



MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL  
MARINHA

# ANAIIS

DO

# INSTITUTO HIDROGRÁFICO



---

---

# ANAIIS DO INSTITUTO HIDROGRÁFICO

---

---

N.º 13

1992/3/4



MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL

MARINHA



PORTUGAL

---

**Direcção, Redacção e Administração:**

Instituto Hidrográfico  
Rua das Trinas, 49  
1296 Lisboa Codex  
Telefones 395 51 19 / 397 05 68 / 397 85 19  
Telex 65 990 HIDROG P  
Telefax 3960515

**Editor:**

Direcção dos Serviços de Documentação  
Serviço de Publicações

**Comissão de Redacção:**

Tito João Abrantes Serras Simões, capitão-de-mar-e-guerra  
Luís da Franca de Medeiros Alves, capitão-de-mar-e-guerra  
Carlos Nelson Lopes da Costa, capitão-tenente  
Emanuel Maria de Montenegro Ferreira Coelho, capitão-tenente  
Carlos Miguel Reis Silva Oliveira Lemos, capitão-tenente  
Maria Manuela Pereira Matos, assessor principal  
Maria do Pilar C.S.F. Correia Pestana da Silva, técnico superior principal  
Maria Helena Martins Tavares Roque, técnico superior de 1.ª classe

---

Os artigos assinados são da responsabilidade dos seus autores

---

Capa — Fotografia cedida pela Dr.ª Aurora Rodrigues  
Contracapa — Pormenor do Planisfério de Cantino, 1502

---

© COPYRIGHT 1995 — Instituto Hidrográfico  
Autorizada a transcrição  
quando acompanhada da indicação  
do autor e origem

---

# ÍNDICE

## INDEX

- **NOTA DE ABERTURA** ..... 4  
FOREWORD
  
- **INFORMATIZAÇÃO DAS PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA DE NAVIOS**  
**Sistema PPGM** ..... 7  
*João Luís Vieira Filipe*  
*Primeiro-tenente SEH*  
*Adjunto do Director Técnico*  
*Instituto Hidrográfico*
  
- **HIDROSIS/PC — SISTEMA PORTÁTIL DE AQUISIÇÃO DE DADOS HIDROGRÁFICOS** 17  
*José A. F. Oliveira Robalo*  
*Primeiro-tenente SEH*  
*Engenheiro Electrotécnico (IST)*  
*Adjunto do Chefe da Divisão de Levantamentos*  
*Instituto Hidrográfico*
  
- **CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA DE MACAU** ..... 23  
*Carlos Nelson Lopes da Costa*  
*Capitão-tenente EH*  
*Chefe da Divisão de Ondas e Marés*  
*Instituto Hidrográfico*
  
- **UM MÉTODO EXPEDITO PARA PREVISÃO DE CONDIÇÕES DE REBENTAÇÃO**  
**EM OPERAÇÕES ANFÍBIAS** ..... 31  
*Carlos M. Lemos*  
*Capitão-tenente EH*  
*Adjunto do Chefe da Divisão de Ondas e Marés*  
*Instituto Hidrográfico*
  
- **AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA** ..... 35  
*Mariana Domingas Simões da Costa*  
*Licenciada em Matemática*  
*Assessora Principal*  
*Instituto Hidrográfico*
  
- **ESTIMAÇÃO DO ESPECTRO DIRECCIONAL DA AGITAÇÃO MARÍTIMA** ..... 41  
*Dulce Gomes*  
*Licenciada em Matemática*  
*Universidade de Évora*  
*Estagiária na Divisão de Ondas e Marés*  
*Instituto Hidrográfico*

• IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE DERRAMES DE PETRÓLEO .....	49
<i>José Luís Biscaya</i>	
<i>Licenciado em Ciências Físico-Químicas</i>	
<i>Assessor Principal</i>	
<i>Instituto Hidrográfico</i>	
<i>Higuialdo Chaves das Neves</i>	
<i>Professor Catedrático</i>	
<i>Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia</i>	
<i>Universidade Nova de Lisboa</i>	
• ESTRUTURA GEOLÓGICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL A NORTE DO PARALELO 41° N .....	59
<i>Aurora Rodrigues</i>	
<i>Licenciada em Geologia</i>	
<i>Instituto Hidrográfico</i>	
<i>António Ribeiro</i>	
<i>Professor Catedrático</i>	
<i>Dep. Geologia da Univ. Lisboa</i>	
• PADRÃO GENÉRICO DE DISTRIBUIÇÃO DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA A NORTE DE ESPINHO .....	69
<i>Fernando Magalhães</i>	
<i>Mestre em Geologia Económica</i>	
<i>Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica</i>	
<i>Museu Nacional de História Natural</i>	
• O MAR E OS RECURSOS INFORMATIVOS EM PORTUGAL .....	77
<i>Maria Ernestina de Castro</i>	
<i>Bibliotecária — Assessora Principal</i>	
<i>Direcção-Geral de Portos, Navegação e Transportes Marítimos</i>	
• CALCULATING THE SHAPE OF A TOWED ACOUSTIC ARRAY .....	83
<i>Eduardo S. Dias</i>	
<i>Capitão-tenente EMT</i>	
<i>Adjunto do Chefe do Serviço de Electrotécnica</i>	
<i>Instituto Hidrográfico</i>	
• RESUMOS DE RELATÓRIOS	
1992 .....	91
1993 .....	109
1994 .....	129

## NOTA DE ABERTURA

Publicação de carácter eminentemente técnico e científico, os **Anais do Instituto Hidrográfico** constituem um valioso contributo no domínio informativo nomeadamente para o conhecimento de estudos e projectos desenvolvidos por esta Instituição.

Consciente das suas responsabilidades sobretudo nas áreas da Hidrografia, Oceanografia e Navegação, o Instituto Hidrográfico persiste na sua edição periódica, não obstante as enormes dificuldades que se colocam em consequência da intensa actividade que desenvolve. Apesar da escassez de tempo disponível, os técnicos deste organismo da Marinha não descuidaram uma vez mais a qualidade, o rigor e o valor técnico que têm emprestado aos trabalhos que nele publicam.

Como já vem sendo hábito, os **Anais do Instituto Hidrográfico** continuam a acolher a valiosa colaboração dispensada por pessoas que, embora não pertencendo aos quadros do Instituto Hidrográfico, reconhecem nesta publicação o veículo apropriado para a transmissão dos seus conhecimentos científicos e técnicos, facto que atesta o seu elevado nível e valor.

Através desta publicação, a comunidade científica fica seguramente mais familiarizada com uma das missões que incumbe à Marinha realizar através do Instituto Hidrográfico, reconhecidamente de elevado interesse social e nacional.

O Director-Geral,

*José Augusto de Moraes Sarmiento Gouveia*

Vice-Almirante

## INTRODUCTION

*The Annals of the Hydrographic Institute, a work of an eminently technical and scientific nature, is a valuable contribution to the field of information, particularly with regard to the studies and projects carried out by this institution.*

*Aware of its responsibilities, specially in the area of Hydrography, Oceanography and Navigation, the Hydrographic Institute persists in its periodic publication, notwithstanding the enormous difficulties with which it is faced as a result of the great deal of activity carried out. Despite the lack of available time, the technicians of this department of the Navy have not forsaken, once again, the quality, accuracy and technical value that they are wont to lend to the works published herein.*

*As has been customary, the Annals of the Hydrographic Institute continue to welcome the valuable co-operation provided by people who, despite not belonging to the cadres of the Institute, see this publication as a suitable vehicle to pass on their scientific and technical knowledge, bearing witness to its very high standing.*

*The scientific community, through this publication, will surely become more familiar with one of the missions entrusted to the Navy through the Hydrographic Institute, clearly of great social and national interest.*

The Director General

*José Augusto de Moraes Sarmiento Gouveia*

V/Adm.



# INFORMATIZAÇÃO DAS PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA DE NAVIOS

## Sistema PPGM

*João Luís Vieira Filipe*  
Primeiro-tenente SEH  
Adjunto do Director Técnico  
Instituto Hidrográfico

**RESUMO** — O Sistema PPGM é um conjunto de aplicações informáticas desenvolvidas e em uso no Instituto Hidrográfico que tem por finalidade efectuar o traçado de gráficos e quadros resumos respeitantes às provas de governo e manobra dos navios da Marinha de Guerra Portuguesa ou de navios mercantes sempre que solicitadas por estaleiros ou armadores. Este Sistema possibilita uma maior rapidez no processamento dos dados em relação ao método manual utilizado anteriormente. Requer um computador tipo IBM-PC com sistema operativo MS-DOS 5.0 e um traçador com ligação HP-IB.

**ABSTRACT** — *The PPGM System is a software package developed and in use by the Instituto Hidrográfico which aim is the automatic production of maps, graphics and tables concerning the manoeuvring trials of warships and merchant ships whenever demanded by shipyards or shipowners. PPGM provides a faster data processing than the manual method formerly used. It requires an IBM-PC computer with MS-DOS 5.0 operating system and a HP-IB plotter.*

### 1. INTRODUÇÃO

Todos os navios devem possuir qualidades de manobra que lhes permitam manter o rumo, guinar, operar a velocidades relativamente baixas e parar de um modo satisfatório. Por outro lado o seu conhecimento é essencial à condução da navegação em águas restritas ou confinadas em segurança.

Uma vez que a maioria das qualidades de manobra (expressa através dos elementos evolutivos) são inerentes ao casco do navio, à instalação propulsora e ao sistema de governo, elas podem ser estimadas na fase de projecto e desenho do navio. No entanto, e devido à falta de definição de elementos evolutivos padrão, foram tradicionalmente relegadas para segundo plano nessa fase, resultando em navios com más qualidades de manobra, causa de muitos acidentes marítimos.

Sendo as qualidades de manobra de um navio preocupação das autoridades marítimas nacionais e internacionais, nomeadamente a Organização Marítima Internacional (OMI), começaram a surgir nos anos 80 normativos de qualidades de manobra para integração na fase de projecto e que são determinadas ou confirmadas com a execução de provas de governo e manobra após a construção estar concluída ou sempre que sejam introduzidas no navio alterações estruturais, ou outras, que possam alterar o seu comportamento.

A atestar a importância destas provas está o facto de haver países que interdita a entrada nos seus portos a todos os navios que as não apresentem.

Os tipos e especificações das provas de governo e manobra têm vindo constantemente a evoluir, por forma a que a previsão do comportamento do navio nas diversas situações de navegação seja o mais realista possível.

O Instituto Hidrográfico (IH) é a entidade responsável pela execução das provas de governo e manobra dos navios da Marinha, tendo também sido frequentemente contratado por estaleiros e armadores para efectuar as provas de diversos navios.

Tradicionalmente o processamento dos dados destas provas (cálculos, traçados de gráficos e mapas) era feito manualmente, o que implicava alguma morosidade. Com o Sistema PPGM pretendeu-se sobretudo conseguir uma redução significativa do tempo de processamento, objectivo que foi plenamente conseguido.

### 2. TIPOS DE PROVAS

São vários os tipos de provas actualmente efectuadas pelo IH, nomeadamente:

- *Provas de velocidade*, também conhecidas por *corrida da milha*, em que se determina a velocidade



média do navio para diversos regimes de potência da máquina;

- *Provas de paragem — extinção natural de velocidade*, onde após a máquina ter atingido um regime de potência pretendido inicia-se a prova com a ordem de parar a máquina, determinando-se o espaço percorrido e o tempo decorrido entre o início da prova, o momento em que a máquina parou, e o momento em que o navio parou;
- *Provas de paragem — extinção forçada de velocidade*, em tudo semelhantes ao tipo de prova anterior apenas com a diferença de que em vez da ordem de parar a máquina é dada ordem de máquina a ré para um determinado regime de potência;
- *Curvas de giração*, em que se determina o comportamento do navio, atingido um determinado regime de potência da máquina, se introduz e mantém um determinado valor fixo de ângulo de leme até o navio descrever uma curva de 360 ou 540 graus;
- *Provas de zig-zag*, em que se determinam as características de governo do navio, nomeadamente a sua estabilidade ou instabilidade de governo. As características determinadas poderão levar à realização de outras provas em que se aprofunda o estudo da estabilidade de governo do navio.

### 3. A EXECUÇÃO DAS PROVAS

As provas são normalmente conduzidas por oficiais da Divisão de Navegação do IH, com o apoio de pessoal e material de outras Divisões e Brigadas Hidrográficas do IH.

Para a execução das provas é previamente seleccionado um local em que as condições de mar sejam favoráveis, isto é, com pequena ondulação, corrente reduzida, profundidade mínima adequada relativamente ao calado do navio.

é importante que as condições meteorológicas sejam boas.

Durante a execução e a intervalos de tempo regulares (normalmente 10 segundos) são recolhidos os seguintes dados:

- hora;
- proa do navio;
- velocidade indicada pelo odómetro;
- inclinação do navio;
- regime de rotação da máquina;
- número de rotações do veio do hélice (ou percentagem do passo do hélice);
- elementos para o cálculo da posição do navio.

Antes de iniciada e no fim da prova são também recolhidos os seguintes dados:

- força do vento;
- direcção do vento.

Para o cálculo da posição do navio o IH tem utilizado o sistema de radioposicionamento TRISPONDER que fornece distâncias a estações colocadas em terra, em pontos de coordenadas conhecidas. O rigor destas distâncias é de 1 metro.

Como se deduz, cada tipo de prova é executado diversas vezes variando basicamente parâmetros como sejam o regime de rotações da máquina (ou o passo do hélice), o ângulo de leme ou ainda, no caso dos navios mercantes, a condição de carregado ou apenas lastrado.

Daqui se conclui ser muito grande a quantidade de dados recolhidos para posterior processamento.

### 4. O PROCESSAMENTO CLÁSSICO

Até 1993 o processamento dos dados era feito manualmente, com excepção do cálculo e implantação prévia do posicionamento do navio, obtido num traçador assistido por um computador HP 1000. As restantes operações de processamento (determinação da velocidade média do navio para os vários regimes da máquina, cálculo dos afastamentos laterais e avanços, traçados dos trajectos percorridos, de gráficos de variação da proa, da velocidade, da marcha da guinada, do afastamento lateral, do avanço, da variação do regime da máquina, da variação do passo do hélice, da variação da inclinação, quadros resumo, etc.) eram esboçados em papel milimétrico pelo oficial executante das provas.

Estes esboços eram ainda completados com as legendas adequadas a cada tipo de prova.

Terminada esta fase, os esboços eram enviados para a Divisão de Cartografia Náutica do IH onde um desenhador traçava em papel vegetal a versão final dos diversos gráficos e quadros.

Para as legendas recorria-se a processos de fotocomposição utilizando-se material despeliculável, o que sempre permitia economizar algum tempo.

Finalmente, todo o trabalho era verificado pelo oficial executante e corrigido pelo desenhador o número de vezes necessárias até se obter um original perfeito.

Para se ter uma ideia da morosidade deste método pode dizer-se que o processamento de um conjunto de provas completo, que poderia ocupar dois dias de execução no mar, poderia demorar, em gabinete, dois a três meses.

### 5. O PROCESSAMENTO INFORMATIZADO

Perante a morosidade do método clássico, equacionou-se em Março de 1993 a possibilidade de informatizar todo o processamento. Dos estudos prévios efectuados concluiu-se ser viável, tendo-se iniciado o desenvolvimento de um conjunto de aplicações informáticas específicas para o fim em vista. A este conjunto de aplicações foi dada a designação de Sistema PPGM (Sistema de Processamento de Provas de Governo e Manobra).

Em Dezembro de 1993 e Janeiro de 1994 foram efectuadas as provas de governo e manobra do N/M *Bernd* acabado de construir nos Estaleiros Navais de Viana do Castelo. O Sistema PPGM já se encontrava suficientemente desenvolvido para poder ser utilizado no processamento dos dados destas provas. Para este efeito o posicionamento do navio foi obtido de um modo diferente do habitual, tendo-se recorrido ao Sistema HIDROSIS.

Este sistema concebido no IH e de utilização corrente em hidrografia, utiliza um computador tipo IBM-PC portátil que recebe a informação das distâncias medidas pelo TRISPONDER, grava-as em suporte magnético e efectua ainda o cálculo do posicionamento do navio. O intervalo de aquisição das distâncias é definido pelo operador, tendo a experiência demonstrado ser ideal a aquisição de segundo a segundo. Com este processo a parte do cálculo ficou assim simplificada, obtendo-se ainda uma maior quantidade de informação do que pelo processo anteriormente utilizado.

A recolha dos dados efectuada manualmente manteve-se com os intervalos de tempo anteriormente referidos por razões de exequibilidade de registo.

Há ainda a vantagem complementar de se poder visualizar no ecrã o posicionamento obtido, imediatamente após a conclusão da prova, recorrendo-se neste caso ao Sistema HIDRO, um sistema semi-automático de processamento de dados hidrográficos também desenvolvido no IH e sistematicamente utilizado pelas Brigadas Hidrográficas.

## 6. O SISTEMA PPGM

Na sua actual versão o conjunto de aplicações informáticas que constituem o Sistema PPGM (cerca de 60) necessita de um computador tipo IBM-PC com sistema operativo MS-DOS 5.0 ou superior e um traçador *plotter*, com interligação HP-IB.

Foi utilizada a linguagem de programação QuickBasic versão 4.0 da MicroSoft.

Uma vez efectuado automaticamente o cálculo do posicionamento e gravado em suporte magnético ordenadamente (um ficheiro por cada prova efectuada) o processamento com Sistema PPGM desenvolve-se nas seguintes fases:

1. *Gravação de dados genéricos* comuns a todo o tipo de provas e que constituirão parte da legenda, contendo o posto e nome do oficial que conduziu as provas, o nome do navio e do construtor, o local de execução das provas, a profundidade mínima do local e o sistema de posicionamento utilizado.
2. *Verificação e validação do posicionamento* efectuada a partir do ficheiro de posicionamento original, por visualização no ecrã ou traçado em papel formato A3, na escala que se pretender, com indicação do número da posição e a hora, a partir dos dados contidos no ficheiro original.
3. *Duplicação parcial do ficheiro de posicionamento* uma vez validado o posicionamento. O ficheiro original nunca é alterado e a partir desta fase passa-se a trabalhar sempre sobre uma parte duplicada e designada por «ficheiro de trabalho».
4. *Gravação dos valores de proa e velocidade do odómetro*, obtidos durante a execução de cada prova, no ficheiro de trabalho, contendo já as horas e as coordenadas de cada posição ocupada pelo navio em cada momento.
 

São ainda criados ficheiros específicos com dados do número de rotações do veio, do passo do hélice e da inclinação do navio, ficheiros estes que ficam automaticamente indexados ao da prova a que dizem respeito.
5. *Finalização da legenda* com dados próprios de cada prova, como sejam o estado do mar, a direcção e força do vento, a data da execução da prova, a velocidade média do navio, o calado a vante e a ré, o comprimento do navio e a distancia da proa à antena do sistema de posicionamento utilizado.
6. *Traçado dos mapas e gráficos finais* de cada prova:
  - a) *Provas de velocidade*:
    - mapas com implantação dos trajectos percorridos pelo navio e tempo decorrido entre o início e fim da prova, com determinação da velocidade média verificada (as provas são agrupadas de acordo com os regimes da máquina utilizados);
    - quadros resumo, de acordo com a situação do navio (lastrado ou carregado) e com a indicação do regime da máquina, direcção do vento, proa, distância percorrida, velocidade verificada em cada corrida e velocidade média.
  - b) *Provas de paragem — extinção natural de velocidade*:
    - mapa indicando o regime de rotações, o traçado do trajecto do navio, o avanço, o afastamento lateral e o tempo que decorreu desde o momento em que foi dada a ordem de parar a máquina até o navio parar, incluindo a posição e o tempo em que a máquina parou;
    - gráfico da velocidade do navio durante a prova e da distância percorrida;
    - gráficos do regime de rotações do veio, do passo do hélice e da inclinação do navio durante a execução de cada uma das provas;
    - quadro resumo deste tipo de prova.
  - c) *Provas de paragem — extinção forçada de velocidade*:
    - mapas, gráficos e quadros semelhantes aos elaborados para a prova anterior, sendo ainda indicado o tempo decorrido entre o momento

em que a máquina arrancou a ré até atingir o regime pretendido.

d) *Curvas de giração:*

- mapa com a indicação do ângulo de leme metido e o bordo, indicações específicas em inglês referentes a cada prova, o regime da máquina, o afastamento lateral, o avanço, o tempo decorrido até o navio atingir as proas de 90, 180, 270 e 360 graus, estando prevista a execução de provas com guinada até 540 graus;
- gráficos da variação da proa, da marcha da guinada e da velocidade observada durante a execução da prova;
- gráfico com o traçado conjunto dos avanços verificados em todas as provas efectuadas com o mesmo regime da máquina (variando, portanto, apenas o ângulo de leme);
- gráfico com o traçado conjunto dos afastamentos laterais verificados em todas as provas efectuadas com o mesmo regime de máquina (variando, portanto, apenas o ângulo de leme);
- gráficos do regime de rotações do veio, do passo do hélice e da inclinação do navio durante a execução de cada uma das provas;
- mapa resumo de todas as provas, com determinação dos tempos decorridos entre o início da prova e até o navio atingir as guinadas de 30, 60, 90, 120, 150, 180 graus (diâmetro táctico), o tempo de guinada para 360 graus, o tempo até atingir o afastamento lateral e o avanço máximos.

e) *Provas de zig-zag:*

- mapas com a indicação da quantidade de leme metido, traçado do trajecto percorrido pelo navio, da distância percorrida e do tempo decorrido entre o início e o fim da prova;
- gráfico do regime de rotações do veio, do passo do hélice e da inclinação do navio durante a execução de cada prova;
- gráfico com a variação da proa e da velocidade durante a prova.

Em todos os mapas em que é implantado o posicionamento do navio, com excepção dos referentes às provas de

velocidade, é representado o navio (à escala) a intervalos regulares e nas posições mais significativas, devidamente orientado à proa em que se encontrava e com a posição relativa da antena sobre o trajecto implantado.

## 7. CONCLUSÃO

Na elaboração do Sistema PPGM tiveram-se sempre em vista os seguintes objectivos:

- O rigor dos resultados, verificado sistematicamente à medida em que as diversas aplicações informáticas iam sendo desenvolvidas.  
Para o efeito foram feitas comparações com os resultados obtidos utilizando o processamento pelo método tradicional, para o mesmo conjunto de dados.
- A simplicidade de operação, tendo-se conseguido um produto em que o utilizador necessita de uma formação mínima (algumas horas).

Estes objectivos foram plenamente alcançados dispondo o IH de um método que permite reduzir substancialmente o tempo de processamento das provas de governo e manobra. Poder-se-á mesmo afirmar que os dois/três meses de processamento do conjunto de provas anteriormente referido seriam reduzidos a quinze dias, dado que o tempo necessário para o traçado informatizado de cada mapa, gráfico ou quadro resumo anteriormente referido demora entre seis e dez minutos aproximadamente.

Nas páginas seguintes encontram-se alguns exemplos do traçado de provas evolutivas, gráficos e mapas-resumo obtidos a partir de dados gerados especificamente para o efeito.

## BIBLIOGRAFIA

- ROBALO, J. A. — «HIDROSIS — Sistema Automático de Aquisição de Dados Hidrográficos», Anais do Instituto Hidrográfico, n.º 9, 1988, pp. 53/57.
- FILIPE, J. L. Vieira — «Processamento de Dados Hidrográficos — Sistema HIDRO», Anais do Instituto Hidrográfico, n.º 9, 1988, pp. 49-52.



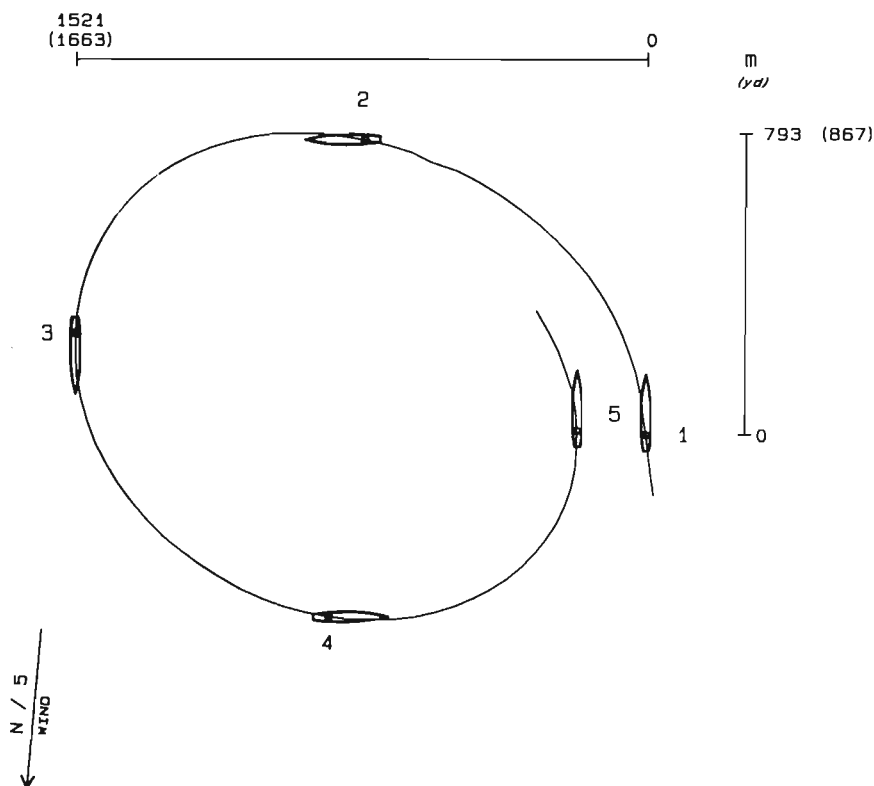
MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL  
MARINHA  
INSTITUTO HIDROGRÁFICO

INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA



- 1- ORDEM 10° LEME BB - 00 min 00 s  
10° PORT RUDDER ORDER
- 2- 90° - 03 min 10 s
- 3- 180° - 06 min 20 s
- 4- Guinada 270° - 09 min 20 s
- 5- Turn 360° - 12 min 20 s
- 6- 450° -
- 7- 540° -

**WARNING**  
The response of the N/M "AZINHEIRA" may be different from those listed if any of the following conditions upon which the maneuvering information is based are varied:  
1 - Calm weather wind 10 kn or less; calm sea;  
2 - No current;  
3 - Water dept twice the vessels draft or greater;  
4 - Clean hull;  
5 - Intermediate drafts or unusual trim.



Escala 1/ 17500

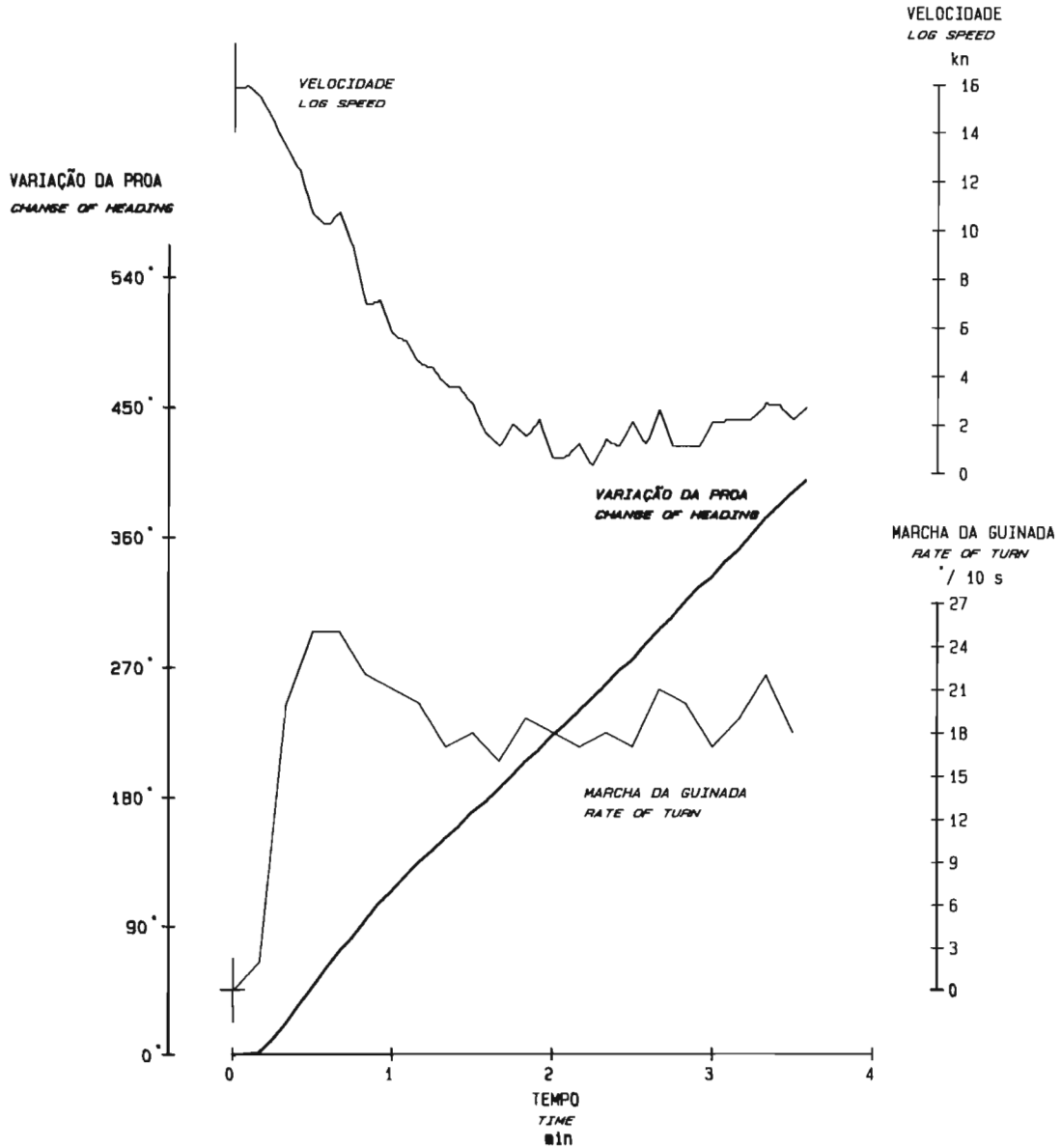
SISTEMA POSICIONAMENTO TRISPONDER POSITIONING SYSTEM		CALADO AV 4.18 m DRAUGHT AR 4.18 m	<b>CURVA DE GIRAÇÃO 10°</b> PARA BOMBORDO TURNING TEST TO PORT
PROFUNDIDADE MINIMA > 50 m MINIMUM DEPTH	DESLOCAMENTO 3285 t DISPLACEMENT	NAVIO N/M "AZINHEIRA" SHIP	
VENTO (dir./Beaufort) N / 5 WIND	ENCRSPADO SMOOTH ENCRESPO	MAQUINAS AV4 ENGINES 40% ahead	CONSTRUTOR ESTALEIRDS NAVAIS SHIPBUILDER
VAGA SEA STATE	VEL. (aprox) 15 kn SPEED (aprox)	LOCAL VIANA DO CASTELO TRIAL AREA	O OFICIAL CTEN J. GOMES THE OFFICER

4210BB.P05



MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL  
MARINHA  
INSTITUTO HIDROGRÁFICO

INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA



R03588.P05	SISTEMA POSICIONAMENTO TRISPONDER <i>POSITIONING SYSTEM</i>	CALADO AV 3.0 m DRAUGHT AR 3.8 m	<b>CURVA DE GIRAÇÃO 35°</b> PARA BOMBORDO <i>TURNING TEST TO PORT</i>  NAVIO N/M "AZINHEIRA" <i>SHIP</i>  CONSTRUTOR ESTALEIROS NAVAIS <i>SHIPBUILDER</i>	
	PROFUNDIDADE MÍNIMA > 50 m <i>MEDIUM DEPTH</i>	DESLOCAMENTO 3670 t <i>DISPLACEMENT</i>		
	VENTO (dir./Beaufort) N / 6 <i>WIND</i>	MAQUINAS 100% PMC <i>ENGINES 100% MCP</i>		
VAGA <i>SEA STATE</i>	CAVADO MODERATE	VEL. (aprox) 15.1 kn <i>SPEED (approx)</i>		
LOCAL VIANA DO CASTELO <i>TRIAL AREA</i>	DATA 94 JAN 94 <i>DATE</i>	O OFICIAL CTEN J. GOMES <i>THE OFFICER</i>		

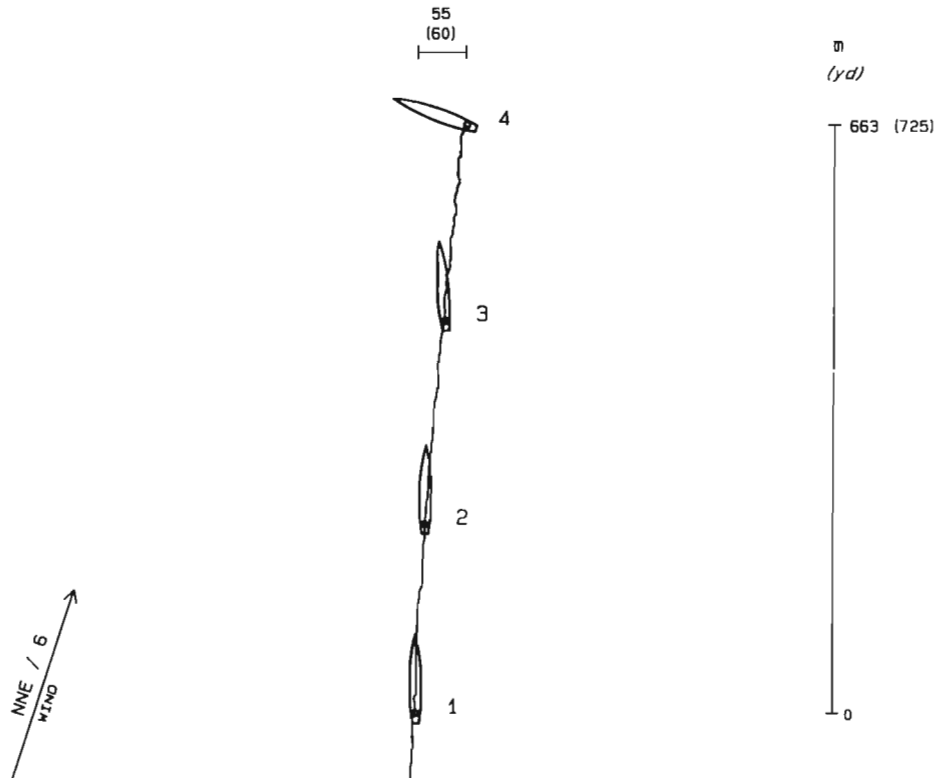


INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA



- 1 - 00 min 00 s - ORDEM 'MÁQUINA ARTF'  
*'FULL ASTERN ENGINES' ORDER*
- 2 - 00 min 29 s - MÁQUINA ARRANCOU A RÉ  
*ENGINES STARTED ASTERN*
- 3 - 01 min 11 s - MÁQUINA ARTF  
*ENGINES FULL ASTERN*
- 4 - 02 min 25 s - NAVIO PARADO  
*SHIP STOPPED*

**WARNING**  
The response of the N/M "AZINHEIRA" may be different from those listed if any of the following conditions upon which the maneuvering information is based are varied:  
1 - Calm weather wind 10 kn or less; calm sea;  
2 - No current;  
3 - Water dept twice the vessels draft or greater;  
4 - Clean hull;  
5 - Intermediate drafts or unusual trim.



