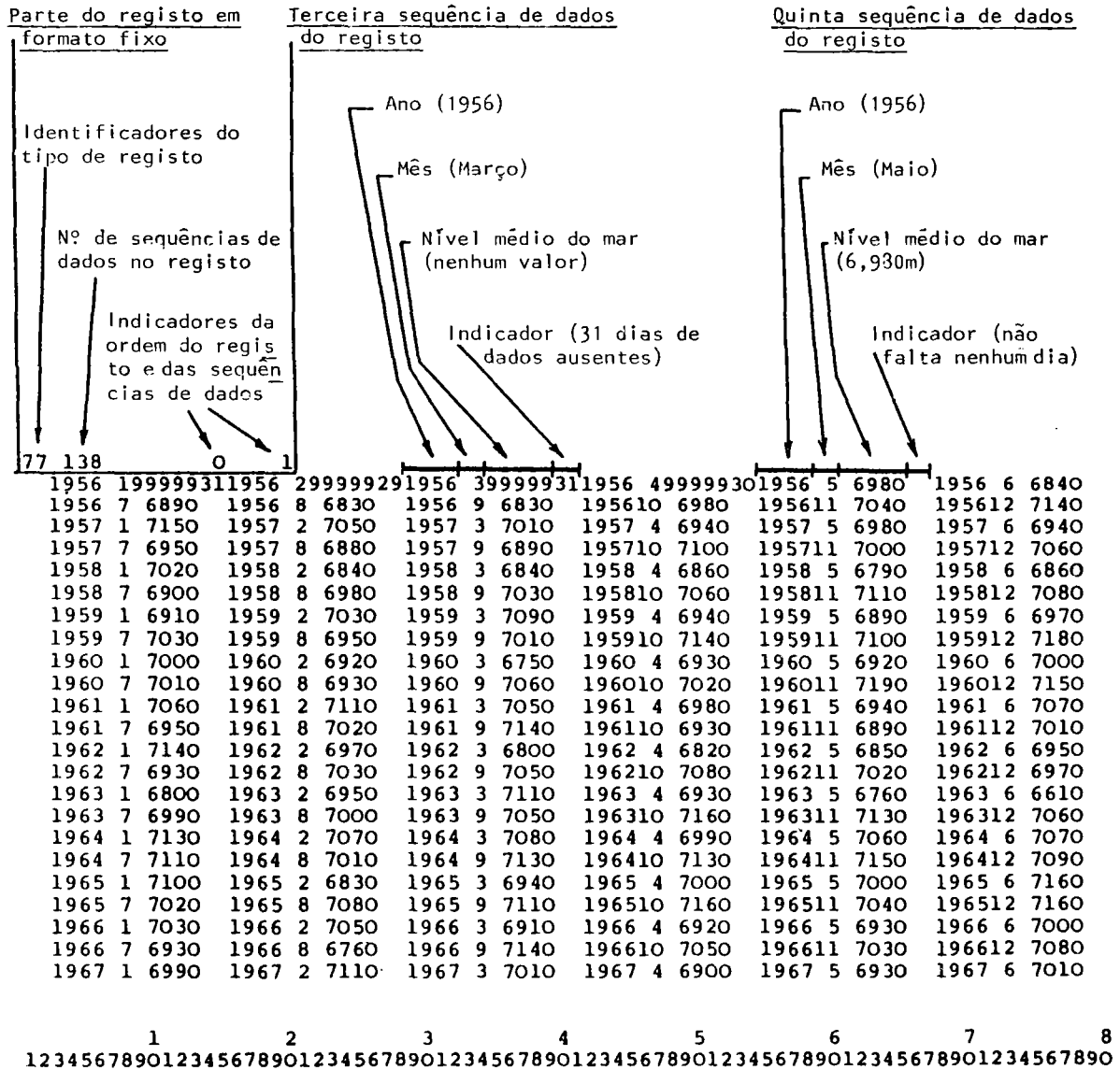
4.2 Registos de Definição das Sequências de Dados

	1	2	3	4	5	6	7	8
1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890
45	0	4I	(60X, 23(2X,6(I4,I2,I5,I2)))					001
4								002
4								003
4	YEAR7ZTN	ANO	I	4		1	0	004
4	MNTH7ZTN	MÊS	I	2		1	0	005
4	SLEV7XXD	NÍV.DO MAR (MÉD.MENSAL) (M)	I	5	95	0.001	0	006
4	FFFF6XXN	INDC.DE DIAS AUSENTES	I	2	92	1	0	007
4								008
4								009
4								010
4								011
4								012
4								013
4								014
4								015
4								016
4								017
4								018
4								019
4								020
4								021
4								022
4								023
4								024