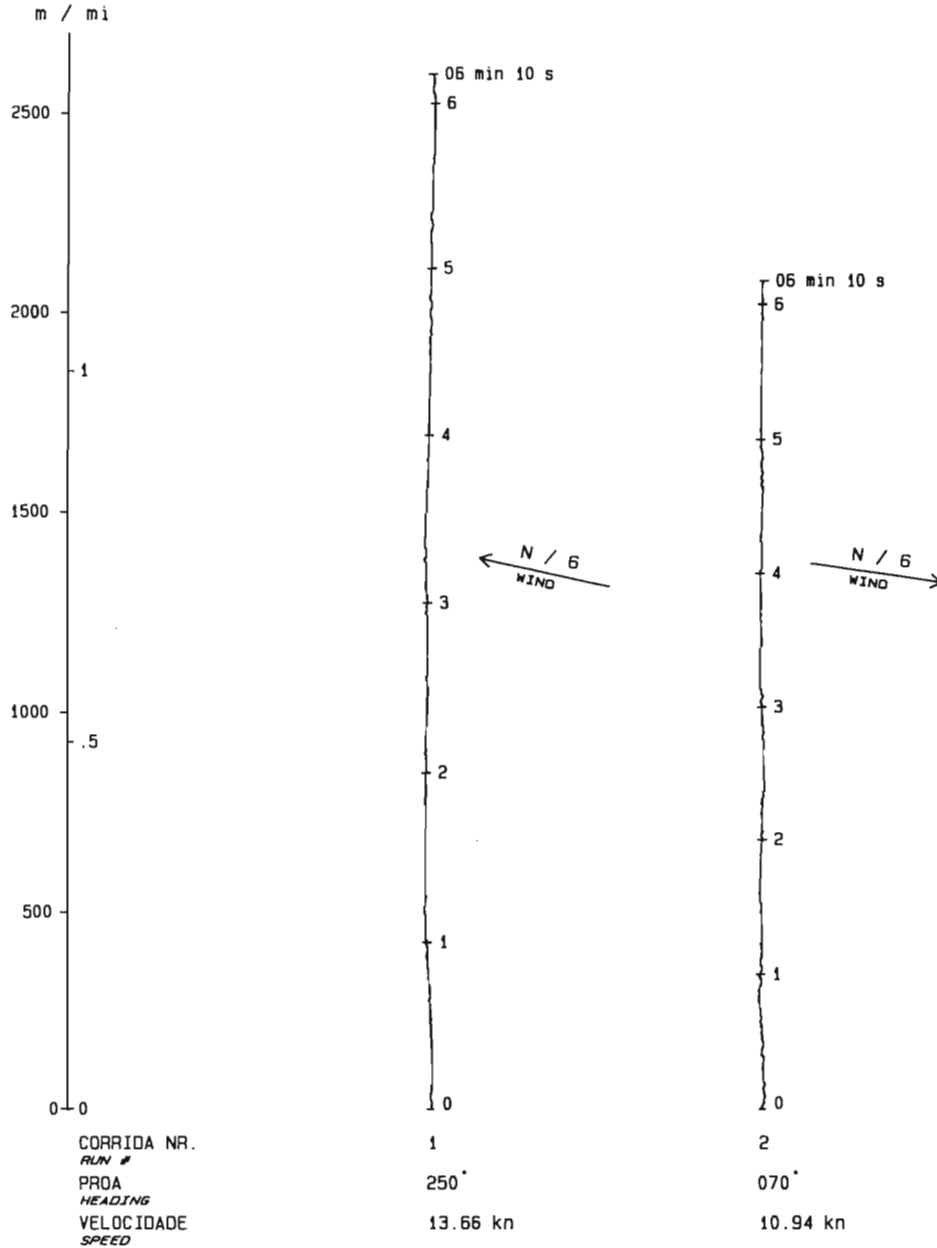
MÁQUINAS: AVMF / ARTF  
ENGINES: HALF AHEAD / FULL ASTERN

Escala 1/ 7500

SDEP2.POS	SISTEMA POSICIONAMENTO TRISPONDER <i>POSITIONING SYSTEM</i>	CALADO AV 3.0 m <i>DRAUGHT AR 3.8 m</i>	<b>EXTINÇÃO FORÇADA DE VELOCIDADE</b>  <i>CRASH STOP</i>	
	PROFUNDIDADE MINIMA > 50 m <i>MINIMUM DEPTH</i>	DESLOCAMENTO 3670 t <i>DISPLACEMENT</i>		
	VENTO (dir./Beaufort) NNE / 6 <i>WIND</i>		NAVIO N/M "AZINHEIRA" <i>SHIP</i>	
	VAGA CAVADO <i>SEA STATE MODERATE</i>	VEL. (aprox) 13.8 kn <i>SPEED (aprox)</i>	CONSTRUTOR ESTALEIROS NAVAIS <i>SHIPBUILDER</i>	
	LOCAL VIANA DO CASTELO <i>TRIAL AREA</i>	DATA 24 JAN 94 <i>DATE 24 JAN 94</i>	O OFICIAL CTEN J. GOMES <i>THE OFFICER</i>	



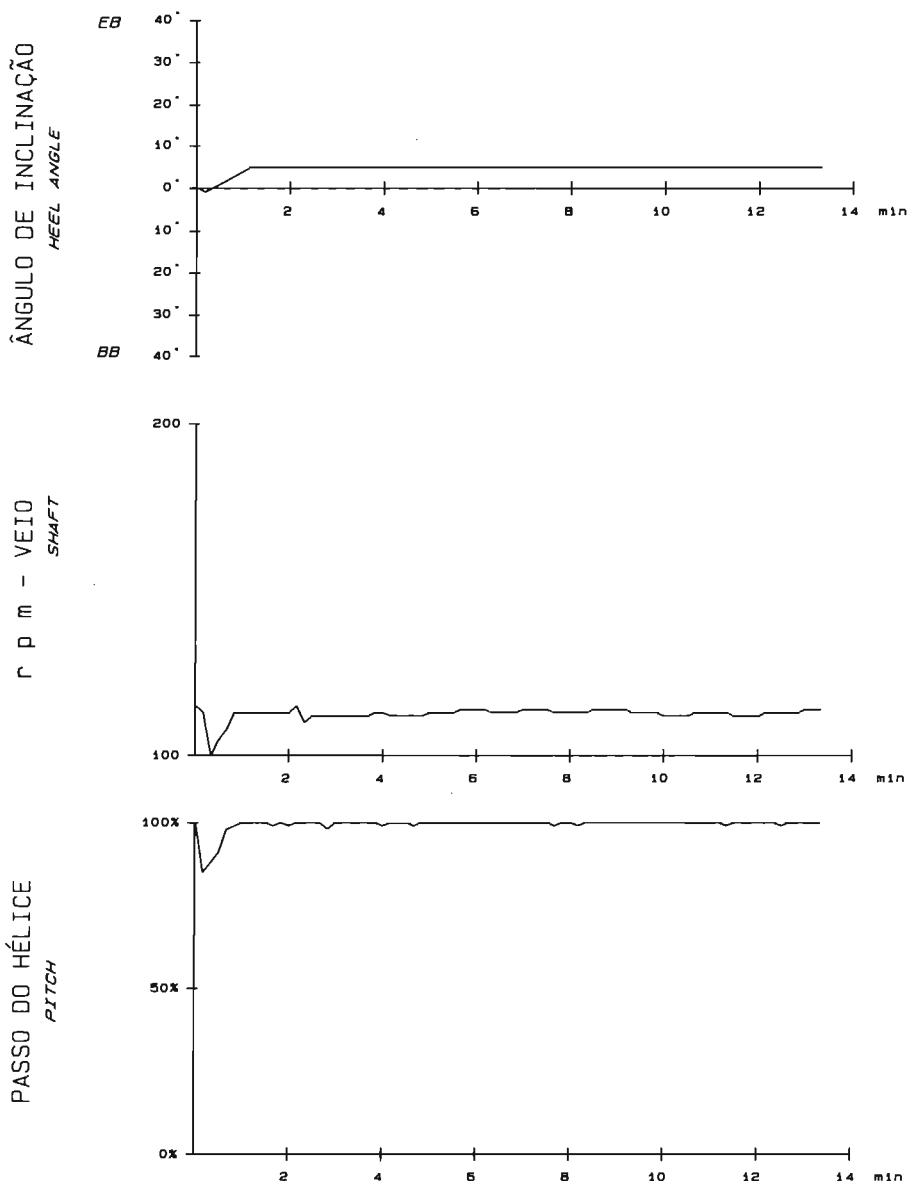
INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA



GRUPO 1	SISTEMA POSICIONAMENTO TRISPONDER POSITIONING SYSTEM		CALADO AV 3.1 m DRAUGHT AR 3.7 m	<b>PROVA DE VELOCIDADE</b>  SPEED TEST  NAVIO N/M "AZINHEIRA" SHIP  CONSTRUTOR ESTALEIROS NAVAIS SHIPBUILDER	
	PROFUNDIDADE MINIMA > 50 m MINIMUM DEPTH		DESLOCAMENTO 3670 t DISPLACEMENT		
VENTO (dir./Beaufort) N / 6 WIND		MAQUINAS 50% PMC ENGINES 50% MCR			
VAGA CAVADO SEA STATE MODERATE		VELOCIDADE 12.3 kn SPEED			
LOCAL VIANA DO CASTELO TRIAL AREA		DATA 19 JAN 94 DATE 19 JAN 94	O OFICIAL CTEN J. GOMES THE OFFICER		



INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA



SISTEMA POSICIONAMENTO TRISPONDER POSITIONING SYSTEM		CALADO AV 4.18 m DRAUGHT AR 4.18 m	CURVA DE GIRAÇÃO 10° PARA BOMBORDO TURNING TEST TO PORT	
PROFUNDIDADE MINIMA MINIMUM DEPTH	> 50 m	DESLOCAMENTO 3285 t DISPLACEMENT		
VENTO (dir./Beaufort) WIND	N / 5	MAQUINAS AV4 ENGINES 40% ahead	NAVIO N/M "AZINHEIRA" SHIP	
VAGA SEA STATE	ENCRESPAADO SMOOTH	VEL. (aprox) 15 kn SPEED	CONSTRUTOR SHIPBUILDER	ESTALEIROS NAVAIS
LOCAL VIANA DO CASTELO TRIAL AREA	DATA 25 AGO 93 DATE 25 AUG 93	O OFICIAL CTEN J. GOMES THE OFFICER		

AN10BB.L.PDS



INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA

N/M "AZINHEIRA"

CURVAS DE GIRAÇÃO COM MAQ'S AV 4

TURNING CIRCLES HALF AHEAD



RESUMO

ABSTRACT

		ANGULO DE LEME RUDDER ANGLE	
		10°	
GUINADA TURN	PARAMETRO PARAMETER	B B PORT	E B STBD
30°	TEMPO TIME	01 10	01 10
	AVANCO ADVANCE	369 (403)	394 (430)
	AFAST. LAT. TRANSFER	121 (132)	36 (39)
60°	TEMPO TIME	02 00	02 20
	AVANCO ADVANCE	594 (649)	681 (744)
	AFAST. LAT. TRANSFER	339 (370)	274 (299)
90°	TEMPO TIME	03 10	03 30
	AVANCO ADVANCE	776 (848)	785 (858)
	AFAST. LAT. TRANSFER	753 (823)	660 (721)
120°	TEMPO TIME	04 10	04 40
	AVANCO ADVANCE	770 (842)	689 (753)
	AFAST. LAT. TRANSFER	1110 (1213)	1087 (1188)
150°	TEMPO TIME	05 10	05 50
	AVANCO ADVANCE	609 (666)	418 (457)
	AFAST. LAT. TRANSFER	1387 (1516)	1433 (1567)
180°	TEMPO TIME	06 20	06 50
	AVANCO ADVANCE	266 (290)	103 (112)
	OIAM. TACTICO TACT. DIAMETER	1521 (1663)	1587 (1735)
AV. MÁXIMO MAX. ADVANCE	TEMPO TIME	03 40	03 30
	DISTANCIA DISTANCE	794 (868)	785 (859)
AF. LAT. MÁXIMO MAX. TRANSFER	TEMPO TIME	06 20	07 10
	DISTANCIA DISTANCE	1521 (1663)	1599 (1749)
TEMPO DE ROTACAO (360°) ROTATION TIME		12 20	13 40

Avanço e afastamento lateral em metros e (jardas) - Advance and transfer in meters and (yards)  
Tempo em minutos e segundos - Time in minutes and seconds

# HIDROSIS/PC

## SISTEMA PORTÁTIL DE AQUISIÇÃO DE DADOS HIDROGRÁFICOS

*José A. F. Oliveira Robalo*

*Primeiro-tenente SEH*

*Engenheiro Electrotécnico (IST)*

*Adjunto do Chefe da Divisão de Levantamentos*

*Instituto Hidrográfico*

**RESUMO** — O sistema HIDROSIS é utilizado pelo Instituto Hidrográfico em levantamentos hidrográficos desde 1989. Os equipamentos que o compõem são no entanto bastante volumosos pelo que só pode ser utilizado a bordo de Navios Hidrográficos. A necessidade de efectuar aquisição automática de dados a bordo de pequenas embarcações de sondagem deu origem ao desenvolvimento do sistema portátil HIDROSIS/PC, baseado num computador do tipo IBM-PC, com sistema operativo MS-DOS.

**ABSTRACT** — *The HIDROSIS system has been used by the Instituto Hidrográfico in hydrographic surveys since 1989. HIDROSIS hardware components are nevertheless very large, confining its use to Hydrographic Ships. The requirement to conduct automated hydrographic data acquisition on board small boats gave birth to the development of the portable system HIDROSIS/PC, based on IBM-PC compatible hardware with MS-DOS operating system.*

### 1. INTRODUÇÃO

O Instituto Hidrográfico (IH) concluiu em 1989 o desenvolvimento do sistema automático de aquisição de dados hidrográficos HIDROSIS, que foi instalado nos NRP *Almeida Carvalho*, *Andrómeda* e *Auriga*. O HIDROSIS está baseado num computador «Hewlett-Packard» 332, utiliza o sistema operativo UNIX e permite a recolha de dados de um sistema de posicionamento e de uma sonda e a condução do navio durante a execução de um determinado planeamento de sondagem.

A experiência recolhida com o uso do HIDROSIS permitiu avaliar a rapidez do processamento dos dados adquiridos por um sistema automático, comparativamente com os métodos clássicos. No entanto, para além dos Navios

Hidrográficos atrás referidos, utilizados sobretudo em levantamentos oceânicos e costeiros, o IH trabalha também com embarcações de sondagem onde o espaço disponível para instalação de equipamentos é geralmente muito limitado. A instalação do HIDROSIS a bordo destas embarcações, embora possível, é problemática, dado o grande volume dos equipamentos que o compõem, incompatível com a exiguidade do espaço disponível e a obrigatoriedade do fornecimento de uma tensão de alimentação de 220V AC. Fazia-se no entanto sentir a necessidade de se poder dispor do HIDROSIS a bordo de embarcações de sondagem, dado permitir facilitar o trabalho e aumentar a produtividade das Brigadas Hidrográficas. Atendendo aos factores condicionantes já referidos, foi tomada a decisão de desenvolver no IH um sistema portátil para aquisição automática de dados hidrográficos, baseado num computador do tipo IBM-PC, com sistema operativo MS-DOS. Assim nasceu o HIDROSIS/PC.

### 2. FUNÇÕES BÁSICAS DO HIDROSIS/PC

O desenvolvimento do HIDROSIS/PC teve como linhas orientadoras a obtenção de um sistema portátil e de fácil adaptação e utilização por parte do operador. Por outro lado pretendeu-se que o sistema a desenvolver não fosse demasiado dependente das capacidades do computador disponível nem muito exigente em termos de recursos.

O HIDROSIS/PC permite a recolha e gravação de dados hidrográficos a intervalos de tempo mínimos de 1 segundo, fornecendo também elementos para a condução de uma embarcação durante a execução de um planeamento de sondagem. Os dados adquiridos podem ser processados na sua quase totalidade no local do trabalho, o que permite avaliar em tempo útil a qualidade do levantamento e o modo como

foi coberta a área de sondagem. O processamento é efectuado pela equipa que executou o levantamento, sendo as capacidades do HIDROSIS/PC nesta área complementadas pelo sistema HIDRO, também desenvolvido no IH. Para garantir a compatibilidade entre estes dois sistemas, o HIDROSIS/PC permite o tratamento dos dados brutos recolhidos de modo a serem criados ficheiros de formato idêntico ao utilizado pelo sistema HIDRO. O HIDROSIS/PC proporciona uma redução muito significativa do intervalo de tempo que decorre entre a realização de um levantamento hidrográfico e a apresentação dos respectivos resultados, sobretudo pelo facto de dispensar a fase de transcrição para suporte informático dos dados recolhidos no campo, tarefa monótona e muito sujeita a erros humanos.

### 3. EQUIPAMENTOS HIDROGRÁFICOS UTILIZÁVEIS

O IH dispõe de vários sistemas de posicionamento e sondadores acústicos. Seguidamente se enumeram aqueles que podem ser utilizados pelo HIDROSIS/PC.

#### 3.1 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO

- TRISPONDER (DDMU 540 ou DDMU 542);
- GPS Normal ou Diferencial (TRIMBLE 4000AX, 4000DL ou NavTrac).

#### 3.2 SONDADORES ACÚSTICOS

- ATLAS DESO 10, 20, 22 ou 25. Dado que a sonda DESO 10 não dispõe de digitalizador, apenas é possível neste equipamento efectuar automaticamente a marca de fora.

### 4. COMPONENTES DO SISTEMA

O suporte do HIDROSIS/PC é constituído por um computador do tipo PC, cuja configuração mínima é a seguinte:

- Sistema operativo MS-DOS 5.0 ou posterior;
- CPU 80386SX/20 MHz;
- Coprocessador matemático;
- 1 MB RAM;
- Disco rígido de 20 MB;
- 1 drive de disquetes de 3".5;
- 2 portas série RS-232 ou 1 porta série e 1 porta HP-IB;
- Monitor VGA.

O coprocessador matemático não é essencial. É no entanto aconselhável que o computador a utilizar o possua, dado que a grande quantidade de cálculos a efectuar pode limitar o intervalo de tempo mínimo entre cada aquisição de dados.

O HIDROSIS/PC pode ser utilizado numa versão portátil, objectivo para o qual foi inicialmente concebido, ou numa versão de bancada. A alimentação a fornecer é de 24V DC para a versão portátil e de 220V AC para a versão de bancada. Esta última apresenta a característica de poder dispor de uma impressora e de um traçador. As figuras 1 e 2 representam as configurações das versões portátil e de bancada.

A comunicação com os equipamentos hidrográficos é assegurada pelo interface inteligente HYDROLINK, dotado de um micro-processador funcionando de modo inteiramente autónomo, cuja função é recolher os dados dos sensores, transmiti-los ao computador, e efectuar a marca de fora na sonda.

O guiamento da embarcação em sondagem é conseguido através das indicações fornecidas ao marinheiro do leme por um indicador de fiada (*left/right*). Este equipamento foi concebido e construído no IH. É controlado pelo computador através de uma linha RS-232 e pode ser alimentado a 220V AC ou 24V DC. Basicamente consiste em dois conjuntos de 10 LED (díodos emissores de luz), um para bombordo e outro para estibordo, sendo o número de LED iluminados em cada instante directamente proporcional ao valor do afastamento lateral da embarcação em relação à fiada.

#### 4.1. VERSÃO PORTÁTIL

A versão portátil é alimentada a 24V DC, geralmente fornecidos por duas baterias de 12V ligadas em série. Dado que os computadores portáteis utilizam normalmente uma tensão de alimentação de cerca de 16V, foi necessário conceber no IH um conversor de tensão DC/DC de 24V para 16V. Além desta função básica, o conversor recebe ainda sinais de comunicação provenientes de uma porta série do computador e coloca-os numa saída destinada ao controlo do indicador de fiada, conjuntamente com a alimentação de 24V. Dado as suas capacidades ultrapassarem a simples função de conversor, este equipamento recebeu a designação de «caixa de ligações».

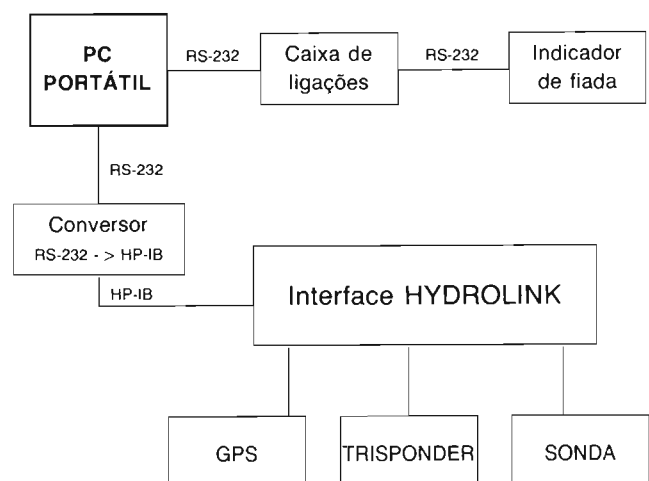


Figura 1 — Configuração da versão portátil do HIDROSIS/PC

O HYDROLINK possui um interface HP-IB (IEEE-488) que é utilizado na transmissão para o computador dos dados dos sensores. Acontece que é difícil encontrar no mercado computadores portáteis e robustos que disponham de espaço para a instalação de um interface deste tipo. Encontram-se no entanto com relativa facilidade computadores com duas portas RS-232. Face a esta limitação, a solução encontrada foi a utilização de um conversor KEITHLEY de RS-232 para HP-IB, que é instalado no HYDROLINK e permite o controlo deste por uma saída RS-232 do computador. Este tipo de conversor apresenta a vantagem de ser alimentado através da saída série do computador, não necessitando assim de alimentação externa.

A nível de portas para comunicação de dados, a configuração do computador a utilizar é bastante flexível, sendo controlável pelo operador através de uma opção do menu do HIDROSIS/PC. O computador tem obrigatoriamente de possuir duas portas, podendo ser duas portas RS-232 ou uma porta RS-232 e uma porta HP-IB.

Os computadores portáteis actualmente utilizados são o DELL 316LT ou 320LT e o COMPAQ Contura 4/25. Este último apresenta uma configuração fixa de duas portas RS-232, enquanto que o DELL possui uma porta série como configuração padrão e permite a instalação adicional de uma segunda porta série ou HP-IB.

#### 4.2 VERSÃO DE BANCADA

O computador da versão de bancada é um PC *desktop*, alimentado a 220V AC, que terá obrigatoriamente de possuir os seguintes interfaces:

- 1 porta Centronics;
- 2 portas série RS-232;
- 1 porta HP-IB.

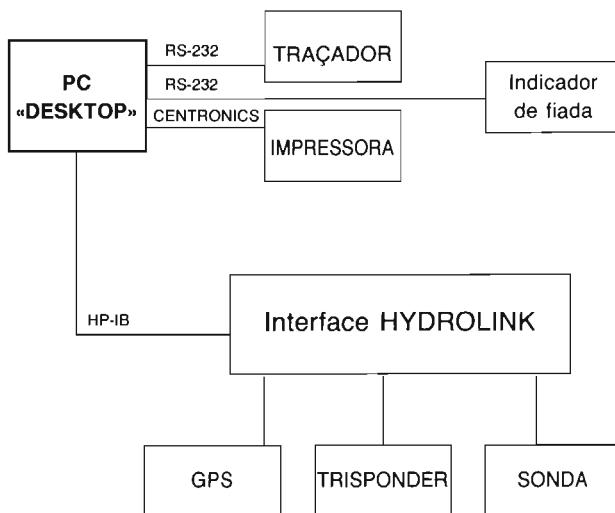


Figura 2 — Configuração da versão de bancada do HIDROSIS/PC

Esta versão permite o uso de um traçador dotado de interface RS-232 e de uma impressora. O traçador pode ser uti-

lizado no desenho de pranchetas de planeamento e, durante a sondagem, na implantação do caminho seguido pela embarcação ou das sondas lidas. A função da impressora será registar os dados de posicionamento correspondentes a foras, inícios de fiada, fins de fiada, etc.. O uso destes periféricos está no entanto condicionado pela disponibilidade do fornecimento de 220V AC, pelo que esta versão não é normalmente utilizada em embarcações de sondagem. Pode no entanto ser utilizada a bordo das lanchas hidrográficas substituindo o HIDROSIS, com as vantagens de ocupar menos espaço na bancada da ponte do navio e de a sua operação ser mais fácil.

#### 5. SISTEMAS DE COORDENADAS

Podem ser utilizadas coordenadas militares, UTM ou geográficas, dependendo as opções disponíveis do sistema de posicionamento utilizado. As escolhas possíveis são:

- Sistema TRISPONDER — Coordenadas militares ou UTM;
- Sistema GPS — Coordenadas militares, UTM ou geográficas.

Relativamente ao elipsóide e datum a que se referem as coordenadas, o HIDROSIS/PC apresenta as seguintes possibilidades:

- Coordenadas geográficas — É utilizado sempre o elipsóide WGS-84;
- Coordenadas UTM — Pode ser utilizado qualquer elipsóide/datum do conjunto dos actualmente em vigor nas cartas náuticas editadas pelo IH.

Os receptores TRIMBLE série 4000 do sistema GPS de que o IH actualmente dispõe fornecem unicamente coordenadas geográficas referidas ao elipsóide WGS-84. Dado que a grande maioria dos trabalhos de campo são planeados em coordenadas militares ou UTM, o HIDROSIS/PC proporciona a capacidade de efectuar em tempo-real a transformação pretendida, a partir das coordenadas geográficas em WGS-84.

#### 6. TIPOS DE PLANEAMENTO

A diversidade de missões do IH justifica a existência de vários tipos de planeamento, com características e aptidões diferenciadas. Podem ser utilizados os seguintes planeamentos:

- a) *Planeamento rectilíneo* — Corresponde ao planeamento de sondagem clássico, em que a área a sondar é delimitada por um trapézio cujas bases correspondem às primeira e última fiadas, sendo a área entre elas coberta por fiadas de espaçamento constante entre si.

- b) *Planeamento azimutal ou radial* — A área a sondar é delimitada por dois azimutes relativos a um ponto de referência e por duas distâncias relativamente ao mesmo ponto. As fiadas são executadas segundo um azimute constante, sendo o intervalo angular entre elas um dos parâmetros do planeamento.
- c) *Planeamento por segmentos* — São definidos vários segmentos de recta, através de um ponto inicial e um ponto final. É o planeamento normalmente utilizado na inspecção de emissários submarinos.
- d) *Planeamento SEPLAT* — Consiste na definição das coordenadas de vários pontos onde se pretende efectuar estações para colheita de elementos. O nome deste planeamento resulta do facto de ser o mais adequado para missões de recolha de sedimentos na plataforma continental (SEPLAT).
- e) *Provas de governo e manobra* — É o planeamento adequado para a realização de provas de determinação dos elementos evolutivos de um navio. Consiste na aquisição de dados de posicionamento e eventualmente sondas de uma forma livre, isto é, sem obedecer a um planeamento rígido.



Figura 3 — HIDROSIS/PC instalado a bordo da UAM Fisália

## 7. OPERAÇÃO DO HIDROSIS/PC

Todas as tarefas de operação são controladas através de menus, o que confere ao HIDROSIS/PC uma grande facilidade de utilização e permite a formação de operadores num espaço de tempo relativamente curto. As tarefas do operador podem basicamente ser divididas em seis grupos:

- configuração do HIDROSIS/PC;
- teste de equipamentos;
- definição do planeamento de sondagem;
- execução da sondagem;
- processamento;
- gestão de ficheiros.

### 7.1 CONFIGURAÇÃO DO HIDROSIS/PC

A especificação de quais as portas de comunicações do computador onde vão ser ligados o HYDROLINK, o indica-

dor de fiada e o traçador é feita na altura da instalação do HIDROSIS/PC. Esta configuração, conjuntamente com o tipo de monitor (cores ou monocromático), é guardada num ficheiro que é lido na fase de arranque do HIDROSIS/PC. A configuração contida neste ficheiro pode ser alterada em qualquer momento de modo a reflectir alterações que tenham ocorrido no *hardware* do computador.

A hora do computador é utilizada como referência durante a sondagem, pelo que a primeira tarefa a executar antes de qualquer trabalho é a verificação e eventualmente o acerto da hora. Esta operação é realizada mediante a escolha da correspondente opção do menu, sendo a hora do computador mostrada permanentemente no canto superior direito do monitor.

### 7.2 TESTE DE EQUIPAMENTOS

Após ter procedido ao acerto da hora, o operador deve testar o bom funcionamento do sistema de posicionamento e da sonda, nomeadamente no que se refere à comunicação de dados entre estes e o HYDROLINK e à marcação do fora na sonda. Conforme já foi referido esta marca é efectuada pelo HYDROLINK sob controlo do computador, sempre que ocorre um fora. Qualquer destes testes é efectuado pelo HIDROSIS/PC através da selecção da opção adequada, sendo os resultados respectivos apresentados no monitor.

### 7.3 PLANEAMENTO DE SONDAJEM

Antes do início de qualquer missão, é necessário especificar vários parâmetros relativos ao modo como vai ser executada, nomeadamente o tipo de planeamento a utilizar, os limites da zona de trabalho, o sistema de posicionamento, o sistema de coordenadas, o elipsóide/datum, o intervalo de tempo entre foras, etc.. Caso se tencione utilizar o traçador, devem ser definidas as várias pranchetas a utilizar durante o trabalho. Esta tarefa pode ser feita com alguma antecedência relativamente à data de realização do levantamento, criando o HIDROSIS/PC um ficheiro contendo todos os parâmetros que foram definidos. Podem ser criados vários ficheiros correspondentes a planeamentos diferentes, bastando então na altura da realização do trabalho seleccionar o ficheiro que contenha o planeamento pretendido. Somente depois de terem sido definidos os parâmetros de planeamento ficará disponível para o operador a opção de menu que lhe permite iniciar a sondagem.

### 7.4 EXECUÇÃO DA SONDAJEM

Antes de se iniciar a aquisição de dados o HIDROSIS/PC faz uma verificação do estado dos equipamentos e apresenta essa informação ao operador, que deverá ainda definir alguns parâmetros adicionais tais como os números do primeiro fora e da primeira fiada da sessão de sondagem. Concluída esta fase passa-se então à aquisição de dados, sendo o ecrã nor-

mal substituído pelo ecrã de sondagem, que é reproduzido na figura 4. Conforme se pode ver nesta figura o lado esquerdo do ecrã é constituído por um gráfico onde é traçado o caminho seguido pela embarcação e a fiada que está a ser executada. A escala deste gráfico é controlada pelo operador, sendo indicado na parte superior o valor em metros do intervalo entre as linhas da quadrícula. Inicialmente este valor é de 100 m.

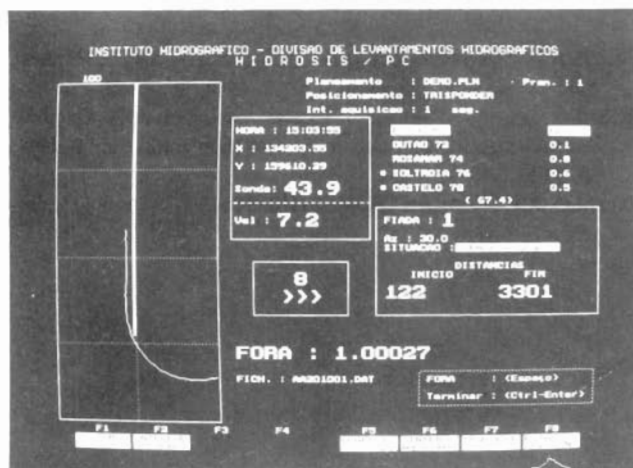


Figura 4 — Ecrã de sondagem do HIDROSIS/PC

Durante a execução da sondagem todas as acções de controlo por parte do operador são conduzidas única e exclusivamente através das teclas F1 a F8. Este conjunto de teclas está organizado em grupos de menus, sendo possíveis as seguintes operações:

- Controlo da fiada;
- Controlo do gráfico;
- Controlo do intervalo de aquisição;
- Controlo do traçador;
- Controlo das estações TRISPONDER.

A qualidade do posicionamento pode ser verificada em tempo-real, sendo apresentados em cada instante os valores do afastamento de todas as linhas de posição (LDP) TRISPONDER relativamente ao ponto compensado ou o valor do PDOP (Position Dilution of Precision) no caso do GPS. No cálculo do ponto com o sistema TRISPONDER são utilizadas todas as LDP disponíveis para obter um ponto compensado, sendo o ponto aproximado que serve de base a este cálculo obtido através das LDP das estações que em cada instante proporcionem o melhor ângulo de cruzamento.

Pode em qualquer momento ser desactivada, para efeitos de cálculo e gravação de dados, uma estação TRISPONDER. Enquanto se mantiver esta situação a LDP não será utilizada no cálculo do ponto compensado mas continuará a ser apresentado o valor do seu afastamento relativamente a este.

Os foras são desencadeados automaticamente de acordo com o intervalo de tempo definido no planeamento, tendo sido prevista a possibilidade de o operador efectuar foras manuais (não programados) em qualquer instante.

Os dados adquiridos são gravados no disco rígido, a intervalos de 1 segundo, sendo normalmente transferidos para disquete no final da sessão de sondagem. Os dados gravados consistem em distâncias do sistema TRISPONDER ou coordenadas geográficas em WGS-84 do sistema GPS e valores de sonda.

## 7.5 PROCESSAMENTO

Conforme já foi referido, durante a sondagem são criados ficheiros de dados brutos que têm de ser convertidos para um formato compatível com os sistemas de processamento do IH, nomeadamente o sistema HIDRO e o sistema de processamento de dados da Divisão de Levantamentos Hidrográficos (DLH). Para que os valores da sonda digitalizada correspondam ao valor real do fundo, é necessário utilizar um compensador de ondulação durante a sondagem. Somente neste caso poderá ser feito o processamento totalmente automático dos dados adquiridos, recorrendo à Secção de Processamento e Arquivo de Dados da DLH. Na maior parte dos trabalhos não é ainda possível dispor daquele compensador e o processamento a efectuar consiste em utilizar os dados brutos de posicionamento, convertê-los em ficheiros de coordenadas e digitalizar manualmente os rolos de sonda, depois de terem sido desempolados dos efeitos da ondulação.

É sempre possível avaliar no local do trabalho o modo como foi coberta a área de sondagem, através da implantação das fiadas no traçador ou no ecrã, recorrendo neste caso ao sistema HIDRO. Pode ainda ser utilizado o traçador para implantar as sondas lidas, com um espaçamento médio de 3 mm na escala da prancheta.

As possibilidades do processamento do HIDROSIS/PC a nível de operações com ficheiros incluem, entre outras, a transformação de coordenadas e a mudança de elipsóide e/ou datum.

As pranchetas finais são sempre produzidas pela Secção de Processamento e Arquivo de Dados da DLH, dado implicarem o uso de um traçador de alta precisão. Os ficheiros necessários para a realização destas pranchetas são enviados para a DLH em disquetes ou através da rede local de transmissão de dados instalada no IH. É importante salientar o elevado nível de integração conseguido entre os sistemas HIDROSIS/PC e HIDRO, que permite conjugar as vantagens da aquisição automatizada de dados com as facilidades de processamento de um sistema já bem conhecido das Brigadas Hidrográficas.

## 7.6 GESTÃO DE FICHEIROS

Ao terminar uma sessão de sondagem o operador deve salvar os dados adquiridos, de modo a evitar um eventual apagamento accidental dos ficheiros gravados em disco. Além disso o operador tem de periodicamente libertar espaço no disco rígido para que o HIDROSIS/PC possa criar novos

ficheiros de dados. Para tal tem à sua disposição um conjunto de opções que lhe permitem copiar ficheiros de disco para disquete e vice-versa, mudar o nome de um ficheiro, obter a lista de nomes dos ficheiros existentes e apagar ficheiros.

## 8. PROGRAMAÇÃO

Durante o desenvolvimento do HIDROSIS/PC foram utilizados os seguintes produtos de *software*:

- Compilador de Turbo C++, versão 1.01, da «Borland», para programação em linguagem C;
- Turbo C TOOLS/2.0, versão 6.00, da «Blaise Computing», para construção de menus e outros utilitários;

- C ASYNCH MANAGER, versão 3.00, da «Blaise Computing», para comunicações assíncronas;
- HP-IB Command Library, da «Hewlett-Packard», para comunicações através do interface HP-IB.

O controlo do traçador foi feito através da linguagem HP-GL (Hewlett-Packard Graphics Language).

## BIBLIOGRAFIA

- FILIFE, J. — «Processamento de Dados Hidrográficos — Sistema HIDRO», Anais do Instituto Hidrográfico, n.º 9, 1988, pp. 49-52.
- ROBALO, J.A. — «HIDROSIS — Sistema Automático de Aquisição de Dados Hidrográficos», Anais do Instituto Hidrográfico, n.º 9, 1988, pp. 53-57.
- ROBALO, J.A. — «Manual Técnico do HIDROSIS/PC», Instituto Hidrográfico.

# CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA DE MACAU

Carlos Nelson Lopes da Costa

Capitão-tenente EH

Chefe da Divisão de Ondas e Marés

Instituto Hidrográfico

**RESUMO** — O artigo tem por objectivo a caracterização do clima de agitação marítima de Macau. Com base em informação anterior a 1983 descreve-se o clima, regime de ventos e de agitação marítima na região de Macau. Com os dados de agitação marítima adquiridos pelo Instituto Hidrográfico, de 1984 a 1991, na estação de Ká-Hó (Macau) são calculadas estatísticas quantificadoras das ocorrências de alturas, períodos e direcções, com especial incidência nas respectivas evoluções sazonais. Obtiveram-se conclusões sobre as direcções predominantes, níveis de energia em função dos meses e estações do ano, e valores extremos de altura de onda.

**ABSTRACT** — *The paper has the objective of characterizing the wave climate at Macau. Based on information prior to 1983, the climate, and wind and wave regimes of Macau is described. Wave data collected by the Instituto Hidrográfico, from 1984 until 1991, at the Ká-Hó station (Macau) allowed the calculation of statistics related with the occurrence of wave heights, periods and directions, with special emphasis on the seasonal evolution. It was possible to obtain conclusions about the predominant directions and energy levels, as functions of months and seasons, and about extreme wave height values.*

## 1. INTRODUÇÃO

Com o presente trabalho pretende-se quantificar o clima de agitação marítima através das estatísticas relativas às alturas de onda, períodos e direcções com base nos dados colhidos na zona adjacente à Ponta de Ká-Hó, em Macau, de Maio de 1984 a Novembro de 1991.

A informação prévia sobre o assunto resume-se à que consta no capítulo «Regime de Agitação Marítima» da edição de 1983 da publicação «Meio Hídrico de Macau» (Ref. 1).

Em Maio de 1984 e no âmbito de um projecto de prestação de serviços do Instituto Hidrográfico (IH) aos Serviços de Marinha de Macau foi instalada na zona da Ponta de Ká-Hó, em Macau, uma estação ondógrafo não-direccional, a qual permitiu, de forma sistemática e contínua, embora com algumas lacunas, recolher os dados de agitação marítima até finais de 1991.

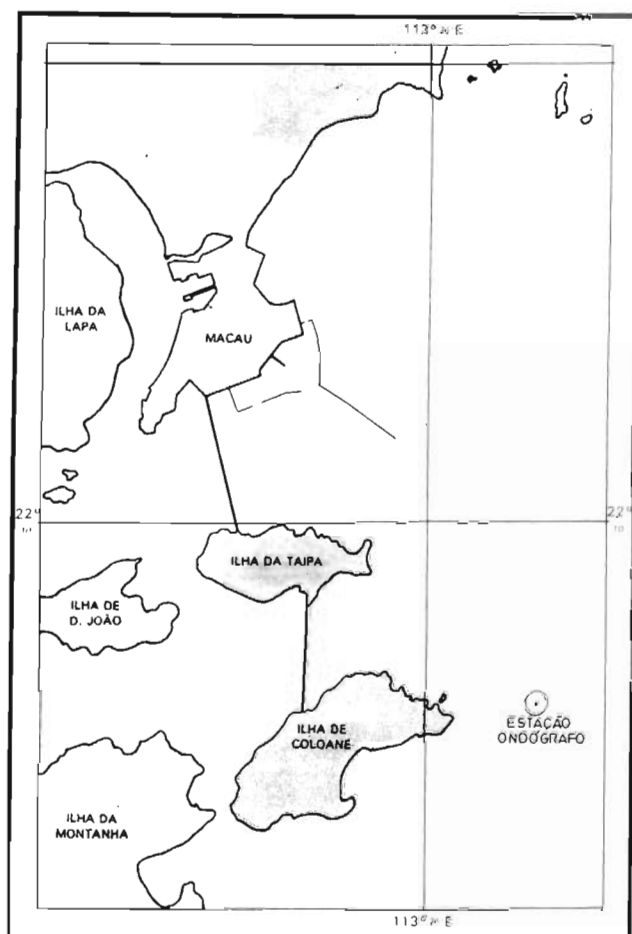


FIG. 1 — Localização da estação ondógrafo de Ká-Hó (Macau), período de Maio de 1984 a Novembro de 1991.

Os dados existentes de Maio de 1984 a Novembro de 1991 serviram assim para quantificar o regime de agitação marítima local através das adequadas estatísticas relativas às alturas, períodos e direcções da ondulação.

O artigo começará por apresentar sinteticamente o clima da região de Macau, o regime de ventos e de agitação marítima, com base na informação anterior a 1983. Seguir-se-á a apresentação dos dados, posteriores a 1983, tratamento



a que foram sujeitos, a apresentação dos resultados e, a terminar, as conclusões.

## 2. CLIMA E REGIME DE VENTOS

O clima de Macau é característico de região tropical, havendo duas estações, a quente de Maio a Outubro, com máximos de temperatura em Julho e Agosto, e a fria de Novembro a Março.

De Novembro a Fevereiro predominam ventos de N, associados a massa de ar relativamente fria, a monção de Inverno. De Março a Maio e de Agosto a Setembro predominam ventos de SE. De Junho a Julho o vento sopra predominantemente de S e SW. Em Outubro ocorre a transição do vento de SE para N.

Além das condições normais de vento, acabadas de mencionar, o regime é influenciado, no respeitante a valores de intensidade, pela passagem de tufões, associados a depressões que se aproximam do território de SE e, com menos frequência, do SW e NE. A época dos tufões é de Maio a Novembro, com maior incidência de Julho a Setembro.

## 3. REGIME DE AGITAÇÃO MARÍTIMA. DADOS ATÉ 1983

A publicação em Ref. 1, baseada nos dados então existentes considera o regime de agitação marítima em Ká-Hó-Macau, como composto de três situações principais:

- (1) A que resulta sob a acção do vento local com direcções compreendidas entre o N e o ENE, gerando-se agitação de curto período, declivosa, cujas direcções em Ká-Hó variam entre NNE e ENE. Esta situação ocorre sobretudo nos meses de Outubro a Março.
- (2) A ondulação proveniente do mar do Sul da China, com direcções ao largo entre SSW e SSE. Apresenta normalmente períodos mais longos e menores declives do que a agitação gerada pelo vento local, embora com alturas menores.
- (3) A que resulta da sobreposição da agitação proveniente do mar do Sul da China, com direcções ao largo de E a SE, com a gerada por ventos locais das mesmas direcções.

As últimas duas situações são mais nítidas nos meses de Maio a Setembro.

O regime de agitação marítima adoptado na Ref. 1, através de cálculos de «hindcast» a partir dos ventos, combinados com valores recolhidos de diversas publicações, pode ser resumido, em termos de percentagem de ocorrências, alturas de ondas significativas máximas (Hsmáx) ao largo e locais (junto à Ponta de Ká-Hó) associadas a períodos de

retorno de 10 anos, e direcções conforme apresentado na Tabela 1.

Situação	Direcção ao largo	Hsmáx (m)	Hsmáx local(m)	Direcção local	% de ocorrência
1	N	—	1.5	N18E	19.7
	NNE	—	1.4	N30E	10.0
	NE	—	1.6	N40E	3.0
	ENE	—	1.3	N67E	8.9
2	S30E	6.5	5.4	S30E	4.3
	S	6.5	7.6	S15E	8.0
	S30W	6.5	4.6	S10E	7.3
	S60W	4.5	1.0	S	2.8
3	E	8.5	4.2	S70E	26.0
	S75E	8.5	6.5	S65E	
	S60E	6.5	2.7	S65E	
Restantes e calmas	—	—	—	—	10.0

TABELA 1 — Regime de agitação marítima adoptado na zona de Ká-Hó. Com base nos documentos disponíveis até 1983. (Ref. 1).

## 4. AQUISIÇÃO DE DADOS. PERÍODO DE 1984 A 1991

Em Maio de 1984 foi instalado um sistema de aquisição de dados de agitação marítima na zona de Ká-Hó, Macau, na posição geográfica 22°08'.0 N 113° 36'.5 E, na batimétrica dos 4.7 m. A descrição do sistema e detalhes do respectivo funcionamento consta na Ref. 2.

	ANOS								
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1984 a 1991
JAN	—	35	—	100	100	—	95	94	77.4
FEV	—	94	—	80	98	95	99	98	70.4
MAR	—	95	—	—	100	98	85	95	59.2
ABR	—	95	—	77	71	98	52	98	61.1
MAI	62	99	—	98	88	90	43	97	72.0
JUN	94	99	—	99	95	95	45	82	76.0
JUL	96	98	51	89	73	96	85	87	84.4
AGO	97	99	99	99	98	88	66	91	92.2
SET	92	97	97	98	98	86	97	98	95.4
OUT	97	15	96	99	78	62	97	98	80.3
NOV	96	37	95	98	66	91	92	46	75.1
DEZ	99	—	90	99	—	87	93	—	58.4

TABELA 2 — Percentagem de cobertura mensal, de 1984 a 1991, dos registos de agitação marítima na estação de Ká-Hó (Macau).

A bóia ondógrafo, WAVERIDER-DATAWELL, sujeita aos movimentos da superfície, mede as acelerações verticais que são convertidas para alturas instantâneas da superfície. Estas são transmitidas via rádio e registadas sob a forma analógica e digital, a intervalos de cerca de 0.5 s, nos equipamentos receptor/gravador WAREP/DIMA. O sistema foi programado para registar a informação de séries temporais de 20 minutos, intervaladas de 3 horas. Na ocorrência de situações de tufão, o registo passava a contínuo para melhor caracterização. As medições de direcção foram efectuadas visualmente, a partir da extremidade leste da ponta de Ká-Hó, com o apoio do instrumento SIMATHA.

As séries de dados adquiridos de Maio de 1984 a Novembro de 1991 estão indicadas na Tabela 2, em termos de percentagem de cobertura dos registos mensais, relativamente a medições de alturas e períodos. As percentagens de cobertura dos registos oscilam entre o mínimo de 59.2% para Março e o máximo de 95.4% para Setembro. As medições de direcções, com o instrumento SIMATHA, no total de 11994, foram distribuídas, pelos meses e anos, conforme o indicado na Tabela 3.

Existe assim disponível para quantificação do regime de agitação marítima na zona de Ká-Hó, Macau, uma considerável quantidade de informação. De notar que a lacuna mais extensa, no período de Maio de 1984 a Novembro de 1991, ocorreu de Dezembro de 1985 a Junho de 1986 (sete meses).

	ANOS								Total observações 1984 a 1991
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
JAN	—	152	—	152	154	—	155	153	766
FEV	—	136	—	137	145	133	135	132	818
MAR	—	145	—	—	134	154	153	150	736
ABR	—	150	—	148	147	140	146	149	880
MAI	55	155	—	155	155	155	153	154	982
JUN	145	145	—	150	150	150	148	148	1036
JUL	155	154	155	155	155	155	154	155	1238
AGO	150	155	152	155	155	155	153	155	1230
SET	145	150	146	149	150	150	149	146	1185
OUT	153	155	155	155	155	152	155	155	1235
NOV	148	150	150	150	150	150	148	70	1116
DEZ	155	—	152	155	—	155	155	—	772
									11 994

TABELA 3 — Quantidade de observações de direcção da ondulação efectuadas pelo SIMATHA, mensalmente, de 1984 a 1991, na estação ondógrafo de Ká-Hó (Macau).

## 5. PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os registos de dados adquiridos, de Maio de 1984 a Novembro de 1991, foram processados de modo sistemático com vista à apresentação da informação de carácter estatístico, segundo a forma de relatórios mensais e trimestrais. O conjunto destes relatórios, Ref. 3, apresenta, relativamente aos registos de três em três horas, a seguinte informação:

- Alturas significativas (Hs);
- Altura máxima ocorrida, por registo (Hmáx);
- Período médio de zero ascendente (Tz);
- Período significativo (Ts);
- Período máximo de zero ascendente (Tmáx);
- Período de onda máxima (THmáx).

Adicionalmente são apresentados nos relatórios em Ref. 3 os gráficos das séries temporais de Hs e Tz, os histogramas de Hs, Hmáx, Tz, Tmáx e direcções, gráficos de ocorrência conjuntas de Hmáx vs Tz, de Hmáx vs THmáx e de Hs vs Tz, bem como o cálculo de espectros de variância.

Para além dos relatórios mensais e trimestrais estão disponíveis sete relatórios de situações de tufão (Ref. 4). O critério para o efeito é de Hs superior a 2.0 m. O conteúdo destes relatórios é semelhante aos mensais e trimestrais, com a diferença de que, sendo contínuo o registo da agitação, os inícios de registos, para efeitos de cálculo de parâmetros de agitação, são de 20 em 20 minutos.

Na fase seguinte foram agrupados pelos Janeiros, Fevereiros, ... e Dezembro dos vários anos, de 1984 a 1991, as estatísticas (médias, desvios-padrão, máximas, mínimas e quantidade de registos) dos parâmetros Hs, Hmáx, Tz, Tmáx, THmáx e THs extraídos da Ref. 3. No respeitante a direcções da ondulação foram quantificadas as ocorrências, mensais, por classes centradas nos pontos cardiais N, NNE, NE, E, ESE, SE, SSE, S e SSW. Os valores resultantes são apresentados nas Tabelas de 4 a 7 relativas a Hs, Hmáx, THs, Tz, THmáx, Tmáx e direcções.

Os parâmetros estatísticos associados à globalidade das Hs, Hmáx, THs, Tz, THmáx, Tmáx, constam nas Tabelas de 8 a 10. Para facilidade de interpretação e análise destes parâmetros e em especial a avaliação da evolução sazonal são apresentadas em Figuras de 2 a 8 os parâmetros atrás mencionados.

Hs(m)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Média	0.49	0.49	0.46	0.41	0.44	0.50	0.47	0.44	0.42	0.53	0.54	0.50
Máxima Mensal	1.08	1.14	1.12	1.07	2.04*	1.95	3.16*	1.87*	2.41*	1.75	1.66*	1.86
				1.96		2.86	1.67	2.30		1.62		
Média das Máximas Mensais	0.98	1.00	0.97	0.93	1.20	1.32	1.61	1.27	1.25	1.25	1.16	0.99

TABELA 4 — Altura significativa média mensal, alturas significativas máximas mensais e média das alturas significativas máximas mensais (dados da estação ondógrafo de Ká-Hó-Macau — de 1984 a 1991). Os valores associados a \* correspondem a extremos verificados nos registos contínuos de dados em situações de tufão (Ref. 4).

Hmax(m)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Média	0.84	0.84	0.78	0.70	0.75	0.84	0.79	0.64	0.70	0.89	0.92	0.86
Máxima mensal	1.95	2.12	2.17	1.87	3.82*	3.17	5.12*	3.20*	4.13*	3.64	3.08	2.07
Média das máximas mensais	1.71	1.77	1.84	1.69	2.22	2.23	2.60	2.14	2.12	2.22	2.09	1.88

TABELA 5 — Média das alturas de ondas máximas de cada registo, altura de onda máxima e média das alturas de onda máximas mensais, relativas à estação ondógrafo de Ká-Hó (Macau). Os valores associados a \* correspondem a extremos verificados nos registos contínuos de dados em situações de tufão (Ref. 4).

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
THs Médio	5.0	4.8	4.7	4.6	4.3	5.0	5.0	5.5	4.9	5.3	5.2	5.4
Tz Médio	3.9	3.7	3.7	3.6	3.5	3.9	3.9	4.2	3.8	4.0	3.9	4.0
THmax Médio	5.8	5.4	5.1	5.1	4.6	5.3	5.3	5.9	5.5	6.1	6.1	6.2
Tmax Médio	9.4	9.3	9.1	8.8	8.3	8.8	8.7	9.3	9.3	10.0	10.0	10.0

TABELA 6 — Médias mensais (anos de 1984 a 1991) dos períodos significativos (THs), dos períodos médios de zero ascendente (Tz), dos períodos de ondas máximas (THmax) e dos períodos máximos de zero ascendente (Tmax), relativos à estação ondógrafo de Ká-Hó (Macau). Valores em segundos.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.4	0.1	0.4	0.0
NNE	4.4	3.8	1.6	1.0	1.3	0.5	0.5	1.3	7.4	3.4	7.5	7.0
NE	29.4	16.5	18.7	12.7	6.8	3.6	2.2	4.7	20.4	22.0	31.3	24.5
ENE	8.0	18.2	11.4	6.5	2.9	1.0	1.5	4.8	10.2	9.8	12.1	13.4
E	44.0	41.2	24.8	30.2	35.9	15.2	10.5	24.7	26.9	40.0	34.5	39.2
ESE	13.2	15.0	33.0	30.6	17.0	13.1	8.2	6.7	12.3	21.2	13.5	15.4
SE	0.5	5.3	6.5	2.2	4.3	6.0	3.6	4.5	2.8	1.2	0.5	0.0
SSE	0.3	0.0	2.0	12.1	10.7	27.1	27.4	25.5	10.5	1.8	0.2	0.5
S	0.0	0.0	2.0	4.5	20.7	33.0	45.5	27.1	8.8	0.5	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.1	0.6	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0

TABELA 7 — Percentagens médias mensais, anos de 1984 a 1991, da ocorrência das direcções da ondulação registada com o SIMATHA na estação ondógrafo de Ká-Hó (Macau).

Média (m)	0.47
Desvio-padrão (m)	0.25
Mínimo (m)	0.09
Máximo (m)	3.16* 2.86
Quantidade de registos	17 130
Percentagem de cobertura	76.4%

TABELA 8 — Estatísticas de alturas significativas (Hs) registadas de MA184 a NOV91 na estação ondógrafo de Ká-Hó (Macau). O valor associado a \* corresponde ao máximo verificado no registo contínuo em situação de tufão pelas 08:40 de 18JUL89.

Média (m)	0.80
Desvio-padrão (m)	0.35
Mínimo (m)	0.15
Máximo (m)	5.12* 4.25

TABELA 9 — Estatísticas de alturas máximas (Hmax) registadas de MA184 a NOV91 na estação ondógrafo de Ká-Kó (Macau). O valor associado a \* corresponde ao máximo verificado no registo em contínuo em situação de tufão pelas 06:20 de 18JUL94.

	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
THs	5.0	1.5	2.1	12.8
Tz	3.9	0.9	2.1	10.6
THmax	5.5	2.2	1.5	16.0
Tmax	9.3	1.9	20.0	4.5

TABELA 10 — Valores associados à distribuição de períodos significativos (THs), de períodos médios de zero ascendente (Tz), de períodos de ondas máximas de cada registo (THmax) e dos períodos máximos de cada registo (Tmax), obtidos a partir dos dados da estação ondógrafo de Ká-Hó, Macau, anos de 1984 a 1991. Valores em segundos.

## 6. EXTREMOS DE Hs E Hmax

As amostras usadas são constituídas pelos máximos anuais. Desta forma, se conseguem amostras aleatórias essenciais para estudos estatísticos de extremos, Carvalho (1992).

Os valores anuais foram extraídos das Ref. 3 e Ref. 4, pelo que incluem os registos em contínuo das situações de tufão.

Ano	Hsmáx	Hmáx
1984	2,18	3,30
1985	2,41*	4,13*
1986	1,79*	3,64
1987	1,65*	2,91*
1988	1,46	2,53
1989	3,16*	5,12*
1990	1,63	3,08
1991	2,16	3,34*

Para fazer as extrapolações, usaram-se os modelos de distribuições assintóticas de extremos de Fisher-Tippet I e II, ou seja as distribuições de Gumbel e Fréchet. Os resultados podem ser resumidos da forma seguinte:

Período de retorno (anos)	Alturas significativas máximas, Hsmáx		Alturas máximas, HMáx	
	Gumbel	Fréchet	Gumbel	Fréchet
10	3,09 m	3,19 m	5,01 m	5,13 m
50	4,06 m	4,93 m	6,42 m	7,46 m (1)
100	4,47 m	5,94 m (2)	7,02 m	8,74 m (1)

TABELA 11 — Regime de ondas extremas em Ká-HÓ (Macau).

- (1) Valores que não devem ser considerados por ultrapassarem o valor  $Hmáx=7,3$  m permitido pela profundidade.  
 (2) Valor que não deve ser considerado por ultrapassar o valor  $Hsmáx=5,5$  m permitido pela profundidade.

De acordo com os princípios indicados em Carvalho (1992), pode-se concluir, com base no coeficiente de correlação relativo à adaptação da recta aos pontos e no erro padrão das estimativas, para  $H_s$  e  $Hmáx$ , que a distribuição que melhor se adapta é a de Fréchet. Contudo, os valores a que se chega por extrapolação são, em certos casos, superiores aos que a profundidade permite. Nesse caso, deve adoptar-se o valor máximo permitido pela profundidade, dado por  $H_b \sim 0,78 h$  em que  $h$  é a profundidade total ( $h=d+z$ , com  $d$  sonda reduzida e  $z$  altura de maré). Admitindo  $d=4,7$  m e  $z=4,7$  m — situação excepcional de sobrelevação à maré — (Ref. 6) vem  $h=9,4$  m e por isso a altura máxima fisicamente possível no local é  $H_b=0,78 \times 9,4=7,3$  m. É este o valor a adoptar para  $Hmáx$ , para os períodos de retorno de 50 e 100 anos. Assim, a altura significativa máxima no local dificilmente ultrapassará, por razões físicas, os 5,5 m.

## 7. ANÁLISE

O número total de registos disponíveis, a intervalos de três horas, para a quantificação estatística de alturas e períodos é de 17130, aos quais corresponde uma taxa de cobertura temporal, de 1984 a 1991, de 76.4%.

As alturas significativas ( $H_s$ ), quando consideradas globalmente, ocorreram com o valor médio de 0.47 m, tendo oscilado entre o mínimo de 0,09 m e o máximo de 2.86 m ou 3.16 m se se atender à informação dos relatórios de tufão (Tabela 8). Em termos de evolução sazonal, as alturas significativas médias atingem máximos relativos em Junho e Novembro. Os mínimos relativos ocorrem em Abril e Setembro. Verifica-se assim um regime com níveis mais elevados de energia durante a estação de Inverno (Novembro a Fevereiro) e em parte da época da ocorrência de tufões (Fig. 2).

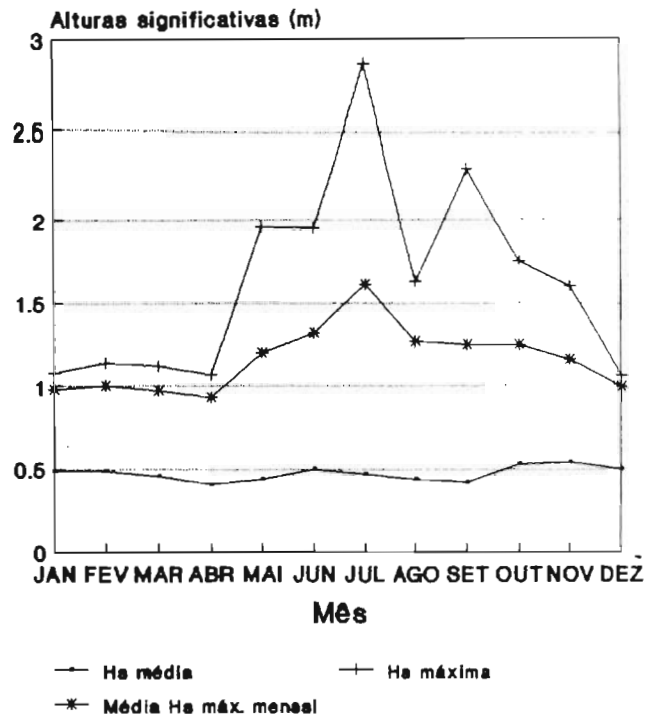


FIG. 2 — Evolução mensal, anos de 1984 a 1991, de altura significativa média ( $H_s$  média), de altura significativa máxima ( $H_s$  máxima) e média mensal de altura significativa máxima, Média  $H_s$  máx. mensal) relativa à estação ondógrafo de Ká-Hó, Macau.

As alturas máximas ocorridas, por registos ( $Hmáx$ ), tomadas globalmente, ocorreram com o valor médio de 0.80 m e atingiram o máximo de 4.25 m, valor este verificado em Julho de 1989 (Tabela 9). Contudo, se considerarmos a informação dos relatórios das situações de tufão (Ref. 4) há a notar a altura de onda máxima de 5,12 m, ocorrida pelas 06H20 de 18 de Julho de 1989. As alturas máximas dos Janeiros, Fevereiro, ... e Dezembro verificaram-se com valores entre um mínimo de 1.87 m, em Abril de 1989, e os já referidos 5.12 m, de Julho de 1989 (Tabela 5). As médias das alturas de ondas máximas mensais de  $Hmáx$  dos vários Janeiros, ..., e Dezembro, oscilaram entre 1.69 m em Abril, e 2.60 m em Julho (Tabela 5).