SUBSÉRIE NORMALIZADA DO TIPO GF 3

NÍVEL MÉDIO DO MAR (PSMSL)

5.2 LISTAGEM ANOTADA DE UM EXEMPLO DE SEQUÊNCIA DE DADOS FORMATADA SEGUNDO AS ESPECIFICAÇÕES DA SECÇÃO 4.2



SUBSÉRIE NORMALIZADA DO TIPO GF 3

NÍVEL MÉDIO DO MAR (PSMSL)

GLOSSÁRIO

Análise

Para efeitos da análise os níveis do mar observados são separados em três componentes:

- (1) Nível médio do mar
- (2) Níveis de maré
- (3) Níveis de "surge" (ondas de tempestade)

Análise Harmônica

É a análise de um registo de níveis observados a partir de um conjunto de constantes harmônicas que pode ser utilizado para previsões de marés.

Baixa-Mar Média

É a média aritmética de todos os valores de baixa mar observados durante um dado período.

Baixa-Mar Média das Marés Mortas

É a média aritmética dos valores das baixa mar observados durante um período de marés mortas.

Baixa-Mar Média das Marés Vivas

É a média aritmética dos valores das baixa mar observados durante um período de marés vivas.

Baixa-Mar Viva da Índia

É um "datum" estabelecido por C. Darwin ao investigar as marés na Índia. Trata-se de uma referência abaixo do nível médio do mar, a uma distância igual à soma das amplitudes das constituintes harmônicas M2, S2, K2 e O1.

Constantes Harmônicas

As marés são oscilações periódicas geradas e relacionadas com os movimentos e forças de atração do sistema Lua, Sol, Terra. A maré pode representar-se como a soma de uma série de ondas sinusoidais de frequências determinadas (componentes harmônicas). Os parâmetros de cada onda sinusoidal são chamados "constantes harmônicas" e são a amplitude (metade da altura) da onda e a fase, ou tempo de ocorrência do valor máximo.

Datum da Carta

É o plano de baixa mar abaixo do qual são medidas as profundidades do mar e acima do qual são medidos os níveis das marés.

Datum do Marégrafo

É o plano horizontal em relação ao qual são medidas as alturas da maré pelo marégrafo. Geralmente coincide com o datum da carta ou com o datum do porto.

Datum Nacional

É uma referência fixa, adoptada como datum geodésico padrão para valores de terminados por nivelamento.

Datum do Porto

É um plano horizontal, definido pela autoridade local do porto, a partir do qual são medidos os níveis da maré por essa autoridade.

Escala Fixa de Marés

É uma régua fixa e imersa na qual o nível da maré pode ser medido por observação directa. As escalas permanentes existentes junto de marégrafos devem ser colocadas em zonas abertas às marés, perto da instalação.

- (1) Com o nível zero no mesmo plano que contém o datum do marégrafo
- (2) De modo a que a escala possa ser lida com precisão a partir do abrigo

A escala pode ser uma estaca, uma régua ou uma parede graduada.

Marca Fixa do Marégrafo

É uma marca, fixa, situada nas imediações do marégrafo, que serve para verificar o nivelamento.

Os nivelamentos frequentes da marca fixa do marégrafo, relativamente a outras marcas fixas nas proximidades, revelam a estabilidade da instalação.

Marca de Referência

É uma marca de referencia permanente, com cota determinada no marégrafo, a partir da qual pode medir-se directamente o nível da água no poço. Esta marca é utilizada na verificação da precisão dos valores registados e está localizada no suporte do registador ou em qualquer objecto estável perto do poço.

Maré Astronômica Máxima e Mínima

São os níveis, respectivamente, mais elevados e menos elevados que podem ser previstos sob condições meteorológicas médias. Não são os níveis extremos que poderão ser atingidos, pois as tempestades podem provocar a ocorrência de níveis consideravelmente mais altos ou mais baixos.

Marégrafo

Aparelho para medir o nível da maré.

Este termo abrange a totalidade dos equipamentos utilizados em qualquer local para medir o nível da maré. Inclui o flutuador, o poço, a transmissão ao registrador, o registrador e, ainda, as escalas fixas.

Maré Mista

É um tipo de marés em que existe uma grande desigualdade nos valores da preia-mar e nos valores da baixa mar.