As médias das  $Hmáx$  dos Janeiros, Fevereiro, ..., Dezembro, oscilaram com máximos relativos em Novembro e Junho e mínimos relativos em Abril e Agosto (Fig. 3). Esta variação é consistente com a evolução sazonal de  $H_s$ ,

isto é, demonstra a existência de um regime com máximos de energia durante a estação dos tufões, especialmente em Junho e Julho, e na estação de Inverno, de Outubro a Fevereiro.

Os meses de transição entre os máximos e mínimos de condições médias de agitação marítima são Março, Maio, Julho e Setembro/Outubro.

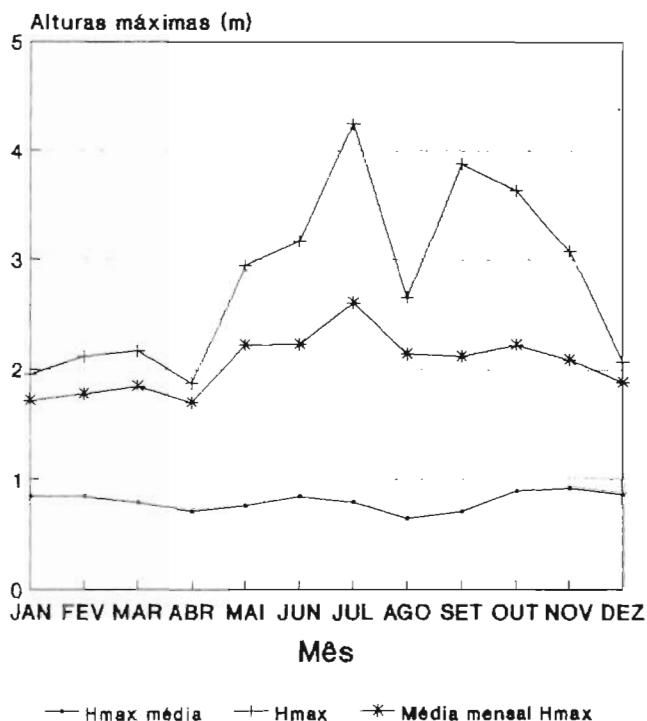


FIG. 3 — Evolução mensal, anos de 1984 a 1991, da média das alturas de onda máximas (Média mensal Hmax), de altura de o onda máxima (Hmax) e média das alturas de onda máximas de cada registo (Hmax média) relativa à estação ondógrafo de Ká-Hó, Macau.

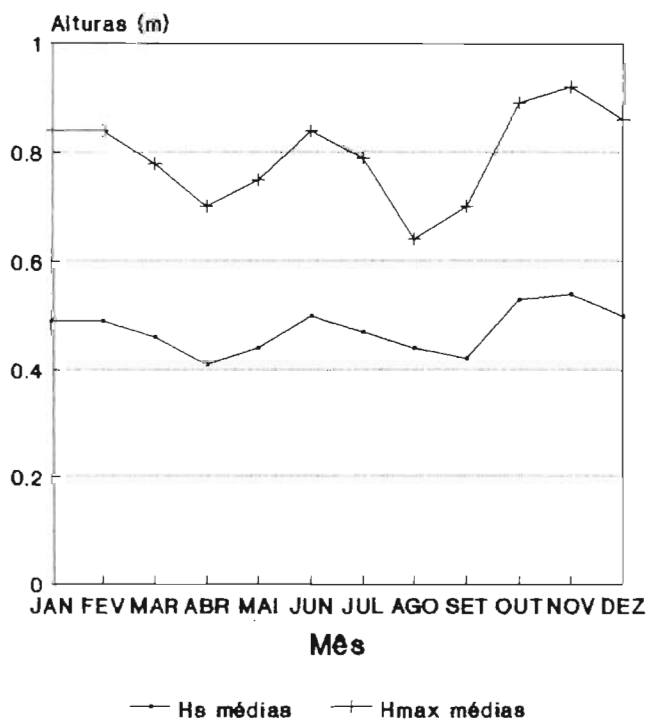


FIG. 4 — Evolução mensal, anos de 1984 a 1991, das médias de altura significativa (Hs médias) e de alturas máximas (Hmax médias), relativas à estação ondógrafo de Ká-Hó, Macau.

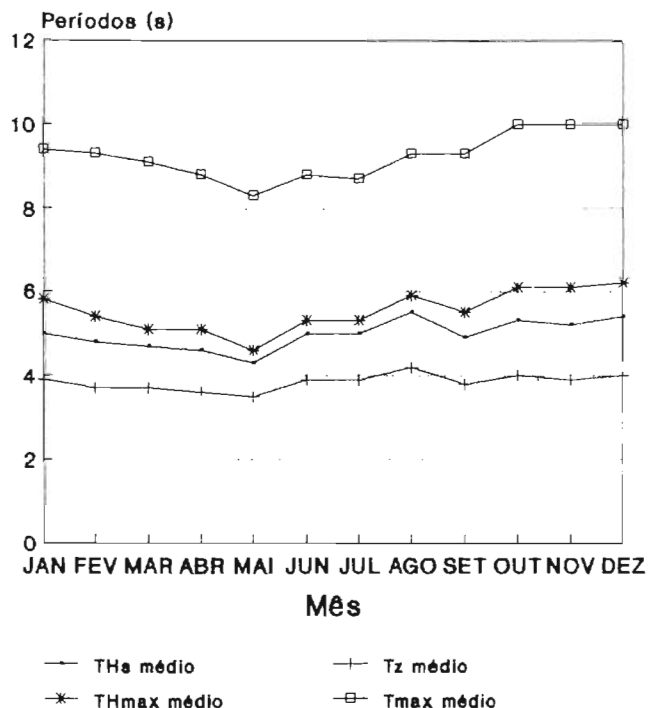


FIG. 5 — Evolução mensal, anos de 1984 a 1991, das médias de período significativo (THs médio), período médio de zero ascendente (Tz médio), período de onda máxima (THmax médio) e período máximo de zero ascendente (Tmax médio), relativos à estação ondógrafo de Ká-Hó, Macau.

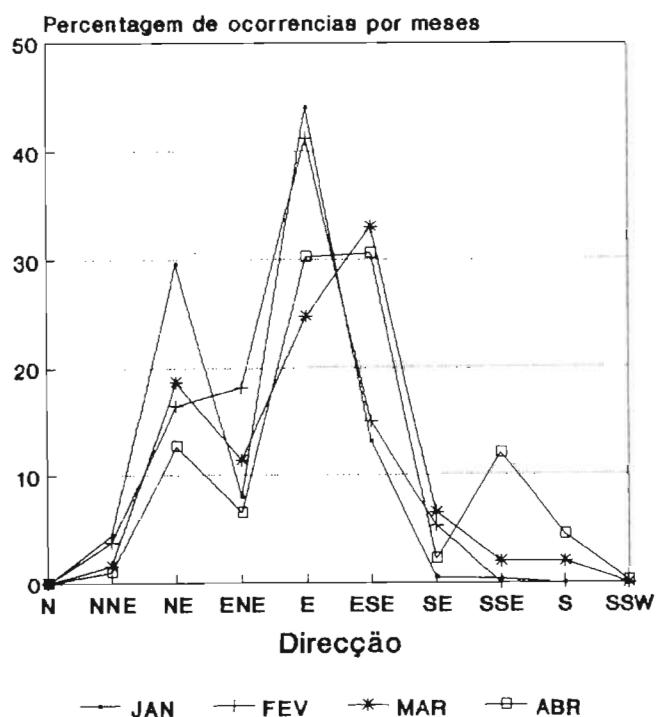


FIG. 6 — Distribuição de ocorrências de direcção da ondulação nos meses de Janeiro a Abril, dos anos de 1984 a 1991, relativos à estação ondógrafo de Ká-Hó, Macau.

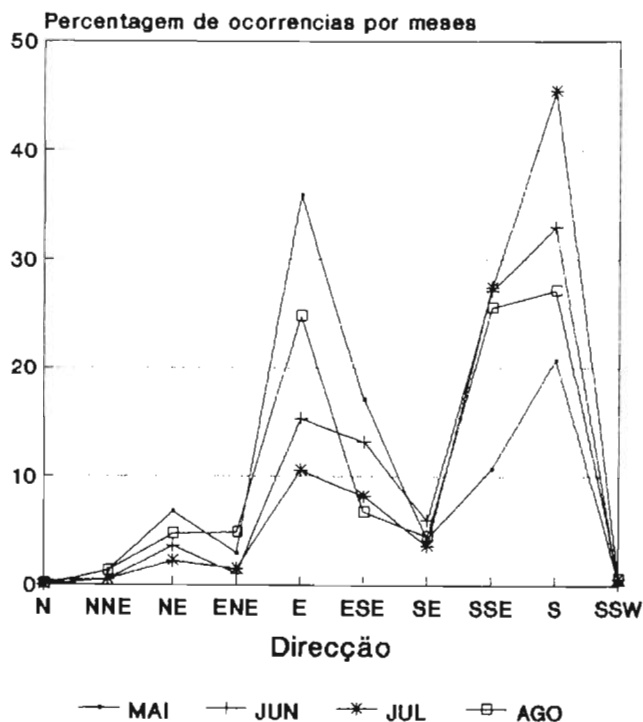


FIG. 7 — Distribuição de ocorrências de direcção da ondulação nos meses de Maio a Agosto, dos anos de 1984 a 1991, relativos à estação ondógrafo de Ká-Hó, Macau.

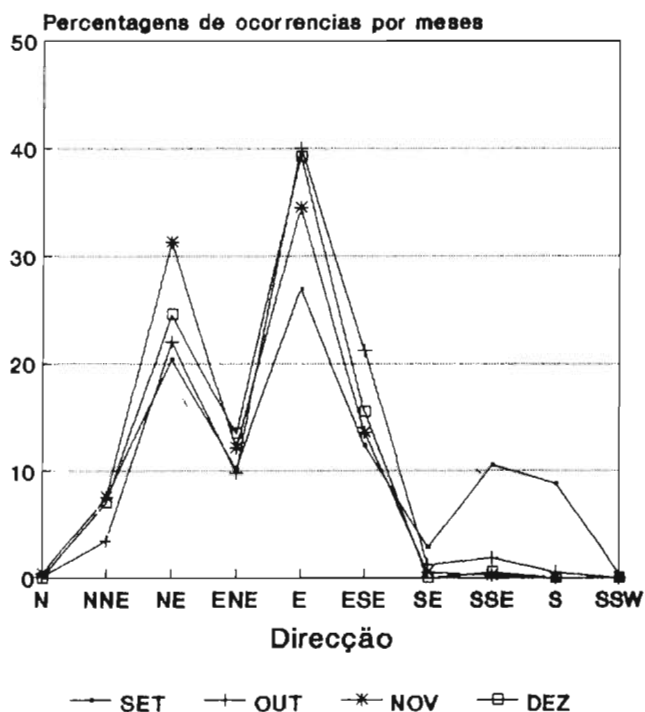


FIG. 8 — Distribuição de ocorrências de direcção da ondulação nos meses de Setembro a Dezembro, dos anos de 1984 a 1991, relativos à estação ondógrafo de Ká-Hó, Macau.

Tem interesse comparar os valores a que se chega neste trabalho com os apresentados na Ref. 1 (ver Tabela 1). As alturas significativas máximas então adoptadas, cujas Hsmáx associadas a períodos de retorno de 10 anos chegam a atin-

gir 7,6 m, parecem algo exageradas por duas razões. Em primeiro lugar a profundidade máxima no local, contando os 4,7 m de sonda reduzida e 4,7 m de altura de maré contando com condições excepcionais de sobrelevação (Ref. 6), não permite fisicamente a ocorrência de alturas de onda máximas e significativas superiores a aproximadamente 7,3 e 5,5 m, respectivamente. Em segundo lugar, os valores então apresentados excedem os equivalentes calculados para o regime de extremos a partir das medições de 1984 a 1991 (ver Tabela 11).

Os períodos médios de zero ascendente, quando tomados globalmente, ocorrem em média com 3.9 s, com valores extremos de 2.1 s e 10.6 s. Os valores médios de períodos significativos, de períodos de onda máxima e de períodos máximos são 5.0 s, 5.5 s e 9.3 s, respectivamente. A evolução sazonal da média dos períodos revela a ocorrência de mínimos em Maio, de máximos relativos em Agosto e valores relativamente elevados de Outubro a Janeiro (Tabela 10 e Fig.3).

As direcções da ondulação, nos meses de Setembro a Março, cobrindo a monção de Inverno apresentam-se concentradas nas direcções de E e NE. Nos meses de Maio a Agosto, monção de Verão, as direcções predominam de S e de E. Em Abril a ondulação está distribuída de modo aproximadamente uniforme pelas direcções E, NE e SE.

## 8. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise da informação disponível pode o regime da agitação marítima, na zona de Ká-Hó, ser quantificado da forma seguinte:

- Na estação de Inverno, de Novembro a Março, com ventos dominantes de N e associados a massa de ar relativamente frio, a direcção da ondulação é predominantemente de E e NE; esta situação corresponde à primeira apresentada no ponto 3 e Tabela 1, embora não seja confirmada a ocorrência de períodos menores do que nas outras situações;
- De Maio a Agosto, período incluído na estação de Verão, com ventos predominantemente dos quadrantes de SW e SE, a ondulação predomina de S e E; esta situação corresponde às segunda e terceira apresentadas no ponto 3 e Tabela 1;
- Os níveis de energia são, em média, mais elevados de Novembro a Janeiro, na estação de Inverno, e de Junho a Julho, na época dos tufões;
- Os níveis de energia são, em média, mais baixos de Abril a Maio e em Setembro; alturas de transição das estações do ano;
- As ocorrências de valores extremos, cuja ordem de grandeza é apresentada na Tabela 11, são mais prováveis associados a tufões, nos meses de Junho a Setembro, com direcções da ondulação entre E e ESE e entre SSE, e S;

O relançamento da estação ondógrafo de Ká-Hó, em Abril de 1993, com o novo equipamento de recepção/gravação, DIWAR/VECTRA, e continuidade do seu funcionamento por mais alguns anos possibilitará extrair informação complementar à do presente trabalho. Adicionalmente deverá proceder-se ao estudo das ocorrências conjuntas de alturas e períodos, função das direcções, o que poderá ser efectuado de forma mais eficaz através da instalação futura de ondógrafo direccional.

## 9. RECONHECIMENTO

O presente trabalho constitui um contributo para o projecto de prestação de serviços do IH aos Serviços de Marinha de Macau, entidade que financiou a aquisição e processamento de dados desde 1983. Ao Doutor MANUEL MENDES DE CARVALHO, do Núcleo de Portos e Praias do LNEC, agradeço os cálculos do regime de ondas extremas e à I.ª OF. CÂNDIDA GUILHERME agradeço o trabalho de dactilografia e execução gráfica.

### LISTA DE REFERÊNCIAS

1. *Meio Hidrico de Macau*. Repartição dos Serviços de Marinha de Macau, Macau 1983, 107 pp.
2. Galvão, V.P., 1984. Instalação de uma estação para recolha de dados de agitação marítima em Macau. *Anais do Instituto Hidrográfico n.º 5*. 83-87.
3. Relatórios Mensais e Trimestrais de Processamento de Dados de Agitação Marítima. Instituto Hidrográfico:
  - MA184 — REL.TF.CE.08.04/85
  - JUN84 — REL.TF.CE.08.04/85
  - JUL84 — REL.TF.CE.08.04/85
  - AGO84 — REL.TF.CE.08.04/85
  - SET84 — REL.TF.CE.08.04/85
  - OUT84 — REL.TF.CE.08.04/85
  - NOV84 — REL.TF.CE.08.04/85
  - DEZ84 — REL.TF.CE.08.04/85
  - JAN85 — REL.TF.CE.08.04/85
  - FEV85 — REL.TF.CE.08.04/85
  - MAR85 — REL.TF.CE.08.04/85
  - ABR85 — REL.TF.CE.08.04/85
  - MAI85 — REL.TF.CE.08.04/85
  - JUN85 — REL.TF.CE.08.04/85
  - JUL85 — REL.TP.CE.21/86
  - AGO85 — REL.TP.CE.22/86
  - SET85 — REL.TP.CE.23/86
  - OUT85 — REL.TP.CE.24/86
  - NOV85 — REL.TP.CE.25/86
  - JUL86 — REL.TP.CE.03/87
  - AGO86 — REL.TP.CE.04/87
  - SET86 — REL.TP.CE.54/87
  - OUT86 — REL.TP.CE.55/87
  - NOV86 — REL.TP.CE.56/87
  - DEZ86 — REL.TP.CE.57/87
  - JAN87 — REL.TP.CE.83/87
  - FEV87 — REL.TP.CE.84/87
  - ABR87 — REL.TP.CE.07/88
  - MAI87 — REL.TP.CE.08/88
  - JUN87 — REL.TP.CE.09/88
  - JUL87 — REL.TP.CE.10/88
  - AGO87 — REL.TP.CE.20/88
  - SET87 — REL.TP.CE.21/88
  - OUT87 — REL.TP.CE.22/88
  - NOV87 — REL.TP.CE.34/88
  - DEZ87 — REL.TP.CE.43/88
  - JAN88 — REL.TP.CE.68/88
  - FEV88 — REL.TP.CE.69/88
  - MAR88 — REL.TP.CE.84/88
  - ABR88 — REL.TP.CE.86/88
  - MAI88 — REL.TP.CE.87/88
  - JUN88 — REL.TP.CE.93/88
  - JUL88 — REL.TP.CE.101/88
  - AGO88 — REL.TP.CE.112/88
  - SET88 — REL.TP.CE.113/88
  - OUT88 — REL.TP.CE.3/89
  - NOV88 — REL.TP.CE.10/89
  - FEV A MAR89 — REL.TP.CE.26/89
  - ABR A JUN89 — REL.TP.CE.35/89
  - JUL A SET89 — REL.TP.CE.13/90
  - OUT A DEZ89 — REL.TP.CE.21/90
  - JAN A MAR90 — REL.TP.CE.35/90
  - ABR A JUN90 — REL.TP.CE.51/90
  - JUL A SET90 — REL.TP.CE.58/90
  - OUT A DEZ90 — REL.TP.OM.13/91
  - JAN A MAR91 — REL.TP.OM.31/91
  - ABR A JUN91 — REL.TP.OM.32/91
  - JUL A SET91 — REL.TP.OM.17/92
  - OUT A NOV91 — REL.TP.OM.18/92
4. Relatórios associados a situações de Tufão:
  - 15JUN84 — REL.TF.CE.08.04/85
  - 13 A 17SET85 — REL.TP.CE.39/86
  - 15SET86 — REL.TP.CE.63/87
  - 18 A 19OUT86 — REL.TP.CE.64/87
  - 18 A 29NOV87 — REL.TP.CE.35/88
  - 20 A 21MAI89 — REL.TP.CE.32/89
  - 17 A 18JUL89 — REL.TP.CE.37/89
  - 24JUL91 — REL.TP.OM.41/91
  - 15 A 16AGO91 — REL.TP.OM.45/91
5. Carvalho, M.M., 1992. Dimensionamento Probabilístico de Quebra-Mars. *Memória n.º 786 do LNEC*. Lisboa, 1992. 9-25.
6. Costa, C.N.L., 1985. Sobrelevações de Maré e Níveis Extremos em Macau. *Anais do Instituto Hidrográfico n.º 06*. Lisboa, 1985. 63-61.

# UM MÉTODO EXPEDITO PARA PREVISÃO DE CONDIÇÕES DE REBENTAÇÃO EM OPERAÇÕES ANFÍBIAS

Carlos M. Lemos

Capitão-tenente EH

Adjunto do Chefe da Divisão de Ondas e Marés

Instituto Hidrográfico

**RESUMO** — Neste trabalho, é descrito um método simples para calcular as condições de rebentação numa praia de batimetria aproximadamente rectilínea e paralela à linha de costa. Este método permite estimar a altura de onda no ponto de rebentação, a largura da zona de rebentação, e o tipo de rebentação, em função das condições de agitação ao largo e da inclinação média do fundo, utilizando uma calculadora.

**ABSTRACT** — *In this work, a simple method for computation of the breaking conditions on a beach with straight bottom contours that are almost parallel to the coastline is described. The method provides estimates for the wave height close to the breaking point, the width of the surf zone, and the type of breaking, given the offshore wave conditions and the average bottom slope, using a pocket calculator.*

## 1. INTRODUÇÃO

A previsão das condições de rebentação na praia, em função das condições de agitação ao largo, é um aspecto essencial para o êxito de operações anfíbias. Neste contexto, os elementos que importa conhecer são o tipo de rebentação, a distância do ponto de rebentação à linha de costa, e o número de linhas (cristas de onda) de rebentação. Há que salientar que estas características não são fixas, uma vez que a agitação marítima é um processo aleatório.

Neste trabalho é descrito um método expedito para estimar as condições de rebentação na praia em função do período de pico, direcção dominante e altura significativa das ondas em águas profundas, e ainda do declive médio da praia na zona de rebentação. Assume-se que a batimetria é rectilínea e paralela à linha de costa, que as ondas se comportam conforme descrito pela teoria linear, e que a rebentação se dá em condições de «fundos baixos» (shallow-water). Para casos mais complexos, não é possível em geral apresentar soluções analíticas simples.

O método descrito no presente trabalho pode ser aplicado usando uma máquina de calcular. Na secção 2

apresenta-se um resumo do fundamento teórico do método, e na secção 3 a sequência de cálculos a efectuar para obter uma previsão. Na secção 4 descreve-se uma aplicação do método num caso concreto. Apresenta-se ainda em apêndice um pequeno programa FORTRAN, que pode ser usado para elaborar numa tabela de previsões para distintas condições de ondulação ao largo, ou traduzido para outras linguagens (e.g. BASIC ou C).

O método de cálculo descrito neste trabalho permite aos comandantes das operações anfíbias uma maior autonomia na tomada de decisões, eliminando em parte a dependência de informação exterior para avaliação das condições de abicagem.

## 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Considere-se uma praia cuja linha de costa é aproximadamente rectilínea, e cuja batimetria é também aproximadamente rectilínea e paralela à linha de costa. Nestas condições, as características da agitação num determinado ponto da zona de rebentação dependem essencialmente das características da ondulação ao largo, do declive da praia e da distância do ponto considerado à linha de costa.

O tipo de rebentação depende das características da ondulação incidente e da configuração do fundo. Estudos laboratoriais realizados fazendo incidir trens de ondas regulares sobre um talude liso e impermeável, permitiram concluir que o tipo de rebentação é (em primeira aproximação) uma função do parâmetro de Iribarren (e.g. Arcilla e Lemos, 1990), definido pela seguinte expressão:

$$Ir = \frac{m}{(H_b/L_0)^{1/2}}, \quad (1)$$

sendo  $m$  a inclinação do fundo,  $H_b$  a altura de onda no ponto de rebentação, e  $L_0$  o comprimento de onda ao largo. Este parâmetro compara a declividade da onda ao largo com a inclinação do fundo. Para  $Ir < 0.4$ , i.e. para fundos de



pequena inclinação, a rebentação é do tipo *spilling* («borrifante»). Para  $0.4 < Ir < 2.6$ , a rebentação é do tipo *plunging* («mergulhante»). Este tipo de rebentação ocorre para fundos de declividade intermédia, sendo potencialmente mais perigosa para as operações de desembarque do que a rebentação do tipo anterior. Para  $2.6 < Ir < 3.1$ , a rebentação é do tipo *collapsing* («colapsante»), e para  $Ir > 3.1$  do tipo *surging*. Nestes dois últimos casos, que ocorrem quando a inclinação do fundo é grande, a zona de rebentação é estreita ou inexistente.

Para números de Iribarren superiores a 3.2, deixa de haver rebentação, passando a verificar-se uma acentuada reflexão. A diferenciação entre os diversos tipos de rebentação não é rígida, podendo existir tipos de rebentação de características intermédias, ou tipos de rebentação diferentes em distintos pontos da zona de rebentação.

A estimativa da altura de onda no início da rebentação pode fazer-se recorrendo a critérios de rebentação de carácter teórico ou empírico, que estabelecem limites para a declividade da onda.  $H/L$  ( $H$ =altura de onda;  $L$ =comprimento de onda), ou para a profundidade relativa  $H/h$  ( $h$ =profundidade local). Neste trabalho, usaram-se critérios deste último tipo, i.e. admitiu-se que a altura de onda no ponto de rebentação está relacionada com a profundidade no mesmo ponto através de uma expressão da forma:

$$H_b = kh_b \quad (2)$$

Mei (1983) recomenda valores de  $k$  compreendidos entre 0.7 e 1.2. No presente trabalho, considerou-se  $k=0.88$ . Este valor é utilizado frequentemente para efectuar cálculos expedidos, sendo compatível com o obtido a partir dos critérios de declividade máxima, em situação de «fundos baixos».

A profundidade à qual a rebentação tem início (que na realidade é variável devido à irregularidade das ondas) pode determinar-se utilizando as fórmulas para refração de ondas lineares em fundos de batimetria rectilínea e paralela, uma vez conhecidos o período de pico da ondulação  $T$ , o ângulo de incidência ao largo  $\theta_0$ , a altura significativa da ondulação ao largo  $H_0$  e a inclinação do fundo  $m$ . Assumindo que a rebentação ocorre na condição de «fundos baixos» (*shallow-water*) e que o ângulo de incidência no ponto de rebentação é pequeno, obtém-se a seguinte relação (e.g. Dean e Dalrymple, 1984):

$$H_b = H_0 \left( \frac{C_0}{2 \sqrt{gh_b}} \cos(\theta_0) \right)^{1/2} \quad (3)$$

sendo  $g=9.81$  a aceleração da gravidade, e  $C_0=g/(2\pi)T$  a celeridade em águas profundas (expressas em unidades SI). Utilizando as eqs. (2) e (3), obtém-se, resolvendo para  $h_b$ :

$$h_b = \frac{1}{g^{1/5} k^{2/5}} \left( \frac{H_0^2 C_0 \cos(\theta_0)}{2} \right)^{2/5} \quad (4)$$

Uma vez conhecida a profundidade à qual a rebentação tem início, pode determinar-se a altura de onda no ponto de rebentação usando a eq. (2):

$$H_b = \left( \frac{k}{g} \right)^{1/5} \left( \frac{H_0^2 C_0 \cos(\theta_0)}{2} \right)^{2/5} \quad (5)$$

e a largura da zona de rebentação,  $x_b$ , mediante a expressão:

$$x_b = \frac{h_b}{m} \quad (6)$$

sendo  $m$  a inclinação média do fundo na zona de rebentação. Alternativamente, pode obter-se  $x_b$  a partir de uma carta náutica, uma vez conhecida a profundidade a que ocorre a rebentação, caso a inclinação do fundo não seja constante. Segundo Dean e Dalrymple (1984), os valores de  $H_b$  obtidos através destas fórmulas são cerca de 12% inferiores aos obtidos experimentalmente, para  $k=0.8$ .

O número de linhas de rebentação pode ser estimado dividindo  $x_b$  pelo comprimento das ondas no ponto de rebentação (desprezando a variação de  $L$  ao longo da zona de rebentação). Assumindo uma vez mais que a rebentação ocorre em condições de «fundos baixos», tem-se que:

$$Nr. \text{ linhas reb.} \approx Round \left( \frac{x_b}{T \sqrt{gh_b}} \right) \quad (7)$$

sendo *Round* o inteiro mais próximo do quociente indicado (em linguagem FORTRAN, pode utilizar-se a função NINT para obter o mesmo resultado).

### 3. MÉTODO DE CÁLCULO

Nesta secção, descreve-se a sequência recomendada para calcular as condições de rebentação por meio das expressões anteriormente apresentadas, utilizando uma calculadora.

Inicialmente, toma-se  $g=9.81$  e  $k=0.88$ . Obtém-se por estimativa ou informação meteorológica o período  $T$ , a direcção  $\theta_0$  e a altura  $H_0$  da ondulação ao largo. A partir da carta náutica, determina-se a inclinação média do fundo  $m$ .

Uma vez reunidos estes dados, calcula-se  $C_0=g/(2\pi)T$ , e seguidamente a altura de onda na zona de rebentação  $H_b$  utilizando a eq. (5). O valor assim obtido deve ser multiplicado por 1.12, dado que a fórmula estima normalmente  $H_b$  por defeito (Dean e Dalrymple, 1984).

Após haver obtido  $H_b$ , calcula-se a profundidade no ponto de rebentação e a largura da zona de rebentação, usando eqs. (2) e (6), respectivamente.

Seguidamente, obtém-se o comprimento de onda no ponto de rebentação mediante a expressão  $L_b=T \sqrt{gh_b}$ , e calcula-se o número de linhas de rebentação [eq. (7)]. Finalmente, calcula-se o comprimento de onda em águas profundas  $L_0=C_0T$ , e a partir deste o número de Iribarren. Utilizando o critério exposto na secção anterior, estima-se o tipo de rebentação.

Caso se pretenda elaborar uma tabela de previsões, para vários tipos de condições de agitação ao largo, convém elaborar um pequeno programa numa calculadora programável ou num computador portátil. Apresenta-se como apêndice do presente trabalho um programa escrito em linguagem FORTRAN para previsão das condições de rebentação, o qual foi utilizado pelo autor para prestar apoio ao Comando Naval durante o exercício PHIBEX93.

#### 4. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Como exemplo de aplicação do método, suponha-se que se pretende calcular as características da rebentação numa praia, para as seguintes condições:

- linha de costa no sentido N-S, batimetria aproximadamente rectilínea;
- ondulação do NW com 2 m ao largo, período de 10 s;
- inclinação média do fundo, obtida por inspecção da carta náutica,  $m \approx 0.03$ .

O ângulo de incidência (ângulo entre a direcção de propagação e a direcção perpendicular à linha de costa) nestas condições é  $\theta_0 = 45^\circ$ . Utilizando o programa apresentado em anexo, obtêm-se os seguintes resultados:

- altura de onda no ponto de rebentação 2.4 m
- largura da zona de rebentação ..... 81 m
- número de linhas de rebentação ..... 2
- tipo de rebentação ..... *spilling*

Se, para o mesmo caso, a inclinação do fundo fosse  $m = 0.05$ , obtinham-se os seguintes resultados:

- altura de onda no ponto de rebentação 2.4 m
- largura da zona de rebentação ..... 48 m
- número de linhas de rebentação ..... 1
- tipo de rebentação ..... *plunging*

Neste caso, a zona de rebentação seria mais curta, e o tipo de rebentação potencialmente mais perigoso.

O programa «BREAKER» produz resultados mais fiáveis em situações em que o declive do fundo é pequeno, i.e. para rebentação do tipo *spilling* ou *plunging*, em virtude da hipótese assumida de que a rebentação ocorre em regime de «fundos baixos» (shallow-water). Para batimetrias com configuração significativamente diferentes da assumida é necessário recorrer a modelos numéricos de refração-difracção, cujo nível de sofisticação ultrapassa largamente o âmbito do presente trabalho.

#### 5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, descreveu-se um método expedito para o cálculo das condições de rebentação numa praia, em fun-

ção das condições de agitação ao largo e das características do fundo. Descreveram-se sucintamente os fundamentos teóricos do método, e uma sequência de cálculo apropriada para sua aplicação por meio de máquinas de calcular.

O método aqui apresentado pode ser usado pelos comandantes das operações anfíbias, para elaborar previsões das condições de desembarque a partir de estimativas das condições locais de agitação ao largo antes da abicagem, proporcionando-lhes uma maior autonomia na tomada de decisões.

```

PROGRAM BREAKER
CHARACTER*20 BTYPE
C
PRINT *, 'PERIODO ?'
READ *, PERIOD
PRINT *, 'DIRECCAO EM AGUAS PROFUNDAS ?'
READ *, THETA0
PRINT *, 'ALTURA DE ONDA EM AGUAS PROFUNDAS ?'
READ *, H0
PRINT *, 'DECLIVE MEDIO DA PRAIA ?'
READ *, XM
C
C INICIALIZAR
C
G=9.81
XKB=0.88
P1=3.14159
DTR=P1/180.0
RTD=1.0/DTR
C0=G/(2.*P1)*PERIOD
XLO=C0*PERIOD
THETA0=THETA0*DTR
G1=1.0/( G**(1./5.))
XKB1=1.0/( XKB**(4./5.))
H02=H0**2
C
C PROFUNDIDADE NO PONTO DE REBENTACAO
C
HB=G1*XKB1*( 0.5*H02*C0*COS(THETA0) )**(2./5.)
C
C DISTANCIA A COSTA E NR. DE LINHAS DE REBENTACAO
C
XB=HB/XM
XLB=PERIOD*SQRT(G*HB)
NLINHAS=NINT(XB/XLB)
C
C ALTURA DE ONDA NA ZONA DE REBENTACAO
C
HEIGHTB=XKB*HB
HEIGHTB=1.12*HEIGHTB
C
C TIPO DE REBENTACAO
C
XIR=XM/SQRT( HEIGHTB / XLO )
IF (XIR.LE.0.4) THEN
  BTYPE='SPILLING'
ELSEIF (XIR.GT.0.4.AND.XIR.LE.2.4) THEN
  BTYPE='PLUNGING'
ELSEIF (XIR.GT.2.4.AND.XIR.LE.2.6) THEN
  BTYPE='PLUNGING/COLLAPSING'
ELSEIF (XIR.GT.2.6.AND.XIR.LE.3.1) THEN
  BTYPE='COLLAPSING/SURGING'
ELSEIF (XIR.GT.3.1.AND.XIR.LE.3.3) THEN
  BTYPE='SURGING'
ELSE
  BTYPE=' - NIL - '
ENDIF
C
C OUTPUT
C
WRITE (*,10) HEIGHTB
WRITE (*,15) HB
WRITE (*,20) NINT(XB)
WRITE (*,25) NLINHAS
WRITE (*,30) BTYPE
10 FORMAT(' Altura de onda no inicio da reb.      :',F5.2)
15 FORMAT(' Profundidade no ponto de rebentacao  :',F5.2)
20 FORMAT(' Distancia da linha de reb. a costa    :',15)
25 FORMAT(' Nr. linhas de rebentacao              :',15)
30 FORMAT(' Tipo de rebentacao                      :',1X,A)
C
END

```

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à dr.<sup>a</sup> Mariana Costa, da Divisão de Ondas e Marés do Instituto Hidrográfico, a revisão do programa apresentado em anexo, e as sugestões por si apresentadas durante a mesma.

Agradeço também à dr.<sup>a</sup> Leonor Martins, da Divisão de Ondas e Marés do Instituto Hidrográfico, a sua ajuda na revisão do texto.

## REFERÊNCIAS

- ARCILLA, A. S. e LEMOS, C. M. (1990): *Surf Zone Hydrodynamics*, CIMNE Publications/Pineridge Press, Barcelona.
- DEAN, R. G. e DALRYMPLE, R. A. (1984): *Water Wave Mechanics for Scientists and Engineers*, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- MEI, C. C. (1983): *The Applied Dynamics of Ocean Surface Waves*, J. Wiley, New York.

# AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

Mariana Domingas Simões da Costa

Licenciada em Matemática

Assessora Principal

Instituto Hidrográfico

**RESUMO** — Neste artigo apresenta-se uma síntese da informação relativa aos dados de agitação marítima adquiridos por 3 estações direccionais instaladas ao longo da costa portuguesa, no âmbito do programa ONDMAR. Com base na informação disponível, mostra-se que as condições médias não diferem muito nas estações da costa oeste, verificando-se no entanto uma maior severidade dos estados de mar, durante todo o ano, na Figueira da Foz. Na costa sul as condições da agitação marítima são muito menos severas, dada a menor exposição às componentes que são predominantes na costa oeste, nomeadamente à ondulação de noroeste gerada no Atlântico Norte. A direcção é predominante de SW-W e SE, com tendência para uma maior concentração em SW e SE, nos estados de mar mais intensos. Os temporais mais frequentes são de WNW na costa oeste, e de SW na costa sul. O conhecimento aprofundado do clima de agitação marítima na nossa costa, nomeadamente no que diz respeito às condições extremas, passa pela continuação do esforço de aquisição de dados direccionais.

**ABSTRACT** — In this paper a summary of the information based on wave data acquired with 3 directional wave stations installed along the portuguese coast is presented. Using the information available, it is shown that the mean conditions do not differ much along the west coast, although higher sea states always occur at Figueira da Foz. In the south coast the wave conditions are less severe, since it is not exposed to the wave components predominant in the west coast, particularly to the swell generated in the north Atlantic. The dominant wave directions are SW-W and E, with greater concentrations in the SW sector for higher sea states. The most frequent storms are from WNW in the west coast and from SW in the south coast. A better knowledge of the wave climate in the portuguese coast, namely in what concerns extreme conditions, is dependent upon the continuation of directional data acquisition.

## 1. INTRODUÇÃO

O Instituto Hidrográfico (IH) iniciou, em 1979, com o apoio de várias instituições nacionais, um programa de medição de dados de agitação marítima, o programa ONDMAR, com o objectivo de contribuir para o conhecimento do clima de agitação marítima na costa portuguesa. Tendo começado por usar apenas bóias escalares, o programa foi enriquecido, em 1986, com o lançamento de uma primeira bóia direccionial, ao sul de Faro. Em 1987, foi conseguido o apoio da OTAN, através do seu programa «Science for Stability»,

e iniciado formalmente o projecto PO-WAVES. Foi então possível imprimir um maior dinamismo às actividades do programa original e ambicionar uma melhor qualidade da informação, particularmente através da aquisição de dados direccionais noutros pontos da costa portuguesa.

De Setembro de 1986 a Julho de 1993, as seguintes estações direccionais foram instaladas (Fig. 1):

- 3 estações permanentes em águas profundas: Figueira da Foz, Sines I e Faro;

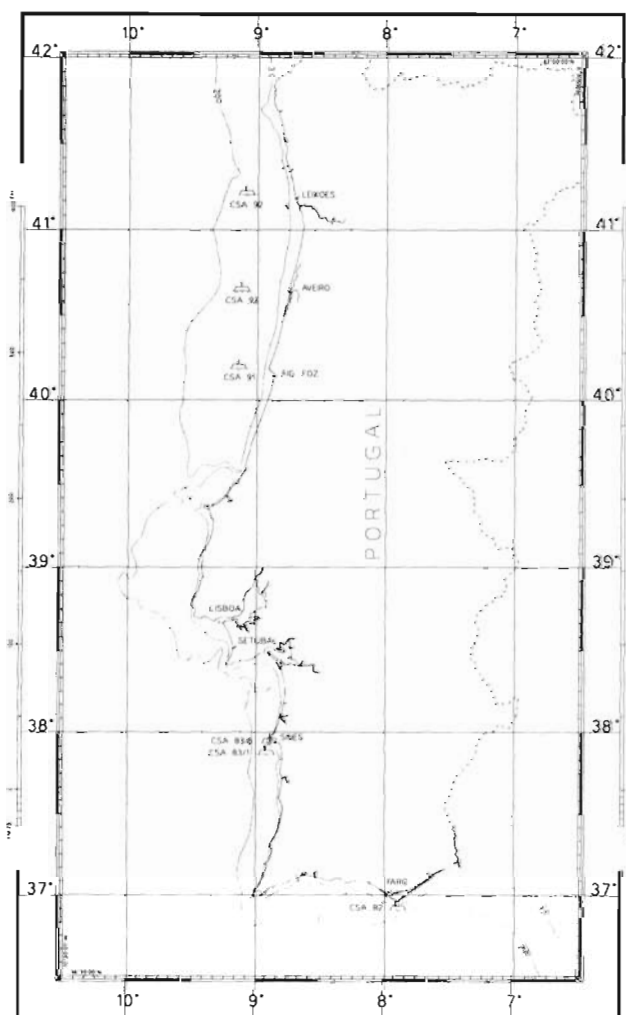


Figura 1 — Localização das estações direccionais

- 1 estação temporária em águas intermédias, junto à ponta do molhe de Sines: Sines 6;
- 2 estações temporárias em águas profundas: Aveiro e Leixões.

As posições das estações permanentes foram escolhidas de modo a obter-se a melhor cobertura geográfica em águas profundas, tendo em vista os estudos de climatologia. Com as estações temporárias pretendeu-se apoiar outros estudos, nomeadamente os estudos de correlação entre parâmetros obtidos em diferentes localizações.

Apresenta-se neste artigo uma síntese da informação climatológica obtida com base nos dados recolhidos pelas estações direccionais permanentes até Dezembro de 1993, com o objectivo de contribuir para a caracterização do clima na costa portuguesa.

## 2. AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS

Todos os dados foram adquiridos por bóias do tipo «pitch and roll», as quais medem elevações e declives em relação a duas direcções perpendiculares. Para comprimentos de onda muito superiores ao diâmetro das bóias, estas tendem a assumir a mesma orientação espacial da superfície livre do mar e a sofrer os mesmos deslocamentos que as partículas da onda.

Em condições normais a aquisição de dados é efectuada de 3 em 3 horas, durante períodos de 20 minutos. Em condições de temporal, ou seja, quando a altura significativa excede um determinado valor (5 m para a costa oeste e 3 m para a costa sul), a aquisição é efectuada de 30 em 30 minutos. É a partir das séries temporais das elevações e dos declives que é possível extrair a informação direccionais aqui apresentada, embora este tipo de dados seja ainda insuficiente para uma caracterização completa dos aspectos direccionais da agitação marítima.

A Tabela I contém informação sobre a posição geográfica, profundidade, data de início e número de registos válidos em cada estação. Considera-se válido o registo que passou os testes de validação e em que existe informação sobre alturas, períodos e direcções. Na estação de Faro, por falha do sistema de gravação, por vezes apenas existe informação sobre a altura significativa e período médio. Esses registos, cerca de 24% do total, foram também considerados válidos na Tabela I, dada a sua importância para a identificação dos períodos de tempestade.

Tabela I — Estações direccionais permanentes

ESTAÇÕES	Prof. (m)	Latitude (N)	Longitude (W)	Data de início	N.º registos válidos	N.º registos válidos 3/3 horas
F. FOZ	92	40° 11' 08"	9° 08' 44"	Jul 90	7 034	6 544 (64%)
SINES I	97	37° 55' 16"	8° 55' 44"	Mai 88	13 198	12 870 (78%)
FARO	93	36° 54' 17"	7° 53' 54"	Set 86	15 219	14 135 (66%)

A Tabela II contém, para cada estação, a percentagem de registos válidos em cada mês. Essa percentagem exclui os registos adicionais obtidos em situações de tempestade, ou seja, só considera os registos de três em três horas. Na estação da Figueira da Foz, salienta-se a baixa percentagem de registos válidos durante os meses de Verão, em particular em Julho. Na estação de Faro, faz-se notar a escassez de dados recolhidos nos meses de Inverno, especialmente de Outubro a Dezembro. Deve pois ter-se especial cuidado com as conclusões baseadas na informação relativa àqueles períodos.

Tabela II — Percentagem de observações válidas

ESTAÇÕES	Jan	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
F. FOZ	95	99	86	62	54	50	18	45	61	68	73	74
SINES I	98	99	73	84	48	79	86	73	75	59	83	85
FARO	65	85	81	91	92	88	64	63	60	35	34	48

As séries temporais de elevações e de declives foram processadas pelo método espectral, com vista à estimação dos espectros cruzados. Os espectros foram estimados em 127 bandas de frequência, entre 0.005 e 0.635 Hz, com um intervalo de 0.005 Hz entre frequências.

Os parâmetros não-direccionais *altura significativa* (HMO), *período médio* (T02) e *período de pico* (TP) foram estimados a partir do espectro de energia, assumindo a distribuição de Rayleigh para as alturas de onda. Quanto aos parâmetros direccionais, foram estimados para cada registo os valores da direcção média e da dispersão angular, nas 127 bandas de frequência. Obedece-se aqui à convenção que considera como direcção das ondas aquela de onde elas vêm, medida a partir do norte verdadeiro e no sentido dos ponteiros do relógio. Neste artigo apresenta-se somente a *direcção média correspondente à frequência de pico* (THTP).

As mesmas séries de elevações foram ainda processadas pelo método directo (análise no tempo), de forma a obter-se estimativas dos parâmetros característicos da agitação marítima, no que respeita a alturas e períodos de zero ascendente. Desses parâmetros, o presente artigo refere apenas a *altura máxima presente em cada registo* (HMAX).

## 3. CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA

Para ilustrar o clima de agitação marítima, é aqui utilizada informação em forma gráfica e tabular, correspondente a todos os registos obtidos de 3 em 3 horas. São ainda apresentados resultados obtidos em situações de temporal, em que os registos são adquiridos de 30 em 30 minutos.

As figuras 2 a 4 ilustram a variação, ao longo do ano, das médias mensais de HMO, T02 e TP. É clara a variação sazonal de todos estes parâmetros, com valores máximos durante o período de Inverno. É também evidente a maior severidade dos estados de mar, ao longo de todo o ano, nas estações da costa oeste.

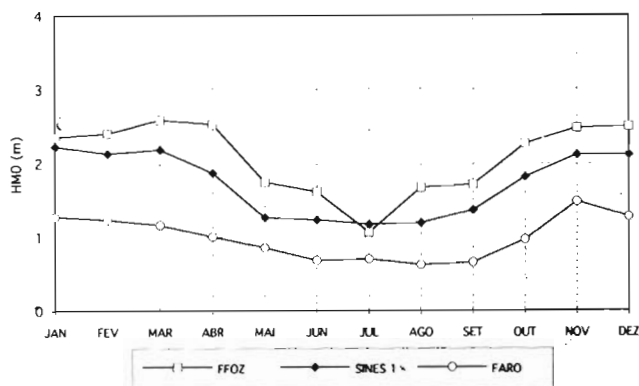


Fig. 2 — Variação sazonal da média mensal de HMO

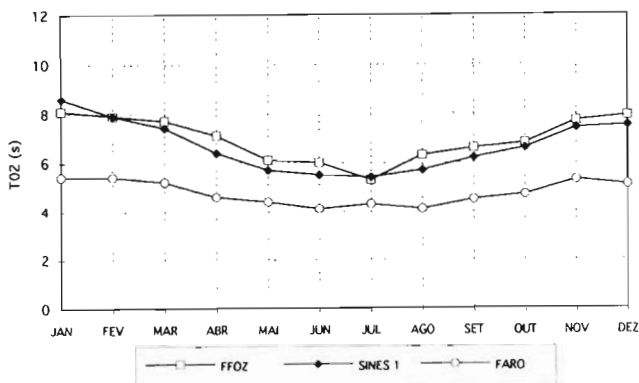


Fig. 3 — Variação sazonal da média mensal de T02

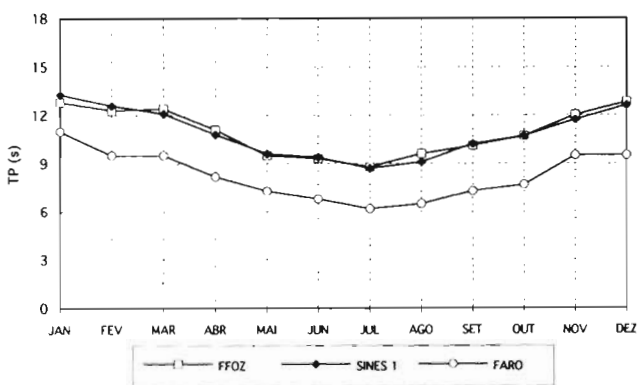


Fig. 4 — Variação sazonal da média mensal de TP

Relativamente à altura significativa, as médias mensais oscilam entre 1.1 m e 2.6 m nas estações da Figueira da Foz e Sines, e entre 0.6 m e 1.5 m em Faro. Relativamente ao período médio T02, as médias situam-se entre 5 e 9 s na costa oeste e entre 4 e 6 s na costa sul. Quanto aos períodos de pico TP, os valores médios oscilam entre 8 e 13 s na costa oeste e entre 6 e 11 s na costa sul. Note-se a grande semelhança entre os valores médios dos períodos nas estações da costa oeste, em especial do período de pico. O mesmo não se verifica com a altura significativa: a estação da Figueira da Foz apresenta valores mais elevados durante todo o ano.

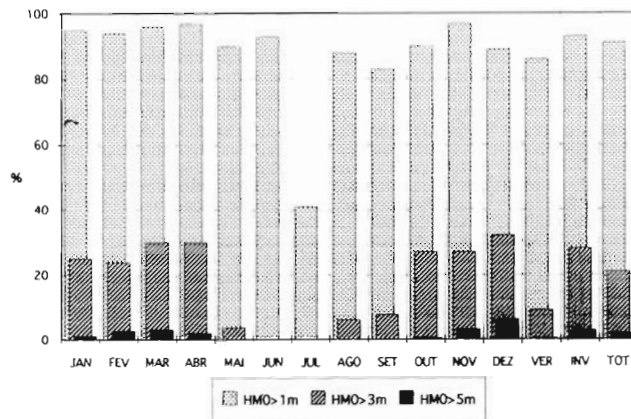


Fig. 5 — Excedência de HMO na Figueira da Foz

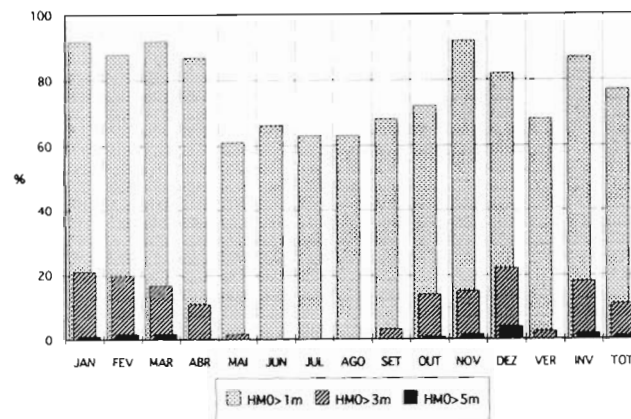


Fig. 6 — Excedência de HMO em Sines

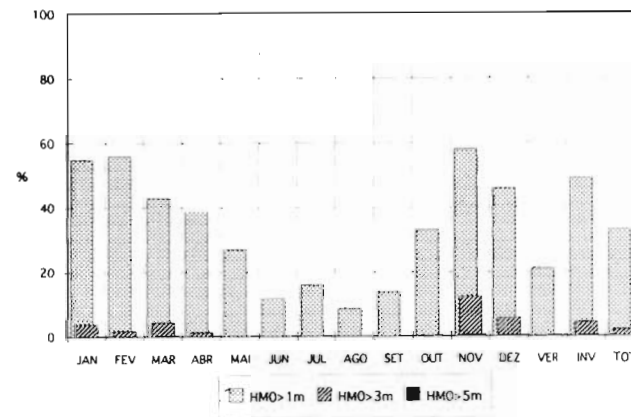


Fig. 7 — Excedência de HMO em Faro

As figuras 5 a 7 ilustram as percentagens de excedência de HMO para 1,3 e 5 m, relativamente a cada um dos meses do ano, aos períodos de Verão (Abril a Setembro) e de Inverno (Outubro a Março), e ainda para a totalidade dos dados. Os gráficos põem mais uma vez em evidência a maior severidade dos estados de mar na costa oeste. Por exemplo, a percentagem de ocorrência de alturas significativas superiores a 3 m durante os meses de Inverno é 28% na Figueira da Foz, 18% em Sines e apenas 4% em Faro; a percentagem de valores superiores a 5 m é muito baixa em todas as estações: 3% na Figueira da Foz, 2% em Sines e 0.2% em Faro.

Na Tabela III apresenta-se a distribuição de frequência relativa da direcção média associada ao período de pico, THTP, considerando três situações: todos os registos, registos em que  $HM0 > 3$  m e registos em que  $HM0 > 5$  m.

Tabela III — Distribuição de THTP nas estações da Figueira da Foz, Sines e Faro

ESTACÕES	N.º reg.	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE
<b>Todos os registos</b>									
F. FOZ	6 544	8.0	<b>72.7</b>	16.3	2.7	<0.1	0.2	<0.1	<0.1
SINES I	12 870	<0.1	<b>80.3</b>	16.4	2.9	0.3	<0.1	<0.1	
FARO	11 175	<0.1	0.3	<b>51.5</b>	<b>16.3</b>	2.1	<b>25.0</b>	4.2	0.5
<b>HM0 &gt; 3 m</b>									
F. FOZ	1 355	7.2	<b>79.3</b>	12.5	1.1				
SINES I	1 368		<b>72.4</b>	<b>23.2</b>	4.2	0.2			
FARO	300			8.3	<b>44.0</b>	4.7	<b>42.7</b>	0.3	
<b>HM0 &gt; 5 m</b>									
F. FOZ	127	2.4	<b>93.7</b>	3.9					
SINES I	129		<b>57.4</b>	<b>41.9</b>	0.8				
FARO	11				<b>63.6</b>		<b>36.4</b>		

Considerando todos os dados, verifica-se que a distribuição de THTP é muito semelhante nas duas estações da costa oeste, com a maior parte das observações do sector NW. No entanto, se se utilizar 16 classes de direcção, em vez das 8 aqui apresentadas, verifica-se que, enquanto na Figueira da Foz cerca de 90% das observações estão entre WNW e NNW, essa mesma percentagem está, em Sines, concentrada nos sectores de WNW e NW. Para estados de mar mais severos observa-se, na Figueira da Foz, uma maior concentração das observações no sector de NW, enquanto que, em Sines, essa concentração se verifica no sector de W (ou melhor, em WNW, para 16 classes de direcção).

Na estação de Faro a distribuição de THTP é mais complexa, com dois sectores dominantes SW-W (68%) e SE (25%). Estes valores dizem respeito ao conjunto de todas as observações, mas não contemplam cerca de 20% dos registos considerados válidos na Tabela I, devido ao facto de a informação de direcção não estar disponível em suporte magnético. Na parte da tabela relativa a situações de temporal, essa informação já foi considerada, verificando-se, quando  $HM0 > 3$  m, uma maior concentração das observações nos sectores de SW (44%) e SE (43%). A distribuição de THTP para as situações em que  $HM0 > 5$  m não tem significado estatístico, dado o escasso número de observações. Esta informação é no entanto apresentada como constatação da ocorrência de estados de mar muito severos provenientes de SW e de SE.

As diferenças na distribuição de THTP na costa oeste e na costa sul são obviamente condicionadas pelo facto de a costa sul se encontrar abrigada dos estados de mar provenientes de NW (dominantes na costa oeste) e estar sujeita às condições originadas pelos ventos de levante. No que diz respeito aos estados de mar de sudoeste, existe no entanto

alguma correlação entre a costa oeste e a costa sul. De facto, os estados de mar de sudoeste estão, na costa sul, associados a condições meteorológicas que originam, na costa oeste, mar de sudoeste ou de oeste, tal como é referido por Pires (1985).

As figuras 8 a 10 ilustram de forma mais sugestiva a distribuição de THTP nas três estações, para todos os dados e para  $HM0 > 3$  m.

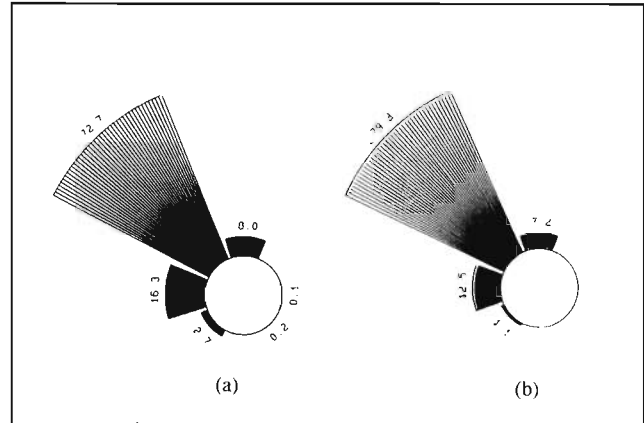


Figura 8 — Distribuição de frequência relativa de THTP na Figueira da Foz (a) todos os registos, (b)  $HM0 > 3$  m

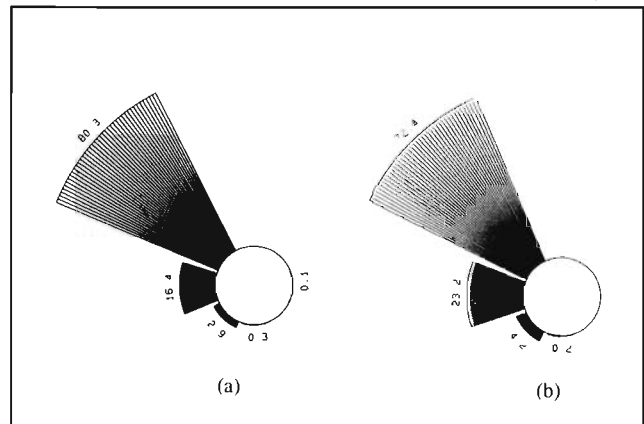


Figura 9 — Distribuição de frequência relativa de THTP em Sines (a) todos os registos, (b)  $HM0 > 3$  m

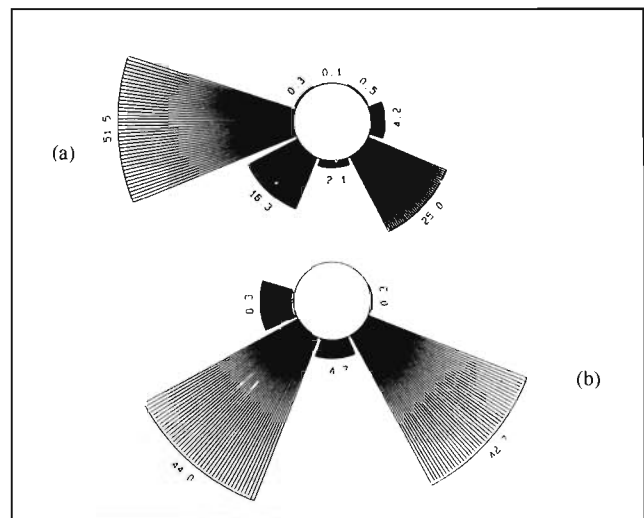


Figura 10 — Distribuição de frequência relativa de THTP em Faro (a) todos os registos, (b)  $HM0 > 3$  m

Na Tabela V apresenta-se, para cada mês, o número médio de dias com temporal, isto é, o quociente entre o número de dias em que ocorreram temporais e o número total de meses do mesmo nome com informação. Junto à identificação de cada estação é indicado o número de temporais registados durante o período a que se refere este estudo. Quaisquer comparações entre os valores indicados para as várias estações e meses do ano devem ser efectuadas com cautela, dadas as assimetrias existentes na cobertura de dados. De facto, não só os períodos de observação são diferentes nas três estações, como também existem falhas importantes em cada um deles (ver Tab. I e II). Chama-se ainda a atenção para o facto de não ser idêntica a definição de situação de temporal na costa oeste ( $HMO > 5$  m) e na costa sul ( $HMO > 3$  m).

Tabela V — Número médio de dias com temporal

ESTAÇÕES	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
F. FOZ (34)	2.1	3.0	4.1	1.6		0.4	0.7	2.7	5.3
SINES 1 (25)	0.8	1.8	1.3	0.2	0.3		0.6	1.6	2.7
FARO (41)	3.2	1.9	2.5	0.9	0.3		0.6	6.3	3.8

Como era de esperar, verifica-se que é maior o número de dias com temporal no período de Inverno, em particular durante os meses de Novembro a Março. Nos restantes meses, essas situações são pouco frequentes (Abril e Outubro) ou praticamente inexistentes. Verifica-se também que a ocorrência de situações de temporal é maior na Figueira da Foz do que em Sines, confirmando a maior severidade dos estados de mar na costa oeste à medida que se caminha para norte.

Tabela VI — Ocorrência de temporais por classes de direcção e de altura significativa

F. FOZ	WNW	NW	NNW	SW↔NW
5-6 m	9	6	2	1
6-7 m	2	6	1	
7-8 m	2	4		
> 8 m		1		

SINES 1	W	WNW	NW	SW↔NW
5-6 m		8	2	2
6-7 m	2	3	1	1
7-8 m	1	2		1
> 8 m		2		

FARO	SW	SE	SE↔SW
3-4 m	8	11	3
4-5 m	7	3	4
5-6 m	2		
> 6 m	2	1	

A Tabela VI apresenta o número de temporais que ocorreram nas três estações, distribuídos por classes de direcção e de altura significativa máxima. Note-se que é artificial a quantificação da severidade de um temporal através de um único parâmetro, a altura significativa máxima, sem ter em conta a sua variabilidade e duração. É igualmente insuficiente a caracterização direccional dos temporais a partir de um único parâmetro (THTP), em particular quando coexistem sistemas de ondas com origens e períodos distintos (vaga e ondulação) ou quando se verificam mudanças de direcção associadas, por exemplo, à passagem de superfícies frontais. Na tabela, estas situações foram englobadas numa coluna adicional, cujo nome procura reflectir as direcções presentes.

Na costa oeste, os temporais mais frequentes são do sector de WNW, com altura significativa inferior a 6 m. Na Figueira da Foz, os mais violentos são de NW e de WNW, enquanto que em Sines são de WNW e de W. Em ambas as estações, ocorreram alturas significativas superiores a 8 m. Na costa sul, cerca de metade dos temporais têm alturas significativas superiores a 4 m, sendo poucos os casos em que HMO ultrapassa os 5 m. É clara a existência de duas direcções predominantes, SW e SE, sendo os temporais de SW normalmente mais violentos. Chama-se no entanto a atenção para a ocorrência de um temporal de SE, com altura significativa superior a 6 m (3 a 7 de Março de 1990). Este caso é, tanto quanto se conhece, a maior tempestade de SE registada em Faro.

A título ilustrativo, mostra-se na Tabela VII informação sobre alguns dos temporais mais violentos registados durante o período em análise. Note-se que, na Figueira da Foz, só existe informação direccional a partir de Julho de 1990.

Tabela VII — Alguns temporais registados na costa portuguesa

DATA	F. FOZ	SINES 1	FARO
	HMO-HMAX-THTP	HMO-HMAX-THTP	HMO-HMAX-THTP
18-21/11/89	7.8-12.0 -	8.1-12.3-WNW	6.0- -SW
22-23/11/89	<5 m	6.6-9.7-W	5.8- -SW
30/1-1/2/90	9.2-14.5 -	8.4-12.7-WNW	<3 m
3-7/3/90	<5 m	<5 m	6.1- -SE
29-31/12/90	7.6-13.3-NW	<5 m	<3 m
16/12/92	7.4-10.9-WNW	6.6-9.0-WNW	não há dados
24-25/4/93	8.0-12.9-NW	não há dados	<3 m

Uma análise mais pormenorizada dos temporais registados nas três estações sugere a existência das seguintes situações típicas na costa portuguesa:

- i) *temporais de NNW*: só se fazem sentir na Figueira da Foz;
- ii) *temporais de NW*: fazem-se sentir na Figueira da Foz e em Sines; são mais frequentes na Figueira da Foz;



- iii) *temporais de WNW*: fazem-se sentir em toda a costa oeste, embora com menor intensidade em Sines; alguns atingem também a costa sul, provenientes de SW;
- iv) *temporais de W*: fazem-se sentir em Sines e, na costa sul, como SW;
- v) *temporais de SE*: só se fazem sentir na costa sul.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se uma síntese da informação relativa aos dados de agitação marítima adquiridos por três estações direccionais, entre Setembro de 1986 e Dezembro de 1993. A localização das estações foi escolhida de forma a garantir-se, com um mínimo de meios, a melhor cobertura geográfica em águas profundas, tendo em vista estudos climatológicos. No entanto, o início das estações não foi simultâneo: entre a instalação da estação de Faro, em 1986, e a da Figueira da Foz, em 1990, decorreram cerca de 4 anos. O período de cobertura comum é, portanto, ainda demasiado pequeno para que se possa inferir com confiança sobre todos os aspectos direccionais do clima de agitação marítima, em particular sobre as condições extremas. Esta situação é ainda agravada, como é habitual, pela ocorrência de lacunas nos dados, algumas das quais provocadas pela necessidade de manutenção das estações e outras por avarias ocasionais. Muitas vezes, essas falhas verificaram-se nos meses de Inverno e, em particular, durante situações de temporal.

Relativamente às condições médias da agitação marítima, são bastante semelhantes os resultados obtidos para as estações da costa oeste, nomeadamente quanto à distribuição direccional dos estados de mar e aos valores médios dos períodos. Tal não é de estranhar, uma vez que as estações da Figueira da Foz e de Sines estão completamente expostas às condições meteorológicas do Atlântico. No entanto, é clara uma maior severidade, durante todo o ano, das condições médias da agitação marítima na estação da Figueira da Foz. Por exemplo, a percentagem de ocorrência de alturas significativas superiores a 3 m é 28% na Figueira da Foz e 18% em Sines. Em ambas as estações, existe uma forte predominância de estados de mar provenientes dos sectores de NW.