Maré Morta

São as marés de pequena amplitude que ocorrem semi-mensalmente em resultado de a Lua se encontrar no primeiro ou no terceiro quarto.

Marés Diurnas

São marés com períodos de 1 dia, aproximadamente.

Marés Devidas à Radiação

São marés causadas pela radiação solar. Tal como as marés gravitacionais, mas ao contrário dos efeitos meteorológicos, são coerentes no tempo.

Marés de Longo Período

São marés com períodos de 1 ano, 6 meses, 1 mês ou 2 semanas.

Marés Não Lineares

São marés que se produzem em águas pouco profundas ou em consequência de atritos e cujos períodos equivalem a 4, 6, 8 ou mais ciclos por dia.

Marés Semi-Diurnas

São marés com períodos de 12 horas, aproximadamente.

Maré Viva

São marés de maior amplitude, que ocorrem semi-mensalmente, em resultado da Lua nova ou cheia.

Máxima Baixa-Mar

É a baixa-mar mais elevada de um dia determinado.

Máxima Preia-Mar

É a preia-mar mais alta de um dia determinado.

Média das Preia-Mar Máximas

É a média aritmética dos valores de todas as máximas preia-mar durante um período determinado.

Média das Baixa-Mar Mínimas

É a média aritmética dos valores das mínimas baixa-mar durante um período.

Mínima Baixa-Mar

É a mais baixa das baixa-mar de um determinado dia.

Mínima Preia-Mar

É a mais baixa das preia-mar de um determinado dia.

Modulações Sazonais

São variações do nível do mar com escalas temporais características de 1 ano e de 6 meses. Parte das modulações sazonais está relacionada com as marés de longo período e por isso inclui-se nas previsões maregráficas.

Níveis Extremos Máximos e Mínimos

São, respectivamente, os níveis mais baixo e mais alto atingidos pelo mar durante um determinado período.

Nível do Mar

É o nível da superfície do mar, observados a qual quer hora, relativamente a um datum pré-definido.

Nível da Maré

É a parte do nível do mar observado que corresponde às forças geradoras das marés e, deste modo, pode ser prevista a partir de um conjunto de constantes harmônicas.

Nível Médio do Mar

É o valor médio do nível do mar, extraído de uma longa sucessão de dados adequados.

Nível Médio da Maré

É a média aritmética da preia-mar média e da baixa-mar média.

Nível das Ondas de Tempestade (Surges)

É a componente induzida meteorologicamente, por vezes chamada "resíduo da maré". Não é previsível numa sequência cronológica, mas a sua estatística apresenta alguma regularidade.

Orifício de Entrada da Água

É o pequeno orifício situado no fundo do poço ou perto dele, através do qual circula a água durante os ciclos da maré. A dimensão e forma do orifício é determinada em função da área da secção horizontal do poço, de modo a obter o máximo amortecimento contra oscilações indesejáveis, sem causar uma diferença significativa no valor da maré observado. Pode existir mais do que um orifício.

Poço

É o tubo dentro do qual se move o flutuador, para cima e para baixo, consoante o movimento da maré.

Preia-Mar Média

É a média aritmética de todos os valores de preia-mar durante um período.

Preia-Mar Média das Marés Mortas

É a média aritmética dos valores das preia-mar verificados durante um período de marés mortas.

Preia-Mar Média das Marés Vivas

É a média aritmética dos valores das preia-mar verificados durante um período de marés vivas.

Registador

É o componente do marégrafo automático que regista o nível e a hora da maré.

O registo pode ser um gráfico em papel apropriado, fita perfurada ou banda magnética. O registador pode estar perto do centro de controlo ou ser de registo remoto.

Registo Gráfico

É a curva nível/hora executada pelo registador.

Seiche

Um seiche é uma oscilação de curto período que ocorre num porto, baía ou golfo, equivalente às oscilações da água num prato, e não está relacionado com as marés propriamente ditas.

Sonda de Calibração

É um eléctrodo concebido para determinar o nível da água por contacto.

Em algumas instalações coloca-se uma sonda a um nível pré-determinado, de modo a produzir uma marca no gráfico todas as vezes que o nível da água a atinge. Também se empregam sondas manuais para verificar o nível da água no poço.

Tendência Secular

É a tendência, não periódica, do nível do mar para subir, descer e/ou permanecer estacionário ao longo do tempo.

Tsunami

Onda progressiva em água pouco profunda, causada por um sismo submarino, podendo ter consequências catastróficas.

Zero do Marégrafo

O mesmo que Datum do Marégrafo.