A costa sul, dada a menor exposição às componentes da agitação que são predominantes na costa oeste, nomeadamente à ondulação de NW gerada no Atlântico e à vaga associada aos ventos locais dos quadrantes de norte, apresenta

condições médias de agitação muito menos severas: a percentagem de ocorrência de alturas significativas superiores a 3 m é apenas 4%. A distribuição de THTP apresenta dois sectores dominantes: SW-W, associado às condições meteorológicas do Atlântico, e SE, associado à ocorrência dos ventos de levante. É interessante observar que, para estados de mar progressivamente mais severos, há uma crescente concentração de THTP nos sectores de SW e de SE.

Na costa oeste, os temporais são mais frequentes e mais severos à medida que se caminha para norte. Na sua maior parte, são provenientes de NW e de WNW, com alturas significativas inferiores a 6 m; os casos extremos registados ultrapassam os 8 m. Na costa sul, as condições mais severas estão agrupadas em dois sectores predominantes, SW e SE, e as alturas significativas mais frequentes são inferiores a 5 m; os casos extremos ultrapassam os 6 m. Alguns temporais de WNW ou W que ocorrem na costa oeste fazem-se sentir na costa sul como provenientes de SW.

Conclusões pormenorizadas sobre as condições extremas na costa portuguesa não são ainda possíveis, dado o pequeno volume de dados direccionais disponível. Para o comprovar, refira-se que os maiores temporais registados na costa oeste são anteriores ao lançamento das bóias direccionais como, por exemplo, os temporais de 28 a 31 de Dezembro de 1981 e de 17 a 18 de Fevereiro de 1986 (alturas significativas máximas em Sines de, respectivamente, 8.9 e 11.1m). Julga-se pois que um conhecimento mais profundo do clima de agitação marítima na nossa costa passa pela continuação da aquisição de dados, destinados sobretudo a completar a informação existente sobre situações de temporal. É portanto do maior interesse que o esforço iniciado com o programa ONDMAR e o projecto PO-WAVES possa continuar.

#### BIBLIOGRAFIA E LISTA DE REFERÊNCIAS

- COSTA, M., *Dados direccionais de agitação marítima na costa portuguesa*, relatório do projecto PO-WAVES. Instituto Hidrográfico, a publicar.
- LONGUET-HIGGINS, M. S., CARTWRIGHT, D. E. e SMITH, N. D., *Observations of the directional spectrum of sea waves using the motions of a floating buoy*, pp. 111-132 in «Ocean Wave Spectra». Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1963.
- LOUREIRO, A. M., *Análisis espectral de oleaje direccional (boyas de balance y cabeceo)*, Programa de Clima Marítimo de España, 1985.
- PIRES, H., *Alguns aspectos do clima de agitação marítima de interesse para a navegação na costa de Portugal*, I.N.M.G., 1985.

# ESTIMAÇÃO DO ESPECTRO DIRECCIONAL DA AGITAÇÃO MARÍTIMA

*Dulce Gomes*

*Licenciada em Matemática*

*Universidade de Évora*

*Estagiária na Divisão de Ondas e Marés*

*Instituto Hidrográfico*

**RESUMO** — A caracterização da ondulação e seus efeitos tem tido uma crescente importância, quer científica quer económica, nomeadamente em Engenharia Costeira, gestão de zonas costeiras, avaliação da erosão nas áreas costeiras bem como em projectos e estudos de portos, dinâmica de praias e engenharia naval.

A discrição mais comum da ondulação, quando a direcção é um parâmetro presente, é feita através do espectro direccional, o qual é uma função que representa a energia associada à frequência  $f$  e à direcção  $\theta$  de propagação da onda, e cujo estudo se insere na análise espectral de campos aleatórios.

Neste trabalho, após uma breve introdução teórica à análise espectral direccional com base em técnicas aplicáveis a dados colhidos por bóias «Pitch and Roll», as quais medem as elevações e os declives da ondulação em relação a duas direcções perpendiculares, são apresentados os resultados da estimação do espectro escalar, da função de dispersão direccional e do espectro direccional da elevação da superfície do mar.

**ABSTRACT** — *The characterization of the wave climate is a theme of great importance, because of its relationship with coastal engineering, management of coastal regions, and shipbuilding.*

*When the direction of propagation is taken into account, the wave field is represented in terms of the directional spectrum, which describes the energy distribution as a function of the frequency  $f$  and direction  $\theta$ .*

*In this work, a brief theoretical analysis of the methodology used to calculate directional wave spectra from the data measured by «Pitch and Roll» buoys, which measure the instantaneous elevation and the slope of the free surface with respect to two perpendicular directions, is presented. Results of estimates of scalar wave spectra, directional dispersion, and directional elevation are presented.*

## 1. ANÁLISE ESPECTRAL DIRECCIONAL

### 1.1. Espectro direccional

As representações tradicionais (escalares) do movimento da superfície do mar supõem que este é devido à sobreposição de um número infinito de ondas simples, que combinadas linearmente dão lugar à evolução que se observa num ponto da dita superfície, ignorando completamente qualquer

informação sobre a direcção de propagação das ditas ondas. Deste modo, somente se pode descrever o movimento de um ponto e não outras propriedades, como por exemplo, a forma da superfície do mar, isto é, como está relacionado, em tempo real, o movimento de dois pontos da dita superfície. Portanto, para se estudar a evolução conjunta da superfície do mar é necessário estudar, não só a elevação desta mas também a direcção de propagação das ondas. Tendo-se deste modo uma representação tridimensional.

Pode-se assim dizer que cada componente elementar considerada no estudo escalar da ondulação é, por sua vez, a soma de outras infinitas componentes, de amplitudes distintas, que se propagam em direcções que englobam toda a rosa dos ventos e com diferentes desfazamentos entre si. Deste modo, o espectro não é uma função exclusivamente da frequência mas também da direcção.

A elevação da superfície do mar  $\eta$ , acima de um plano de referência (geralmente considera-se o nível médio do mar) é considerada uma função do espaço e do tempo e pode ser modelada probabilisticamente por um campo estocástico  $\eta(x,y,t)$ , onde  $(x,y)$  representa um ponto genérico do plano de referência e  $t$  representa o tempo.

«O campo estocástico  $\eta(x,y,t)$  pode considerar-se estacionário e homogéneo de 2.<sup>a</sup> ordem, ergónico, guassiano, de média nula e com realizações quase contínuas» — M. Carvalho, 1981.

A superfície do mar não é um processo estacionário se for considerado a longo prazo. No entanto, esta hipótese é aproximadamente válida se forem considerados intervalos de tempo de duração relativamente curta, como são os dos registos das bóias.

Mostra-se que se podem considerar constantes as características estatísticas dos estados de mar em intervalos mais ou menos prolongados, da ordem de 2 ou 3 horas (M. Carvalho, 1980).

A homogeneidade, tal como no caso da estacionaridade, só se cumpre se considerarmos zonas relativamente pequenas nas quais se pode admitir que as condições climatológicas e espaciais são similares.

Admite-se que a elevação da superfície do mar, verifi-

cando as características referidas, se pode decompor num número infinito de ondas sinusoidais puras do tipo:

$$A \cdot \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t + \varphi) \quad (1)$$

onde  $\vec{r}$  é o vector de coordenadas  $(x, y)$ ,  $A$  a amplitude,  $\vec{k}$  o vector cuja amplitude é o número de onda  $|\vec{k}| = \frac{2\pi}{\lambda}$  ( $\lambda$  indica o comprimento da onda) e cuja direcção é o avanço da onda,  $\varphi$  é a fase para  $|\vec{r}=0|$  e  $|\omega|$  é a frequência angular.

Temos pois um somatório de ondas do tipo dado por (1). No entanto, no caso tridimensional, este somatório será duplo uma vez que as variáveis  $\vec{k}$  e  $\omega$  são independentes.

Assim,

$$\eta(\vec{r}, t) = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} A_{ij} \cdot \cos(\vec{k}_i \cdot \vec{r}_i - \omega_j t + \varphi_{ij}) \quad (2)$$

onde as fases são variáveis aleatórias independentes entre si e com distribuição uniforme entre 0 e  $2\pi$ .

Pelo teorema de representação espectral (Adler, 1981, pág. 30) obtemos a *representação espectral direccional* da superfície do mar, num dado instante  $t$ , e numa posição concreta  $\vec{r}=(x, y)$  dada por:

$$\eta(\vec{r}, t) = \int_{\omega} \int_{\vec{k}} e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)} dZ(\vec{k}, \omega) \quad (3)$$

onde  $dZ(\vec{k}, \omega)$  é a transformada de Fourier de  $\eta(\vec{r}, t)$ .

Nestas condições a função de autocovariância

$$c(\tau, \Delta\vec{r}) = E[\eta(\tau + \vec{r}, t + \Delta\vec{r}) \cdot \eta(\vec{r}, t)],$$

onde  $\Delta\vec{r}$  é um vector que une dois pontos quaisquer, tem a seguinte representação espectral

$$c(\tau, \Delta\vec{r}) = \int_{\omega} \int_{\vec{k}} e^{i(\vec{k} \cdot \Delta\vec{r} - \omega\tau)} dG(\vec{k}, \omega) \quad (4)$$

onde  $G(\vec{k}, \omega)$  representa a *função de distribuição espectral direccional* e explica a contribuição da energia total das componentes para cada unidade de frequência e número de onda.

Quando  $G(\vec{k}, \omega)$  é absolutamente contínua, o *espectro* ou *função de densidade espectral de energia*,

$$g(\vec{k}, \omega) d\vec{k} d\omega = E[dZ(\vec{k}, \omega) \cdot \overline{dZ(\vec{k}, \omega)}], \quad (5)$$

define-se como a energia média por unidade de frequência e número de onda, e (4) vem dada por:

$$c(\tau, \Delta\vec{r}) = \int_{\omega} \int_{\vec{k}} e^{i(\vec{k} \cdot \Delta\vec{r} - \omega\tau)} g(\vec{k}, \omega) d\vec{k} d\omega. \quad (6)$$

Utilizando a relação de dispersão das ondas

$$\omega^2 = g \cdot |\vec{k}| \cdot \tanh\left(|\vec{k}| \cdot h\right),$$

onde  $h$  é a profundidade do mar e  $g$  a aceleração da gravidade, é possível reduzir a dimensão do espectro e obter-se

o *Espectro Direccional* que é uma função que representa a energia associada à frequência  $f [f = \omega/(2\pi)]$  e à direcção  $\theta$  de propagação da onda dada por:

$$E(f, \theta) = D_f(\theta) \cdot s(f). \quad (7)$$

$s(f)$  é o *espectro escalar da elevação da superfície do mar* e  $D_f(\theta)$  a função que indica de que forma a energia se distribui segundo as distintas direcções para uma dada frequência  $f$  fixa, chamada *função de dispersão direccional*.

Se integramos o espectro direccional, segundo todas as direcções, obtemos o espectro escalar correspondente à frequência  $f$ , isto é,

$$s(f) = \int_0^{2\pi} E(f, \theta) d\theta. \quad (8)$$

Donde se deduz que

$$\int_0^{2\pi} D_f(\theta) d\theta = 1. \quad (9)$$

Esta propriedade com o facto de  $D_f(\theta)$  ser uma função positiva faz com que esta se assemelhe a uma função de densidade de probabilidade em círculo.

Conclui-se que  $s(f)$ ,  $D_f(\theta)$  ou o seu produto,  $E(f, \theta)$  identificam as propriedades da ondulação tanto da energia como da direcção em que esta se propaga.

## 1.2. Espectro cruzado

Para se estimar  $E(f, \theta)$ , com base na teoria exposta, seria necessário podermos calcular  $c(\tau, \Delta\vec{r})$  para um vasto número de deslocamentos  $\Delta\vec{r}, \tau$ . Por outro lado esta estimação implicaria conhecer a situação da superfície do mar num vasto retículo espacial de pontos e em diferentes instantes de tempo. Ao trabalharmos com bóias «Pitch and Roll» não temos acesso a esta informação uma vez que destas unicamente se extraem os valores da elevação e dos declives da ondulação.

Sejam então  $\eta_1(\vec{r}, t)$ ,  $\eta_2(\vec{r}, t) = \frac{\partial}{\partial x} \eta(\vec{r}, t)$  e  $\eta_3(\vec{r}, t) = \frac{\partial}{\partial y} \eta(\vec{r}, t)$  as medidas que se podem obter da bóia, respectivamente as elevações instantâneas, o declive da direcção da ondulação relativo à direcção E/W e declive relativo à direcção N/S, onde  $\vec{r}$  representa a posição da bóia.

Cada um dos processos  $\eta_m, m = 1, 2, 3$  é considerado estacionário e de média nula. Nos casos usuais e, em particular, para as bóias «Pitch and Roll» pode-se considerar que os processos  $\eta_m$  são obtidos por filtração linear do processo  $\eta$  (Isobe *et al.* 1984).

Associemos a cada uma das séries  $\eta_m$ , obtidas pela bóia, a sua representação espectral, isto é:

$$\eta_m(\vec{r}, t) = \int_{\omega} \int_{\vec{k}} e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)} dZ_m(\vec{k}, \omega), m = 1, 2, 3. \quad (10)$$

Uma vez que  $\eta_m, m = 1, 2, 3$  estão relacionados com  $\eta(\vec{r}, t)$  através de um operador linear podemos definir uma

função, chamada de *função de transferência*, tal que:

$$\eta_m(\vec{r}, t) = \int_{\omega} \int_{\vec{k}} H_m(\vec{k}, \omega) e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)} dZ_m(\vec{k}, \omega), m = 1, 2, 3. \quad (11)$$

Para as bóias tipo «Picht and Roll» as funções de transferência são dadas por:

$$H_1(\vec{k}, \omega) = 1$$

$$H_2(\vec{k}, \omega) = ik_2 = i|\vec{k}| \cdot \cos\theta \quad (12)$$

$$H_3(\vec{k}, \omega) = ik_3 = i|\vec{k}| \cdot \sin\theta$$

onde  $\theta$  é o ângulo que forma a direcção de  $\vec{k}$  com o eixo dos  $xx$ .

Define-se espectro cruzado entre duas séries do mesmo modo que se define espectro escalar. Deste modo, e representando o espectro cruzado por  $\Phi_{mn}(\vec{k}, \omega), m, n = 1, 2, 3$ , vem:

$$\Phi_{mn}(\vec{k}, \omega) d\vec{k} d\omega = E[dZ_m(\vec{k}, \omega) \cdot \overline{dZ_n(\vec{k}, \omega)}]. \quad (13)$$

O espectro cruzado de duas séries aleatórias é em geral complexo e assimétrico em relação ao eixo das ordenadas e portanto é possível decompô-lo nas suas partes real e imaginária, do seguinte modo:

$$\Phi_{mn}(\vec{k}, \omega) = K_{mn}(\vec{k}, \omega) - iQ_{mn}(\vec{k}, \omega) \quad (14)$$

onde a parte real  $K_{mn}(\vec{k}, \omega)$  é chamada de *coespectro* e representa a contribuição ao espectro das componentes das séries  $m, n$ . A parte imaginária  $Q_{mn}(\vec{k}, \omega)$  é chamada de *espectro em quadratura* e representa a contribuição das componentes desfazadas de  $\pi/2$ .

Uma relação fundamental para a análise espectral da ondulação direcional é a que relaciona o espectro cruzado das séries correspondentes às três propriedades lineares do processo com o espectro direcional do mesmo.

Integrando  $\eta_m, m = 1, 2, 3$  primeiro em ordem a  $\vec{k}$  e só depois em ordem a  $\omega$  vem:

$$\eta_m(\vec{r}, t) = \int_{\omega} e^{-i\omega t} \left[ \int_{\vec{k}} H_m(\vec{k}, \omega) e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}} dZ(\vec{k}, \omega) \right], m = 1, 2, 3$$

Deste modo, tendo em conta a equação (13),  $\Phi_{mn}(\omega)$  vem dado por:

$$\begin{aligned} \Phi_{mn}(\omega) d\omega &= E \left[ \int_{\vec{k}} H_m(\vec{k}, \omega) e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}} dZ(\vec{k}, \omega) \right. \\ &\quad \left. \cdot \int_{\vec{k}} \overline{H_n(\vec{k}, \omega) e^{-i\vec{k} \cdot \vec{r}} dZ(\vec{k}, \omega)} \right] \\ &= \int_{\vec{k}} H_m(\vec{k}, \omega) \cdot \overline{H_n(\vec{k}, \omega)} \cdot e^{i\vec{k}(\vec{r} - \vec{r})} E[dZ(\vec{k}, \omega) \cdot \overline{dZ(\vec{k}, \omega)}]. \end{aligned}$$

onde

$$\Phi_{mn}(\omega) = \int_{\vec{k}} H_m(\vec{k}, \omega) \cdot \overline{H_n(\vec{k}, \omega)} \cdot g(\vec{k}, \omega) d\vec{k}.$$

Esta relação pode ser simplificada tendo em conta que  $g(\vec{k}, \omega) = g(\omega, \theta)$ . E neste caso o integral sobre  $R^2$  reduz-se a um integral sobre  $R$  no intervalo  $[0, 2\pi]$  dado por:

$$\Phi_{mn}(f) = \int_0^{2\pi} H_m(f, \theta) \cdot \overline{H_n(f, \theta)} \cdot E(f, \theta) d\theta. \quad (15)$$

Deste modo obtêm-se os seguintes espectros cruzados,  $\Phi_{11}(f), \Phi_{22}(f), \Phi_{33}(f), \Phi_{12}(f) = \overline{\Phi_{21}(f)}, \Phi_{13}(f) = \overline{\Phi_{31}(f)}$  e  $\Phi_{23}(f) = \Phi_{32}(f)$ , onde os índices 1, 2 e 3 referem-se, respectivamente, ao movimento vertical, declive na direcção Este e declive na direcção Norte.

Tendo em conta as equações (12), (14) e (15) obtêm-se os respectivos coespectros e espectros em quadratura:

$$K_{11}(f) = s(f) \quad (16)$$

$$K_{22}(f) = |\vec{k}|^2 \cdot s(f) \cdot \int_0^{2\pi} \cos^2\theta \cdot D_f(\theta) d\theta \quad (17)$$

$$K_{33}(f) = |\vec{k}|^2 \cdot s(f) \cdot \int_0^{2\pi} \sin^2\theta \cdot D_f(\theta) d\theta \quad (18)$$

$$Q_{12}(f) = |\vec{k}| \cdot s(f) \cdot \int_0^{2\pi} \cos\theta \cdot D_f(\theta) d\theta \quad (19)$$

$$Q_{13}(f) = |\vec{k}| \cdot s(f) \cdot \int_0^{2\pi} \sin\theta \cdot D_f(\theta) d\theta \quad (20)$$

$$K_{23}(f) = |\vec{k}|^2 \cdot s(f) \cdot \int_0^{2\pi} \cos\theta \cdot \sin\theta \cdot D_f(\theta) d\theta. \quad (21)$$

Destas seis equações apenas cinco são linearmente independentes uma vez que,

$$K_{22}(f) + K_{33}(f) = |\vec{k}|^2 \cdot s(f). \quad (22)$$

A partir das seis equações deduzidas anteriormente não é possível obter  $D_f(\theta)$  directamente, a não ser que se conheça à priori a forma parametrizada desta função com o máximo de quatro parâmetros (um por cada equação onde  $D_f(\theta)$  intervém).

Uma vez que  $D_f(\theta)$  está definida em  $[0, 2\pi]$  ela é facilmente prolongável a  $R$  como função periódica de período  $2\pi$ , admitindo por isso desenvolvimento em série de Fourier, da seguinte forma:

$$D_f(\theta) = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} [a_k(f) \cos(k\theta) + b_k(f) \sin(k\theta)] \right\} \quad (23)$$

onde

$$a_k(f) = \int_0^{2\pi} \cos(k\theta) \cdot D_f(\theta) d\theta, k \geq 1$$

e

$$(24)$$

$$b_k(f) = \int_0^{2\pi} \sin(k\theta) \cdot D_f(\theta) d\theta, \geq 1.$$

As expressões (16)-(21) relacionam os cinco primeiros coeficientes de Fourier de  $D_f(\theta)$  com o espectro escalar  $s(f)$  de  $\eta_1 (= \eta)$ , com o número de onda  $|\bar{k}|$  e com os espectros cruzados.

Pode-se afirmar que, a partir das séries temporais das três propriedades lineares do processo, por estimação dos espectros cruzados e do espectro escalar da série de elevações, é possível obter os estimadores dos cinco primeiros coeficientes de Fourier  $a_0(f)$ ,  $a_1(f)$ ,  $b_1(f)$ ,  $a_2(f)$  e  $b_2(f)$  da função de dispersão direccional:

$$a_1(f) = \frac{Q_{12}(f)}{\sqrt{s(f) \cdot [K_{22}(f) + K_{33}(f)]}}$$

$$b_1(f) = \frac{Q_{13}(f)}{\sqrt{s(f) \cdot [K_{22}(f) + K_{33}(f)]}}$$

$$a_2(f) = \frac{K_{22}(f) - K_{33}(f)}{K_{22}(f) + K_{33}(f)}$$

$$b_2(f) = \frac{2 \cdot K_{23}(f)}{K_{22}(f) + K_{33}(f)}$$

O conhecimento destes coeficientes é claramente insuficiente para caracterizar de forma completa a função de dispersão direccional. No entanto, e dado que constituem a única informação disponível, será a partir deles que se obtêm algumas características direccionais da agitação marítima.

Uma vez que só se conseguem quatro termos do desenvolvimento em série, há que impor algumas condições adicionais para  $D_f(\theta)$ . Estas condições adicionais obtêm-se tendo em conta que  $D_f(\theta)$  é uma função de densidade em círculo. deste modo supõe-se que,

$$D_f(\theta) \geq 0, \forall \theta \in [0, 2\pi); \forall f \in [0, f_c)$$

e

$$\int_0^{2\pi} D_f(\theta) d\theta = 1.$$

Se tivermos portanto em conta que a função  $D_f(\theta)$  é sempre positiva no intervalo angular  $[0, 2\pi)$ , para uma dada frequência fixa, pode-se considerar que  $D_f(\theta)$  corresponde a uma densidade espectral de um processo estacionário completamente não predizível de valores complexos, com uma banda de Nyquist  $[0, 2\pi)$ . Este processo estocástico, que carece de sentido físico, tem que cumprir as seguintes características:

(i) A variância total do processo é

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} D_f(\theta) d\theta.$$

(ii) As  $n$  primeiras autocovariâncias são conhecidas, e devem ser iguais aos coeficientes de Fourier calculados a partir dos espectros cruzados.

(iii) O intervalo de amostra é um.

Consideremos o desenvolvimento em série de Fourier de  $D_f(\theta)$ ,

$$D_f(\theta) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k(f) e^{-ik\theta}$$

onde  $c_k(f) = \overline{c_{-k}(f)}$  são as autocovariâncias do processo estocástico que se está a considerar. Estes valores são calculados através da seguinte fórmula,

$$c_k(f) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} D_f(\theta) e^{ik\theta} d\theta, \quad (26)$$

donde se deduz que as autocovariâncias são os coeficientes de Fourier complexos da função de dispersão direccional.

Dado que a partir das bóias «Pitch and Roll» apenas são conhecidos nove espectros cruzados ( $\Phi_{ij}, i, j = 1, 2, 3$ ), só se pode determinar três autocovariâncias ( $c_0, c_1$  e  $c_2$  os correspondentes complexos conjugados).

Assim,

$$c_0(f) = \frac{1}{2\pi} \quad (27)$$

$$c_1(f) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} D_f(\theta) e^{i\theta} d\theta = \overline{c_{-1}(f)} \quad (28)$$

$$c_2(f) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} D_f(\theta) e^{i2\theta} d\theta = \overline{c_{-2}(f)} \quad (29)$$

Tendo em conta que só se dispõe destas três autocovariâncias, pode-se aproximar a função  $D_f(\theta)$  mediante as densidades espectrais dos modelos AR(1) e AR(2). Não são considerados ajustamentos mediante modelos MA(2), uma vez que neste tipo de processos as autocovariâncias anulam-se a partir de  $c_2$  ( $c_k = 0; K > 2$ ) o que não teria sentido físico.

O problema fundamental que aparece em todas as estimações é o carácter bimodal (bidireccional) que as funções de dispersão direccionais reais podem adoptar. Algumas das aproximações referidas impedem o aparecimento de uma dispersão bimodal, enquanto outras têm uma tendência excessiva a apresentá-la ou mesmo exibí-la quando ela não está presente.

## 2. DESCRIÇÃO DOS DADOS

Para aplicação a um caso prático foi escolhida a Costa Oeste Portuguesa e para tal foram seleccionados alguns registos colhidos pela bóia ondógrafo direccional situada

em Sines, no período de Dez/1988 a Fev/1989. Os dados foram agrupados em classe de altura significativa ( $HMO =$

$$= 4\sqrt{\int_0^{f_c} s(f)df} \text{ onde } f_c \text{ é a frequência de Nyquist,}$$

(0.64Hz) e período de pico ( $T_p = \frac{1}{f_p}$ , onde  $f_p$  é a frequência onde  $s(f)$  é máximo).

Para o cálculo, foram utilizadas as séries temporais das elevações instantâneas da superfície do mar, e dos declives da direcção da ondulação relativos às direcções E/W e N/S, obtidos com um intervalo de digitalização de 1/1.28s e duração de 30 minutos.

### 3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Apresentam-se os gráficos do espectro de variância das elevações [ $s(f)$ ], da função de dispersão direccional [ $D_f(\theta)$ ] e do espectro direccional [ $E(f,\theta)$ ] sendo estes últimos estimados pela Extensão do Método da Máxima Verosimilhança (EMLM) e pelos modelos autoregressivos AR(1) e AR(2).

Mostram-se, quer para a função  $D_f(\theta)$  quer para a função  $E(f,\theta)$  as estimativas correspondentes a períodos, quer próximos do período de pico, quer próximos de outro período associado a uma energia mais significativa.

Os espectros direccionais foram representados graficamente sob a forma de isolinhas, correspondentes aos vários níveis de energia por unidade de frequência e por unidade de direcção.

Para efeitos de alisamento espectral, cada série (constituída por 2304 pontos) foi dividida em nove subséries de 256 pontos.

Os espectros são estimados em 128 bandas de frequência de largura 0.005Hz até à frequência de Nyquist (0.64Hz) e em 36 classes de direcção  $0^\circ$  a  $360^\circ$ .

Os espectros cruzados são estimados através do algoritmo FFT («Fast Fourier Transform»).

A fim de ilustrar a leitura dos resultados obtidos, apresentamos de seguida algumas figuras e a sua interpretação, referentes ao bloco de registo obtido no período 00h00m-00h30m do dia 18/12/88.

Na figura 1 está representado o espectro escalar da série das elevações relativo ao período das 00h00m do dia 18/12/88. Da sua análise concluímos que as frequências entre os 0.035Hz e os 0.09Hz contribuem de uma forma quase total para a energia total do processo. As frequências entre os 0.095Hz e os 0.13Hz ainda possuem alguma contribuição, enquanto que as restantes não têm praticamente influência nenhuma.

Este espectro escalar conduz-nos ainda às seguintes estimativas:

- período de pico ( $T_p$ ) = 12.5s;
- frequência de pico ( $f_p$ ) = 0.08Hz;
- altura significativa ( $HMO$ ) = 1.48m;

— ordenada espectral máxima ( $S_{MAX}$ ) =  
= 11.47m<sup>2</sup>.s;

— direcção média do período de pico ( $THTP1$ ) =  
= 313°.

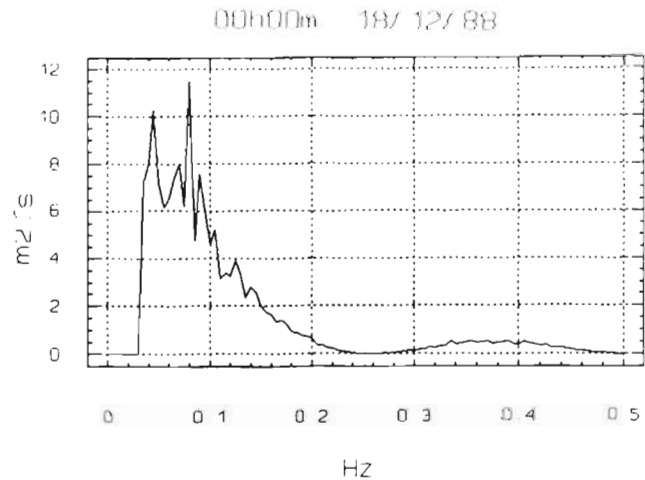


Figura 1 — Espectro escalar da elevação da superfície do mar correspondente ao bloco de registo das 00h00m do dia 18/12/88.

A figura 2 representa as estimativas da função de dispersão direccional relativas ao mesmo período de observações e permite-nos comparar os diversos métodos em termos de informação final.

Da sua análise concluímos que a função de dispersão direccional, estimada pelos métodos EMLM e AR(2), tanto para o período de pico como para o período dos 22s, apresenta uma forte tendência para a bimodalidade, enquanto que estimada pelo método AR(1) essa tendência não se verifica.

Através da estimação efectuada pelo método EMLM, quer para o período de pico quer para o período dos 22s, a energia distribui-se, de um modo mais significativo, entre o segundo e o quarto quadrantes, com grande incidência neste último.

Utilizando o método AR(2) para a estimação desta função verifica-se, de modo análogo ao anterior, que a energia se distribui pelos segundo e quarto quadrantes, com fraca incidência no primeiro e forte incidência no último, para o período de pico e com forte incidência no segundo e no quarto quadrantes, para o período dos 22s.

Utilizando por último a estimação mediante o método AR(1) verifica-se que a energia se distribui pelo quarto quadrante, para o período de pico, e pelos terceiro e quarto quadrantes, com fraca incidência neste primeiro, para o período dos 22s.

A figura 3, que representa as estimativas do espectro direccional estimado através dos métodos referidos, dá-nos uma visão global de como a energia do processo se distribui segundo as várias frequências pelas distintas direcções.

Qualquer dos métodos aponta para uma maior concentração da energia nas direcções compreendidas entre os  $270^\circ$  e os  $360^\circ$  a que corresponde direcções da ondulação entre o Norte e o Oeste.

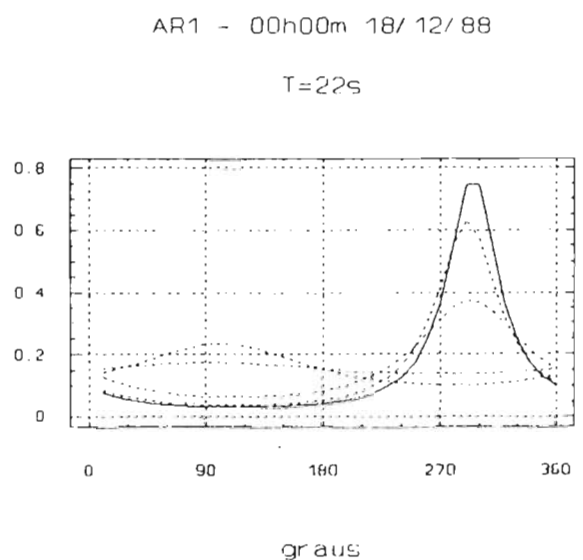
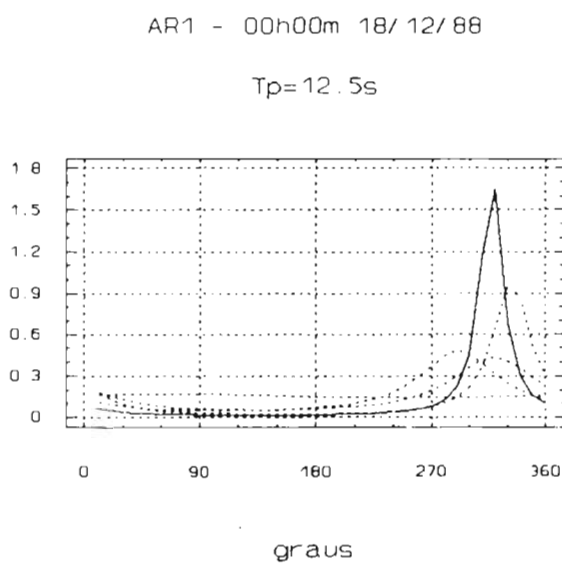
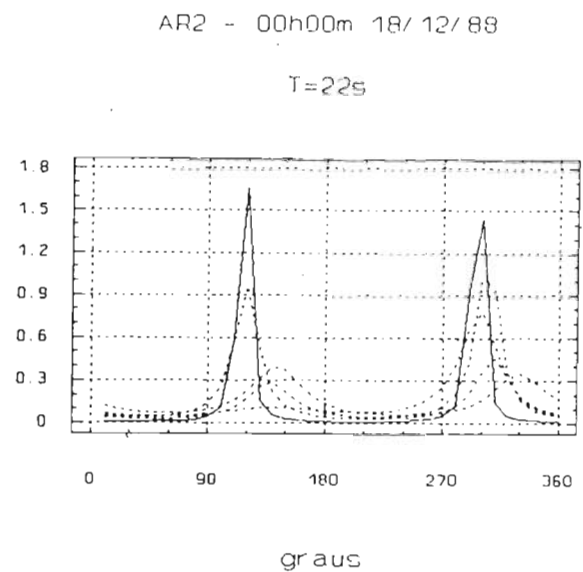
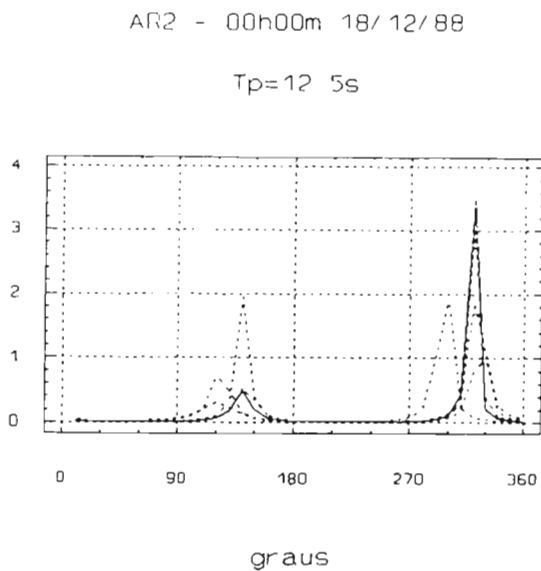
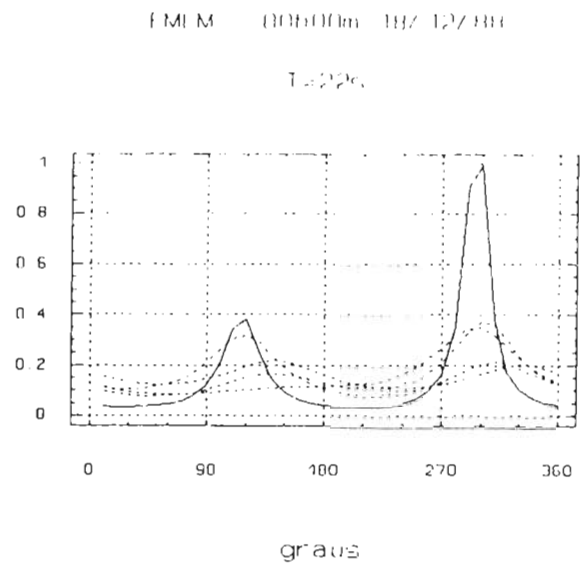
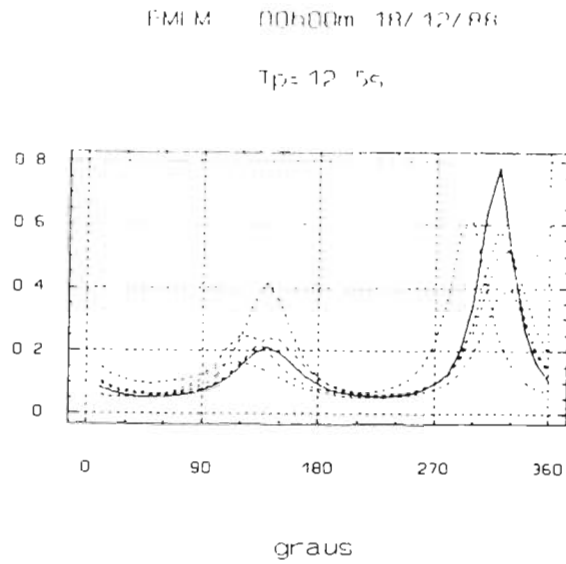


Figura 2 — Estimativas da função de dispersão direccional.

$a_1$ ,  $b_1$  e  $c_1$  referem-se às estimativas da função, no período de pico e em alguns períodos na vizinhança deste, através dos métodos EMLM, AR(2) e AR(1) respectivamente.

$a_2$ ,  $b_2$  e  $c_2$  referem-se às estimativas da função, no período dos 22s e em alguns períodos na vizinhança deste, através do método EMLM, AR(2) e AR(1) respectivamente.

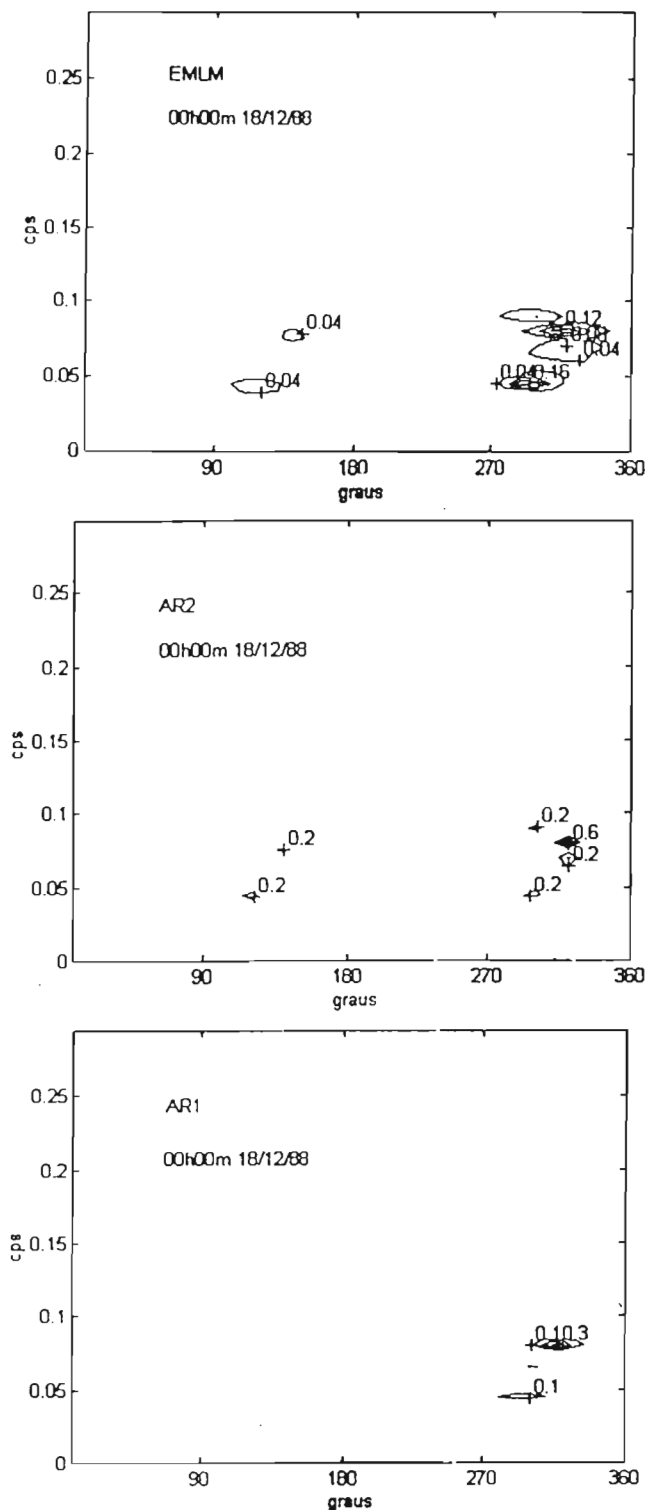


Figura 3 — Estimativas do espectro direccional.

$d_1$ ,  $d_2$  e  $d_3$  referem-se às estimativas do espectro, relativas às várias frequências e às distintas direcções, através dos métodos EMLM, AR(2) e AR(1) respectivamente.

## CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

São sempre as baixas frequências, e consequentemente os períodos elevados, que mais contribuem para a energia total do processo, isto é, que mais explicam a variabilidade do processo.

A estimação da função de dispersão direccional, quando efectuada pelos métodos EMLM e AR(2), apresenta uma certa tendência para a bimodalidade quando as frequências de elevada energia associada são baixas, consequentemente quando os períodos são elevados.

O método convencional da análise harmónica que foi utilizado neste estudo, algoritmo FFT, apresenta alguns inconvenientes devido à necessidade de impôr restrições sobre o comportamento da variável em estudo fora do intervalo em que não existem dados, ou então quando não estão disponíveis.

Torna-se deste modo necessário aplicar um método que seja consistente com a informação prévia disponível e que não faça intervir quaisquer outras suposições que não estejam contidas nos dados. Este método foi inicialmente desenvolvido por Burg (1967, 1968, 1975) e designa-se por Método de Entropia Máxima (MEM).

Seria portanto interessante comparar os resultados baseados nos espectros cruzados, estimados via FFT, com os novos resultados via MEM, para garantir assim uma melhor confiança nos resultados.

Em face do primeiro período restrito de observações e da ausência de espectros teóricos, com as características dos obtidos, para uma comparação dos resultados, seria precipitado tirar mais algumas conclusões sobre o comportamento de qualquer dos métodos, quer ainda alguma conclusão sobre o clima da agitação marítima no local.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, J. Robert — «*The geometry of random fields*». John Wiley & Sons Ltd., 1981.
- Cramér, H e Leadbetter, M. R. — «*Stationary and related stochastic processes*», John Wiley & Sons Inc., 1967.
- Gomes, Dulce — «*Métodos de Estimação do Espectro Direccional da Agitação Marítima*», Universidade de Évora, 1994.
- Koopmans, L. H. — «*The analysis of time series*», Academic Press, 1974.
- Leite, M. S. e Peixoto, J. P. — «*Análise dinâmica dos espectros de entropia máxima de séries de elementos climáticos em Lisboa*», Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Física, 1991.
- Longuet-Higgins, M. S. et al. — «*Observations of the directional spectrum of sea waves using the motions of a floating buoy*». Ocean wave spectra, Prentice-Hall, 1963.
- Murteira, B. et al. — «*Análise de sucessões cronológicas*», McGraw-Hill, 1993.
- M. Carvalho — *Seminário 260* — LNEC, Lisboa, Julho de 1980.
- M. Carvalho — «*Sobre a propagação da agitação marítima*», LNEC, Lisboa, 1981.
- Newland, D. E. — «*Introduction to random vibration and spectral analysis*», London, 1975.
- «*Análisis espectral de oleaje direccional (Boyas de balance y cabeceo)*», P. C. M., nº 2, Madrid, 1985.
- «*Temas de p.e. y análisis espectral*», P. C. M., nº 15, Madrid, 1986.
- «*Estimacion de espectros direccionales de oleaje mediante modelos autoregressivos y interpolacion racional*», P. C. M., Barcelona, 1986.
- «*Análisis espectral de registros de oleaje por procedimientos alternativos al algoritmo FFT*», P. C. M., nº 42, 1991.





# IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE DERRAMES DE PETRÓLEO

*José Luís Biscaya*  
Licenciado em Ciências Físico-Químicas  
Assessor Principal  
Instituto Hidrográfico

*Higuinaldo Chaves das Neves*  
Professor Catedrático  
Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade Nova de Lisboa

**RESUMO** — Os derrames de produtos petrolíferos são prejudiciais ao meio marinho e proibidos pelas leis nacionais e pelas convenções internacionais.

A comparação de algumas características químicas do produto derramado (recorrendo às chamadas «impressões digitais») geralmente determinadas por Cromatografia de Gás com detecção por Espectrometria de Massa (GC/MS) permite em muitos casos a identificação dos culpados. Este trabalho só é possível se houver suspeitos. Sem a prévia existência de suspeitos a identificação seria impossível de realizar num intervalo de tempo útil. No entanto, se se dispuser de um «Banco de dados» previamente constituído, podemos reduzir as origens possíveis no caso dos derrames de petróleos brutos (crudes).

Para construir este «Banco de dados» procedeu-se à análise, por GC/MS, de petróleos de várias origens geográficas, nomeadamente no tocante ao teor relativo de vários compostos poliaromáticos metil substituídos e de biomarcadores como a série dos Hopanos.

Os resultados foram registados e arquivados de tal maneira que pela sua utilização se pode limitar a origem geográfica do petróleo derramado a um número razoável de possibilidades.

Os resultados que se apresentam, referentes apenas a petróleos do Mar do Norte, levam a concluir que recorrendo a este «Banco de dados» será possível limitar o número de hipóteses e proceder à identificação mesmo em caso de não haver suspeitos.

**ABSTRACT** — *Being harmful to marine environment oil spillage by ships is forbidden by national and international regulations.*

*The comparison of some of the characteristics of the spillage using fingerprinting techniques, in this case Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), enables the identification of the contraveners. This is feasible if there are suspected sources. Without this previous knowledge the work involved is unmanageable. Nevertheless there is a way to reduce the universe of possibilities, in the case of crude oils, using a data bank.*

*To construct such a data bank crude oils of around the world have been analysed using GC/MS on the relative amounts of some alkyl polynuclear aromatic hydrocarbons and biomarkers such as Hopanes. The results were recorded and stored so that the geographical origin may be limited to a reasonable number.*

*The results shown referring to the North Sea Oils seem to indicate that this is a way to turn the comparison work into a feasible task in a greater amount of circumstances.*

## 1. INTRODUÇÃO

Todos os dias é transportada por via marítima uma grande quantidade e variedade de petróleos e seus derivados. A probabilidade de ocorrerem derrames acidentais é grande e, para além disso, operações como a limpeza de tanques têm como consequência que parte desses produtos atinjam o Mar. Estima-se a quantidade anual de produtos derramados em cerca de um milhão de toneladas (Koons, 1984).

Estes produtos são nocivos ao meio aquático e, mais notoriamente, à zona de espraiado de maré onde interferem com os seres vivos que aí têm o seu habitat. Também as aves podem ser muito atingidas pelo petróleo (Dahlmann, 1994).

Os derrames voluntários ou resultantes de incúria são punidos com multas ou coimas e mesmo em caso de acidente está previsto que o causador do derrame seja responsável por recolher o petróleo e, assim, repor as boas condições ambientais. Estas operações são bastante onerosas.

Assim se compreende o interesse das autoridades competentes de cada país em criar meios de fiscalização e de prevenção e também em desenvolver meios laboratoriais para esclarecer a origem do derrame.

A não existência de testemunhas que permitam identificar o navio infractor pode obrigar a uma identificação química do produto derramado, o qual deve ser comparado com produtos colhidos a bordo do navio que presumivelmente o derramou. Para limitar o número de produtos a analisar é necessário que logo à partida existam suspeitos, geralmente resultantes de uma apertada vigilância efectuada a partir da costa ou recorrendo a meios navais e aéreos. Esta situação nem sempre se verifica, o que é evidenciado por casos como o ocorrido na Ilha do Porto Santo em 1990, em que o navio derramou e seguiu a sua rota sem ser detectado.

A necessidade de identificar derrames cujos suspeitos se conheciam previamente levou a atribuir ao Instituto Hidrográfico, em 1973, a responsabilidade de desenvolver e implementar os métodos analíticos apropriados que desde então têm sido melhorados seguindo sempre o princípio da melhor tecnologia disponível (best available technology). A busca de um ponto de partida para casos de derrames de petróleos brutos em que não se identificaram suspeitos obriga a realizar um estudo sistemático destes produtos de forma a produzir um ficheiro ou cadastro manuseável por meios computadorizados e assim limitar o universo de amostras a um número reduzido de que, posteriormente, será possível efectuar a comparação. Este projecto conjunto do I.H. e da Universidade Nova de Lisboa iniciou-se em 1990 e tem tido o apoio da JNICT, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, através do Programa de Mobilização de Ciência e Tecnologia. Nesta altura possuímos uma boa colecção de dados sistemáticos que devidamente trabalhados poderão ajudar a esclarecer a origem do petróleo derramado no Mar.

## 2. IDENTIFICAÇÃO POR COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS

Um produto petrolífero tem características que lhe advêm da rama que o originou, do processo de refinação, das misturas subsequentes para adquirir as suas propriedades e também das misturas a que, ocasional ou voluntariamente, foi sujeito a bordo do navio que o transporta. O petróleo antes de refinado tem características resultantes da biomassa inicial e de todos os processos naturais de maturação que esta sofreu.

Para identificar o produto derramado comparam-se as suas «impressões digitais» com as de produtos suspeitos. «Impressão digital» de um produto petrolífero é uma representação, normalmente gráfica, da relação entre concentrações de alguns dos muitos compostos químicos presentes. A maneira de obter as «impressões digitais» de um produto tem variado ao longo do tempo, acompanhando o desenvolvimento de novas técnicas analíticas. Alguns métodos de identificação fazem a comparação entre grandes grupos, enquanto outros procedem à comparação quase composto a composto, recorrendo muitas vezes aos compostos menos abundantes mas mais identificadores. Em qualquer dos casos, interessa comparar compostos estáveis ou recorrer à razão entre teores de pares de compostos com estabilidades semelhantes. Não há um método universal, o que ilustra bem a dificuldade de obter um método fiável e aceite como prova jurídica (Vleet, 1984). A Cromatografia em Fase Gasosa com detecção por Espectrometria de Massa (GC/MS) permite um método suficientemente completo para ser aceite como prova em casos de derrames julgados em tribunais da República Federal da Alemanha e nos Países Nórdicos. Este método permite emitir um parecer seguro sobre a origem

dos produtos derramados fazendo a sua comparação com os produtos de origem suspeita (Biscaya, 1986).

## 3. NECESSIDADE DA IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM GEOGRÁFICA DAS RAMAS

O processo de identificação faz-se por comparação de amostras e implica o recurso a algumas centenas de compostos constituintes do petróleo. Assim só é viável se houver fontes suspeitas de terem provocado o derrame porque o número de amostras a comparar tem de ser limitado.

A experiência obtida com a utilização do método já permitiu, recorrendo a relatórios de análises efectuadas anteriormente, limitar o universo de suspeitos do derrame de Porto Santo. No entanto, nessa mesma ocasião se concluiu que esse processo não era eficaz por não se ter analisado um número suficiente de ramas. Por outro lado, quando o número de ramas começou a aumentar, tornou-se evidente a necessidade de obter dados numéricos que deveriam ser informatizados para se tornarem um instrumento eficaz.

O conjunto de compostos a registar para cada rama terá de ser limitado e por isso escolhido criteriosamente. A escolha terá de permitir seleccionar algumas relações privilegiadas por envolverem compostos resistentes à acção ambiental após o derrame e por se encontrarem nas ramas em teor tal que permitam, sem pré-concentração, efectuar relações numéricas.

Face a um derrame há que fazer a análise e comparar com estes registos. De notar, no entanto, que o cadastro não vai, pelo menos nesta fase, permitir uma identificação positiva, mas sim conseguir diminuir o número de origens geográficas possíveis. Logo a seguir haverá que voltar a fazer uma análise completa de amostras de todas estas origens e, com base no conjunto completo de “impressões digitais”, concluir qual a verdadeira origem. O cruzamento desta informação com os manifestos de carga dos petroleiros presentes na área permitirá indiciar o causador do derrame.

## 4. PRÍNCÍPIO DO MÉTODO DE COMPARAÇÃO POR GC/MS

A Cromatografia de Gás/Espectrometria de Massa é uma poderosa técnica analítica que permite, só por si, a obtenção de um conjunto múltiplo de “impressões digitais” do mesmo produto contribuindo, assim, para uma conclusão fiável e segura.

Os compostos são separados no cromatógrafo de gás de acordo com o seu tempo de retenção numa coluna cromatográfica apropriada (Willard, 1973; Killops, 1986). Os tempos de retenção relativos são condicionados pela estrutura do composto e, para estruturas semelhantes (compostos da mesma família), aumentam com a massa molecular

(Figura 1). Os compostos isômeros, com a mesma composição química bruta mas com diferentes posições de alguns grupos na molécula, têm tempos de retenção próximos mas diferentes (Figura 2).

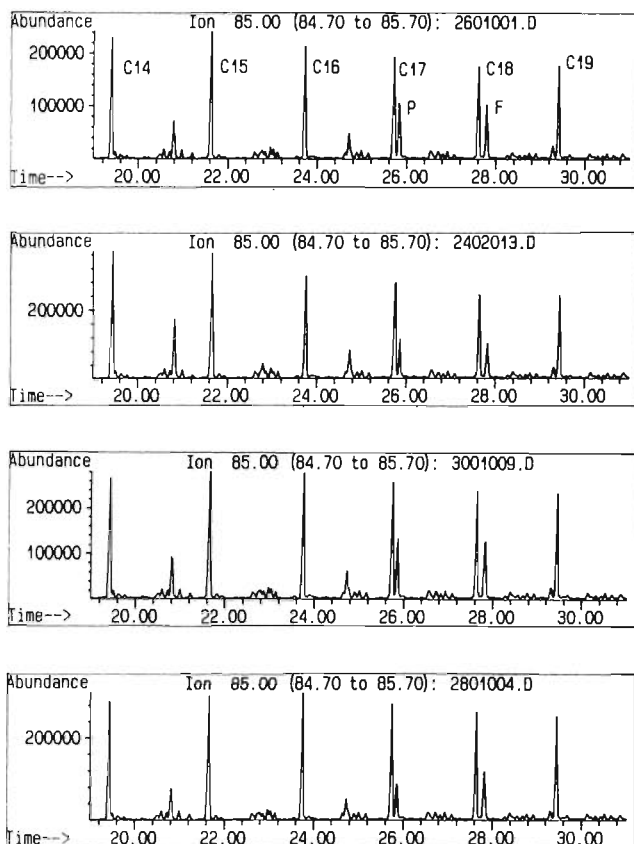
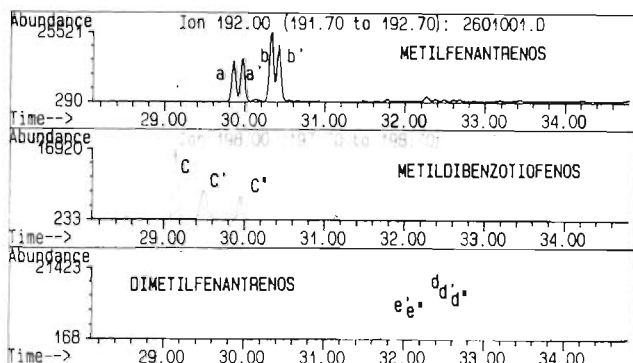


Figura 1 — Cromatograma da família dos Alcanos. O número de átomos de Carbono dos n-Alcanos está indicado junto de cada pico. Dos iso-Alcanos destacam-se o Pristano, 2,6,10,14-Tetrametilpentadecano (P) e o Fitano, 2,6,10,14-Tetrametilhexadecano (F).



Identificação dos picos (Albaiges, 1986 e Radke, 1990):  
 a=3-MF; a'=2-MF; b=9-MF; b'=1-MF; C=4-MDBT;  
 C'=3+2-MDBT; C''=1-MDBT; d=1,3+2,10+3,9+3,10-DMF;  
 d'=1,6+2,9-DMF; d''=1,7-DMF; e'=2,6-DMF; e''=2,7-DMF.

Figura 2 — Cromatogramas de vários grupos de isômeros evidenciando os diferentes tempos de retenção. Nesta Figura o ião 192 corresponde aos Metilfenantrenos (MF), o ião 198 aos Metildibenzotiofenos (MDBT) e o ião 206 aos Dimetilfenantrenos (DMF).

A detecção dos compostos à saída da coluna, é feita no espectrómetro de massa onde as moléculas de cada composto

são fragmentadas. Os fragmentos (iões) são caracterizados pela razão entre a sua massa,  $m$ , e sua carga,  $z$ . O conjunto das percentagens destes fragmentos, em relação ao mais abundante designa-se por Espectro de Massa, é característico de cada composto e fornece informação sobre a sua estrutura (Williams, 1980). Em análise quantitativa ou semi-quantitativa utiliza-se para cada composto um dos seus iões dominantes. As famílias de compostos são quantificadas com o mesmo ião, o mesmo sucedendo com os isômeros.

Cada composto tem, pois, o seu tempo de retenção e o seu ião característico. A quantificação faz-se a partir da área do seu pico cromatográfico. Compostos diferentes com tempos de retenção muito próximos podem ser separados quando se utilizam cromatogramas iônicos. Desta maneira a técnica de GC/MS permite identificar muito mais compostos que qualquer outra técnica cromatográfica. No Quadro 1 apresenta-se uma lista de compostos e os seus iões característicos (Dahlmann, 1985).

QUADRO 1  
Iões característicos de alguns compostos

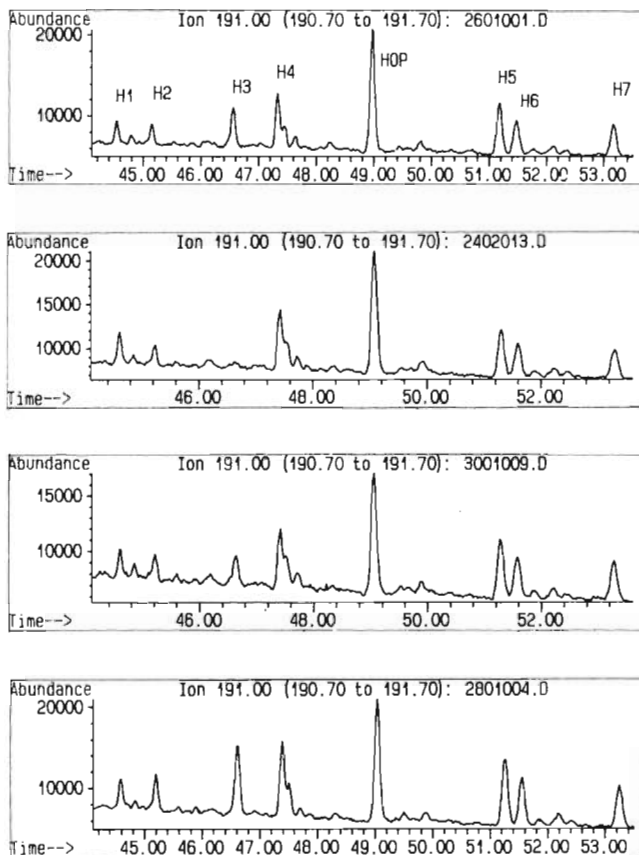
COMPOSTOS	IÕES (m/z)
Alcanos e Alcanos ramificados	85
Ciclo Alcanos	83
Dimetilnaftaleno	156
Trimetilnaftaleno	170
Tetrametilnaftaleno + Dibenzotiofeno	184
Metildibenzotiofenos	198
Dimetildibenzotiofenos	212
Trimetildibenzotiofenos	226
Tetrametildibenzotiofenos	240
Fenantreno + Antraceno	178
Metilfenantrenos	192
Dimetilfenantrenos	206
Trimetilfenantrenos	220
Tetrametilfenantrenos + Benzonaftotiofeno	234
Metilbenzonaftotiofenos	248
Fluoranteno + Pireno	202
Metilfluorantenos + Metilpirenos	216
Benzo(c)fenantreno + Criseno	228
Terpenos	123 e 183
Esteranos	217, 218 e 231
Hopanos	191 e 205
Fluoreno	166
Naftazeno + Benzo(a)fluorantenos + Benzopirenos + Perileno	252

Para caracterizar um produto petrolífero recorre-se:

- i) À quantificação de compostos de uma certa família, por exemplo os Alcanos ( $m/z$  85), ou à razão entre os teores de certos compostos caracterizados pelo mesmo ião como por exemplo, entre o Heptadecano (C17) e o Pristano (P) ou entre o Octadecano (C18) e o Fitano (F) no cromatograma do ião  $m/z$  85 (Figura 1);
- ii) À quantificação de compostos isômeros (Figura 2) caracterizados pelo mesmo ião como por exemplo os Metilfenantrenos, ião 192, os Metildibenzotio-

fenos, ião 198, e os Dimetilfenantrenos, ião 206 (Grahl-Nielsen, 1978).

iii) À quantificação de compostos caracterizados pelo mesmo ião quer por serem isómeros quer por diferirem apenas na massa do radical ligado à parte principal da molécula, como por exemplo os vários Hopanos assinalados na Figura 3.



Identificação dos Picos (KENNICUTT II *et al.* 1992; UDO e EKWEZOR, 1990; SUBROTO *et al.*, 1991)

Pico	Formula	Composto
H1	C <sub>27</sub> H <sub>46</sub>	18α(H)-22,29,30-trisnorhopano
H2	C <sub>27</sub> H <sub>46</sub>	17α(H)-22,29,30-trisnorhopano
H3	C <sub>28</sub> H <sub>48</sub>	17α(H),18α(H),21β(H)-28,30-bisnorhopano
H4	C <sub>29</sub> H <sub>50</sub>	17α(H),21β(H)-30-norhopano
HOP	C <sub>30</sub> H <sub>52</sub>	17α(H),21β(H)-hopano
H5	C <sub>31</sub> H <sub>54</sub>	17α(H),21β(H)-30-homohopano(22S)
H6	C <sub>31</sub> H <sub>54</sub>	17α(H),21β(H)-30-homohopano(22R)
H7	C <sub>32</sub> H <sub>56</sub>	17α(H),21β(H)-30,31-bishomohopano(22S)

Figura 3 — Cromatogramas de Hopanos para várias amostras diferentes evidenciando os diferentes tempos de retenção.

## 5. POTENCIALIDADES DO MÉTODO DE COMPARAÇÃO POR GC/MS

Ao escolher os compostos a serem quantificados é necessário fazê-lo de forma a obter diferenças evidentes entre produtos diferentes para ser possível concluir que as semelhanças são reais e não devidas a limitações do método. A título de exemplo apresenta-se a comparação da «impressão digital» de compostos Metil aromáticos de algumas amos-

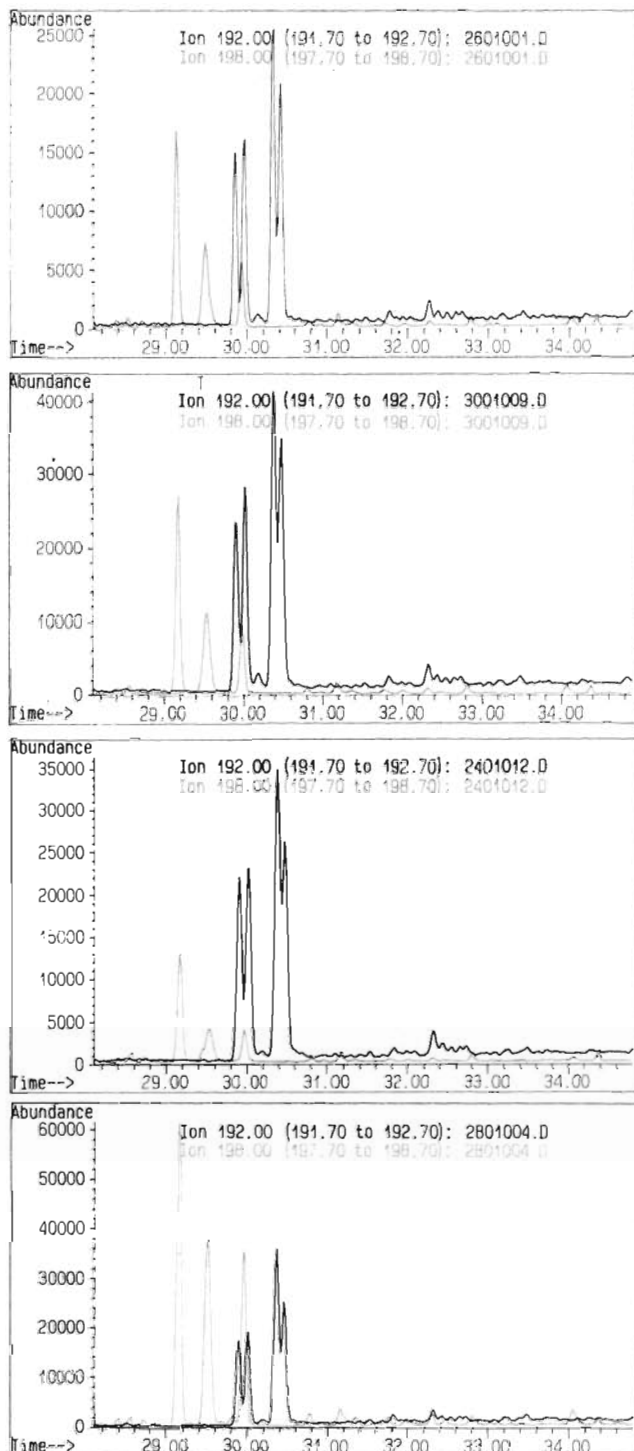


Figura 4 — Sobreposição dos cromatogramas iónicos dos Metilfenantrenos (MF)-ião 192, dos Metilindenzotiofenos (MDB)-ião 198 e Dimetilfenantrenos (DMF)-ião 206. As figuras A a D correspondem a petróleos diferentes.

tras de petróleos de diversos campos do Mar do Norte (Figura 4). Neste caso sobreposamos, numa mesma escala, todos os Metilfenantrenos, Metilindenzotiofenos e Dimetilfenantrenos. Demos, assim, ao conjunto um aspecto mais semelhante a uma «impressão digital» que reflecte não só a relação entre os três grupos de isómeros como dos isómeros entre si.

Podemos utilizar esta «impressão» para fazer uma primeira triagem antes de prosseguir com uma identificação

completa para a qual devemos usar todos os íões referidos no Quadro 1, isolados ou em grupos convenientes (Biscaya, 1988). Desta maneira podemos dar por concluído o estudo de todas as amostras que se afastem muito do derrame no tocante a esta característica, e prosseguir o estudo das restantes. Entre os compostos cujo perfil (ou «impressão») se deve comparar a seguir os mais importantes são os Hopanos, derivados dos Hopanoides da biomassa e por esta razão incluídos no grupo dos biomarcadores. Os Hopanos, são muito resistentes à degradação por acção ambiental a que o petróleo derramado fica sujeito. As diferenças de perfis para amostras distintas podem ser observadas na Figura 3.

## 6. SISTEMA DE CADASTRO DE PETRÓLEOS

O princípio exposto anteriormente pode ser aplicado à construção de um cadastro de petróleos brutos.

Para efeitos deste cadastro ou catálogo, não é possível utilizar os teores absolutos de quaisquer compostos mas sim os teores relativos dos compostos uns em relação aos outros. De preferência estes pares de compostos ou de grupos devem ter degradação nula ou degradação semelhante. Caso esta característica não seja possível deve estudar-se a degradação relativa e introduzir a respectiva correcção.

Para construir um ficheiro de crudes manuseável informaticamente teremos que começar por definir os parâmetros identificadores desses crudes que devem obedecer às seguintes condições:

- 1) serem diferenciadores;
- 2) serem em número tão limitado quanto possível;
- 3) serem pouco alteráveis por envelhecimento;
- 4) serem de fácil determinação e com o menor erro possível.

Desde que obedecem a estas condições os parâmetros podem ser obtidos por qualquer técnica disponível. No presente trabalho pretendendo, apenas, evidenciar as potencialidades do sistema limitar-nos-emos ao estudo dos Petróleos do Mar do Norte. Como técnica analítica utilizaremos apenas a Cromatografia de Gás com Espectrometria de Massa (GC/MS) para obter os dados relativos aos Metil aromáticos já referidos (Figura 2) e aos Hopanos (Figura 3). Resta-nos pois transformar num conjunto de parâmetros numéricos o que se observa nas Figuras 3 e 4. Assim para os Metil aromáticos, calcularam-se, para cada rama, as seguintes relações:

$$100 \times A/D$$

$$100 \times B/D$$

$$100 \times C/D$$

$$100 \times C'/C$$

$$100 \times C''/C$$

$$100 \times d''/d$$

$$100 \times (e' + e'')/d$$

em que  $A(=a+a')$ ,  $B(=b+b')$ ,  $D(=d+d'+d'')$ , sendo  $a, a', b, b', C, C', C'', d, d', d'', e'$  e  $e''$  as áreas dos picos assinalados na Figura 2.

Para os Hopanos calcularam-se as relações que correspondem à digitalização do que se observa na Figura 3:

$$100 \times H1/HOP$$

$$100 \times H2/HOP$$

$$100 \times H3/HOP$$

$$100 \times H4/HOP$$

$$100 \times H5/HOP$$

$$100 \times H6/HOP$$

$$100 \times H7/HOP$$

em que H1 a H7 e HOP são as áreas dos picos assinalados na Figura 3.

Estas relações encontram-se registadas no Quadro 2 e a localização dos campos é apresentada na Figura 5. A Figura 6 apresenta uma visualização dos valores registados no Quadro 2 apenas para uma rama de cada proveniência. Nesta figura que dá ideia do poder discriminador dos parâmetros, as amostras estão ordenadas pelo valor da relação entre a área de C e de D (Biscaya 1994a) e os gráficos de barras correspondem a relações envolvendo Hopanos, enquanto que os símbolos pontuais correspondem a relações que envolvem Metil aromáticos.

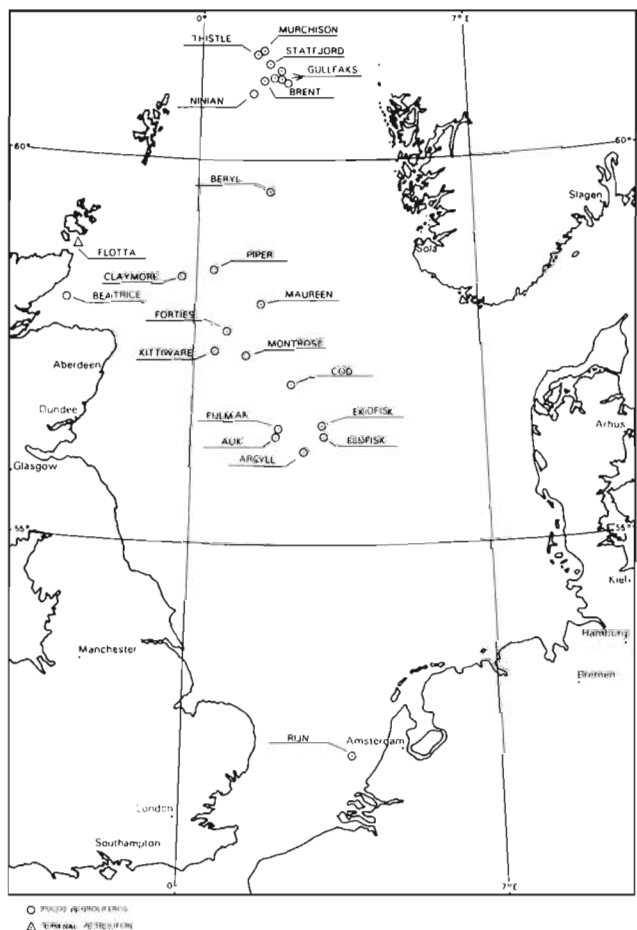


Figura 5 — Carta do Mar do Norte com a indicação da localização dos diferentes campos de petróleo e do terminal Flotta.

**QUADRO 2**  
Parâmetros identificadores dos petróleos com recurso a Hopanos e Metil Aromáticos

CRUDE	H1/HOP	H2/HOP	H3/HOP	H4/HOP	H5/HOP	H6/HOP	H7/HOP	C/D	A/D	B/D	C/C	C"/C	d"/d	(e++e)/d
1 ARGYLL-415	31	11	0	73	44	30	32	27	72	98	38	23	32	32
2 ARGYLL-414	30	8	0	60	42	25	29	22	54	74	34	22	32	33
3 AUK-422	23	18	19	73	48	34	36	53	62	109	46	37	36	26
4 AUK-423	25	16	12	73	49	34	40	50	62	106	45	35	36	24
5 BEATRICE-428	18	15	0	78	30	22	17	10	75	107	59	35	43	32
6 BERYL-425	18	14	29	58	47	32	32	47	63	98	66	37	45	27
7 BERYL-426	18	12	39	58	47	31	33	36	60	102	88	46	51	23
8 BERYL-456	26	20	38	71	52	30	37	44	64	96	61	35	45	28
9 BERYL MIX-486	23	13	33	57	41	30	30	43	62	97	62	37	44	27
10 BRENT-424	25	16	37	57	45	35	32	35	68	93	53	26	45	31
11 BRENT BLEND-458	16	13	29	50	48	31	27	44	65	108	60	12	48	26
12 BRENT MIX-487	14	10	31	56	45	31	29	45	92	144	62	38	45	27
13 CLAYMORE-430	16	24	72	70	57	38	40	91	59	96	89	77	43	26
14 CLAYMORE-429	17	23	77	75	64	46	42	90	65	106	82	79	45	25
15 COD-495	35	23	0	73	26	26	18	13	90	86	38	12	31	44
16 EKOFISK-497	22	14	0	61	37	27	29	16	59	81	41	26	33	30
17 EKOFISK-431	23	26	0	79	44	31	33	17	59	82	35	28	33	30
18 EKOFISK-432	23	19	0	75	38	26	26	18	60	82	36	27	33	31
19 EKOFISK-462	18	11	0	55	39	25	25	15	66	83	42	31	34	34
20 ELDFISK-496	21	11	0	59	36	27	27	21	54	83	51	40	33	26
21 FLOTTA-402	27	31	65	76	61	41	40	130	65	118	77	60	42	18
22 FORTIES-433	22	14	21	61	47	36	41	26	60	87	50	33	39	30
23 FORTIES-434	24	19	16	60	47	34	40	26	63	90	50	33	40	32
24 FORTIES MIX-488	30	23	0	76	51	35	38	32	60	90	58	34	42	28
25 FULMAR MIX-489	24	17	0	75	49	35	33	40	84	124	44	26	35	30
26 GULLFAKS-463	18	10	26	53	41	31	33	38	63	89	58	35	45	29
27 KITTIWARE-490	31	10	0	71	43	29	34	92	49	111	49	38	34	19
28 MAUREEN-401	24	12	25	62	48	35	38	28	65	109	57	44	52	27
29 MONTROSE-443	32	10	0	66	41	36	53	21	60	86	38	38	38	29
30 MURCHISON-444	19	11	23	54	46	30	30	41	75	118	55	32	41	26
31 NINIAN-361	14	10	26	52	41	28	30	40	76	122	64	41	46	26
32 NINIAN-406	16	10	28	55	46	33	31	42	75	122	66	39	45	23
33 NINIAN-447	26	21	37	58	50	32	33	37	64	98	76	35	46	25
34 PIPER-449	32	33	46	86	55	47	38	128	54	102	80	55	41	23
35 PIPER (OXY)-448	28	27	47	83	52	31	34	129	55	97	80	55	42	23
36 RIJN-476	15	6	0	45	50	31	33	18	45	79	55	48	35	26
37 STATFJORD-477	16	10	28	55	39	29	30	39	63	94	52	30	43	28
38 THISTLE-451	19	22	42	73	52	32	38	31	59	93	47	34	49	28
39 THISTLE-452	24	15	34	54	40	32	35	31	59	92	45	31	49	28

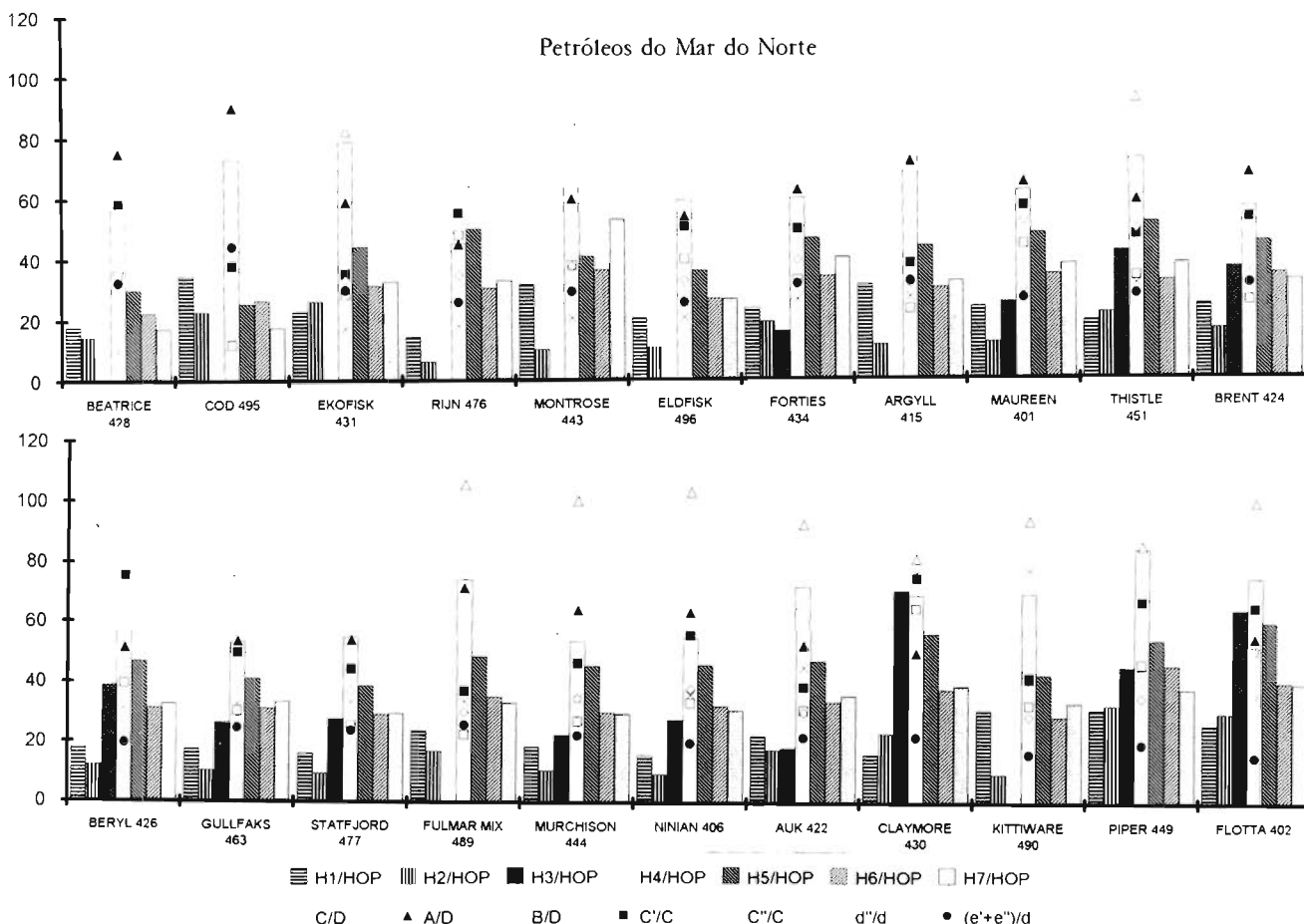


Figura 6 — Representação gráfica de parâmetros envolvendo Metil aromáticos e Hopanos para tentar avaliar o valor diferenciador destes parâmetros.

Pela observação das Figuras 3 e 6 podemos notar a existência, em algumas das amostras, do pico marcado H3 (17 $\alpha$ (H),18 $\alpha$ (H),21 $\beta$ (H)-28,30-bisnorhopano) que praticamente só existe em petróleos do Mar do Norte. A existência desse composto dirige por si só a pesquisa para o conjunto de amostras com esta proveniência; pelo contrário a não existência de 17 $\alpha$ (H),18 $\alpha$ (H),21 $\beta$ (H)-28,30-bisnorhopano não implica que as amostras sejam provenientes de outra região.

**7. CONSIDERAÇÕES E TRATAMENTO ESTATÍSTICO**

Para estarmos em condições de dispôr de um instrumento persuasivo contra os derrames de «crudes» sob jurisdição nacional é preciso tornar mais efectivo este método de identificação. Assim, por um lado, teremos de alargar a colecção de amostras até a tornar exaustiva e, por outro lado, teremos de fazer um tratamento matemático completo aos dados com recurso aos métodos das componentes principais, o que já foi ensaiado. O nosso cadastro alarga-se de momento a mais de cento e cinquenta amostras (Biscaya 1994 b e c) provenientes de todo o mundo estando no entanto algumas repetidas (amostras do mesmo campo colhidas em diferentes momentos ou poços podem apresentar algumas características diferentes como se observa nos resultados do Quadro 2).

Continuando a limitar este trabalho aos petróleos do Mar do Norte fizemos o tratamento dos dados analíticos recorrendo ao programa estatístico UNSCRAMBLER<sup>1</sup> procurando obter uma distribuição que identifique as amostras com

outras que apresentam semelhanças na linha de outros trabalhos efectuados para petróleos (Telnaes e Dahl, 1985) e também para outros produtos (Vasconcelos e Chaves das Neves, 1989).

A Figura 7 apresenta o dendograma resultante da aplicação deste estudo aos petróleos referidos no Quadro 2 e a Figura 8 apresenta a projecção das amostras em estudo nos eixos das duas Componentes Principais (PC). Tanto a projecção como o dendograma permitem relacionar os petróleos e distribui-los por grupos de semelhança. Em caso de derrame restaria juntar aos parâmetros identificadores destas amostras os valores das amostras derramadas e ver em que grupo caíam. O grupo central é incomodamente grande dado que sendo as amostras de uma região muito limitada têm bastantes «traços de família». Se num exercício didáctico considerarmos, por exemplo, as amostras 6, 22 e 31 como desconhecidas e tentarmos localizar a sua origem podemos fazer o raciocínio que faríamos no caso de um derrame real. Assim, como informação inicial observamos a existência de 17 $\alpha$ (H),18 $\alpha$ (H),21 $\beta$ (H)-28,30-bisnorhopano (H3) o que limita o campo de identificação ao Mar do Norte. As três amostras fazem parte do «cluster» central da Figura 8 pelo que podem, inicialmente, ser originárias de qualquer destes campos. A distância a que as amostras, conhecidas e «desconhecidas», se encontram umas das outras na projecção não é muito eficiente para limitar o número de origens possíveis. Para além das projecções e dos dendogramas é possível calcular a probabilidade de uma amostra ser igual a outra e o resultado desse cálculo é apresentado no Quadro 3 usando simultaneamente os valores calculados a partir do conjunto dos Metil aromáticos e dos Hopanos ou de cada um destes grupos em separado.

<sup>1</sup> Produto desenvolvido por CAMO, Trondheim, Noruega.

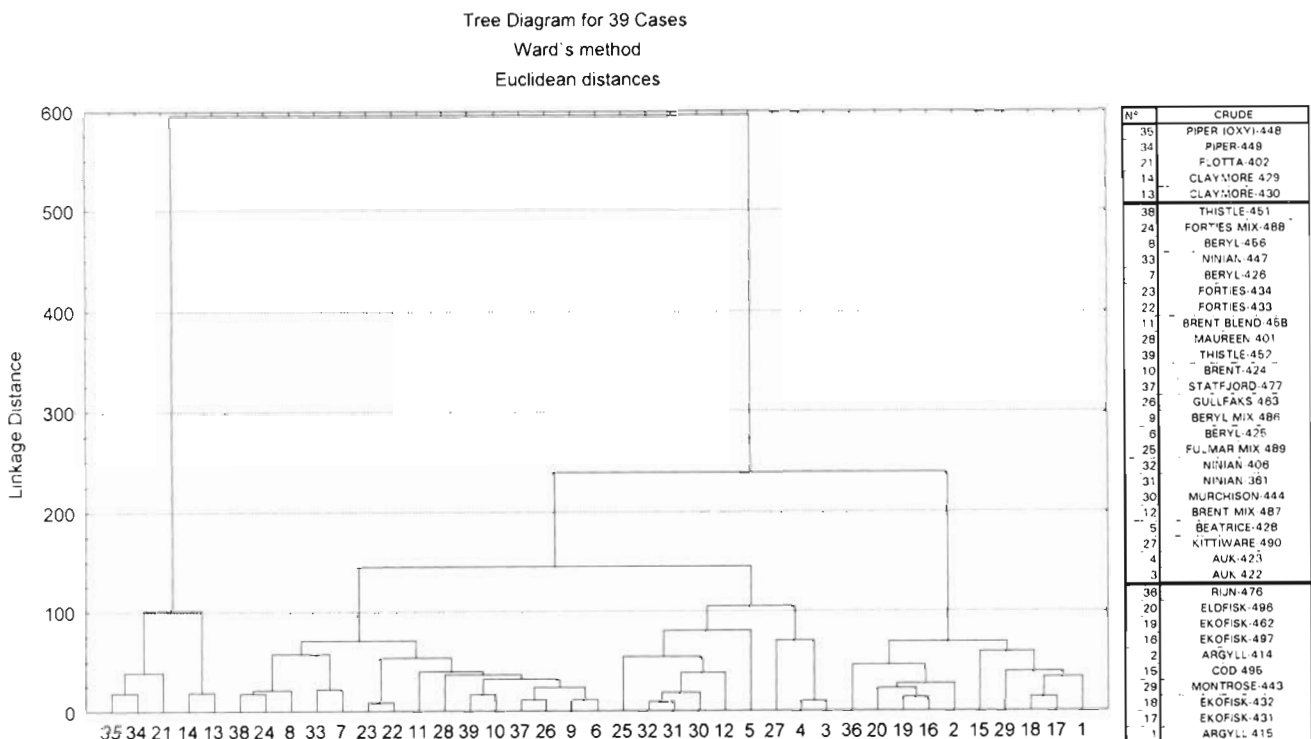


Figura 7 — Dendograma com a distribuição das várias amostras de acordo com a sua semelhança.



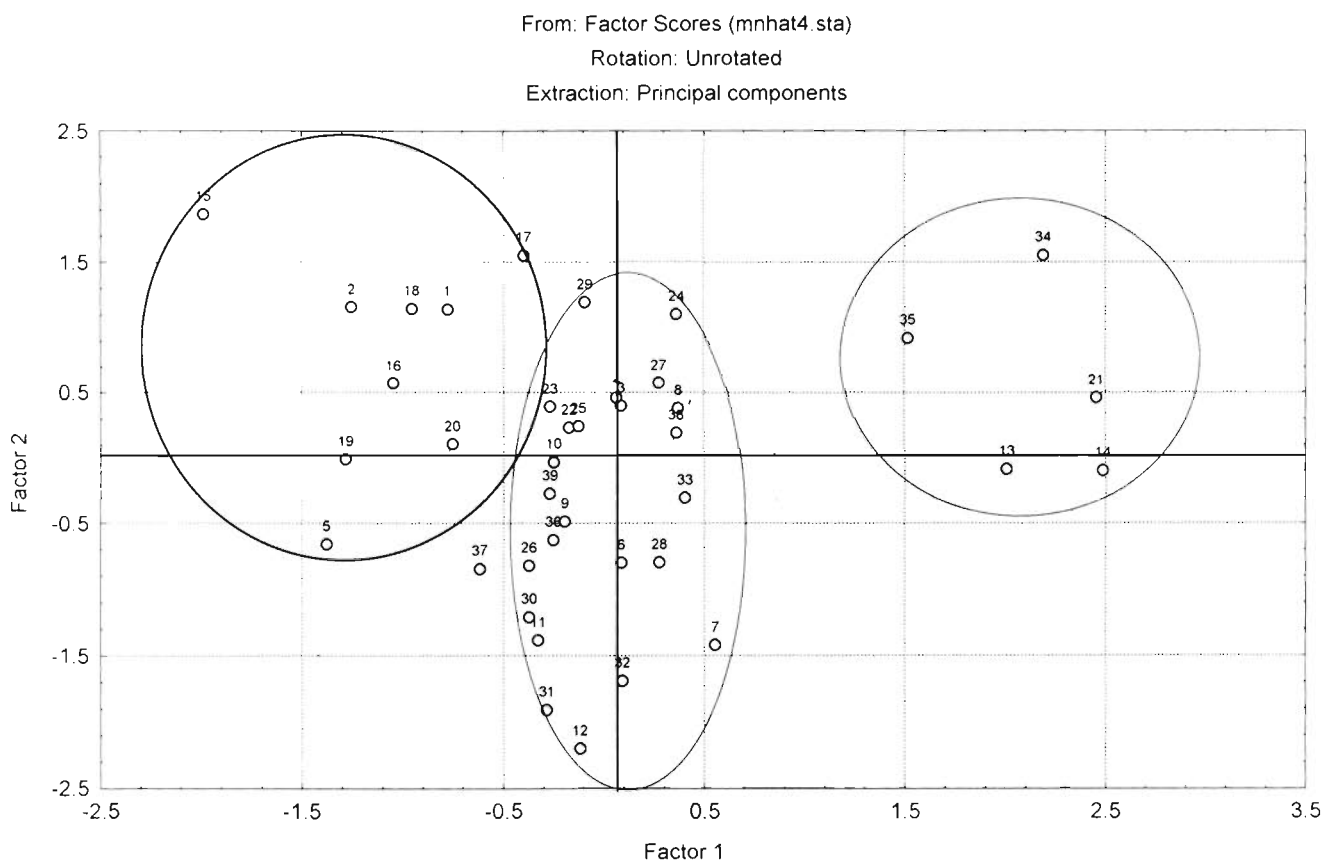


Figura 8 — Projecção das amostras a partir das componentes principais obtendo-se uma distribuição de acordo com as suas semelhanças.

**QUADRO 3**  
Probabilidade de semelhança entre três petróleos e as restantes amostras originárias do Mar do Norte

CRUDE	H3	6			22			31		
		HOP + AR	AR	HOP	HOP + AR	AR	HOP	HOP + AR	AR	HOP
1 ARGYLL-415	AUS	80	87	77	92	96	90	85	93	77
2 ARGYLL-414	AUS	84	84	79	94	96	89	80	90	76
3 AUK-422	PR	93	93	83	92	89	96	92	95	92
4 AUK-423	PR	92	94	89	93	90	97	90	96	89
5 BEATRICE-428	AUS	87	86	78	93	96	83	89	92	77
6 BEATRICE-429	PR	100	100	100	92	93	94	98	98	100
7 BERYL-426	PR	95	93	87	88	87	86	93	90	98
8 BERYL466	PR	97	100	96	94	96	89	94	99	94
9 BERYL MIX-486	PR	99	100	97	92	96	89	98	99	96
10 BRENT-424	PR	95	94	87	94	87	89	98	97	98
11 BRENT BLEND-468	PR	96	95	88	90	91	90	95	94	97
12 BRENT MIX-487	PR	96	96	99	91	97	91	99	99	100
13 CLAYMORE-430	PR	77	86	77	53	40	55	70	55	78
14 CLAYMORE-429	PR	78	77	79	59	51	58	73	65	81
15 COD-496	AUS	57	88	57	80	85	67	73	77	56
16 EKOFISK-497	AUS	84	87	79	98	99	91	88	94	78
17 EKOFISK-431	AUS	75	85	78	90	98	88	75	94	74
18 EKOFISK-432	AUS	79	85	77	92	87	86	80	93	76
19 EKOFISK-462	AUS	88	82	84	95	97	93	89	91	82
20 ELDFISK-496	AUS	89	91	82	95	98	92	90	96	80
21 FLOTTA-402	PR	74	84	86	50	36	65	67	53	86
22 FLOTTA-403	PR	82	93	84	100	100	100	92	89	84
23 FORTIES-434	PR	92	93	80	99	100	98	93	98	89
24 FORTIES MIX-488	AUS	88	97	78	94	99	89	83	99	75
25 FULMAR MIX-489	AUS	89	91	82	94	95	92	91	96	80
26 GULLFAKS-463	PR	99	98	89	95	98	97	98	99	99
27 KITTWARE-490	AUS	81	76	78	71	56	90	77	70	77
28 MAUREEN-401	PR	95	93	97	97	98	99	96	97	97
29 MONTROSE-443	AUS	76	85	89	93	97	89	78	94	70
30 MURCHISON-444	PR	97	86	99	84	97	97	99	99	99
31 MURCHISON-445	PR	98	98	100	92	98	94	100	100	100
32 NINIAN-406	PR	89	89	100	93	97	95	100	100	100
33 NINIAN-447	PR	97	98	86	91	93	88	95	95	97
34 PIPER-449	PR	68	54	82	48	23	83	59	41	92
35 PIPER (OXY)-448	PR	69	51	89	44	19	77	59	37	89
36 RIJN-476	AUS	85	83	82	80	89	92	84	87	80
37 STATFJORD-477	PR	98	97	99	94	97	94	98	99	99
38 THISTLE-461	PR	90	93	96	93	98	86	89	97	96
39 THISTLE-462	PR	93	93	96	95	97	91	96	97	88

Podemos ver neste quadro qual o grupo mais eficiente e ainda se em conjunto perdem ou ganham eficácia. Para evidenciar este facto sombrearam-se a cinzento muito claro os campos que se devem desprezar pelo simples facto do petróleo que se compara não apresentar o pico H3 e sombrearam-se a cinzento mais escuro os valores de probabilidade de semelhança (em percentagem) que são inferiores a 90%. A partir deste quadro, podemos partir para cada uma das amostras (6, 22 e 31) para um estudo mais profundo mas envolvendo apenas as amostras que apresentam os três valores de semelhança em fundo branco. O recurso ao dendograma (Figura 7) e à Figura 8 pode limitar ainda mais o campo de pesquisa intensiva que se fará recorrendo a todos os compostos citados no Quadro 1.

## 8. CONCLUSÃO E PROJECTOS DE TRABALHO FUTURO

Pode parecer que o número de semelhanças a que se chegou, cerca de uma dezena para cada «desconhecido», é demasiado grande e não compensa o esforço dispendido. No entanto o valor desta informação só pode ser apreciado pelas pessoas que muitas vezes, no desempenho das suas funções, são confrontadas com um produto preto e com cheiro a petróleo e o sempre frequente pedido de informação sobre a origem do mesmo.

Pretendeu-se, ao longo deste trabalho, apresentar os resultados que obtivemos com um estudo sistemático e que pretendemos vir a tornar exaustivo. A exemplo de qualquer estudo deste âmbito a sua eficiência e interesse só será verdadeiramente testada se vier a haver um novo derrame de origem desconhecida. Esperamos que o dia venha longe dado que tal representa um grande distúrbio para o ambiente.

A experiência adquirida neste projecto abriu caminho para a participação noutra, mais alargada, financiado pela União Europeia e envolvendo também cinco laboratórios estrangeiros (Reino Unido, Bélgica, Alemanha, Dinamarca e Noruega), para elaborar um «Banco de dados» sobre petróleos que possa ser posto à disposição de toda a Comunidade e não sirva apenas os interesses de um País. Este projecto, necessariamente mais ambicioso, pode ser considerado ainda em fase de optimização das condições analíticas dadas as dificuldades de concordância entre os resultados dos vários intervenientes.

### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi executado no âmbito do Projecto PMCT/C/MAR/41/90 da JNICT, Junta de Investigação Científica e Tecnológica.

As amostras de petróleo estudadas foram cedidas pelas refinarias da PETROGAL (Portugal), BP (Reino Unido) e ESSO (Reino Unido).

### BIBLIOGRAFIA

ALBAIGES, J. e ALBRECHT, P., (1979) — Fingerprinting Marine Pollutant Hydrocarbons by Computerized Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, Vol 6, 171-190.

BISCAYA, J. L., (1986) — A Cromatografia em Fase Gasosa/Espectrometria de Massa na Identificação de Produtos Petrolíferos. *Anais do Instituto Hidrográfico*, N.º 7, 65-70.

BISCAYA, J. L., (1988) — Problemas de Envelhecimento na Identificação de Derrames de Produtos Petrolíferos, Actas 11.º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química. Lisboa.

BISCAYA, J. L., (1994a) — Poluição do Mar por Hidrocarbonetos — Identificação e Classificação de Derrames; *Rev. Indústria da Água*; N.º 12, 26-32.

BISCAYA, J. L., (1994b) — Alkyl Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Fingerprinting Weathered Oil Spills, Proceedings 4<sup>th</sup> Meeting of the Steering Group of EUROCRUDE Project, Trondheim, Norway.

BISCAYA, J. L., (1994c) — Hopanes in Fingerprinting Weathered Oil Spills, Proceedings 5<sup>th</sup> Meeting of the Steering Group of EUROCRUDE Project, Gent, Belgium.

DAHLMANN, G., (1985) — Identification of Oil Pollution-Methods Used in Deutsches Hydrographisches Institut, DHI. MPCE (COI) 21/16/INF Session Document (1985).

DAHLMANN, G. *et al.*, (1994) — Oiled Seabirds — Comparative Investigations on Oiled Seabirds and Oiled Beaches in Netherlands, Denmark and Germany (1990-93). *Marine Pollution Bull.*, Vol. 28, N.º 5, 305-310.

GRAHL-NIELSEN, O.; STAVELAND, J. T. e WILHELMSSEN, S., (1978) — Aromatic Hydrocarbons in Benthic Organisms from Coastal Areas Polluted by Iranian Crude Oil. *J. Fish. Res. Board Can.*, Vol 35, 615-623.

KENNICUTT II, M. C. *et al.*, (1992) — The origins of petroleum in the Northern Gulf of Mexico, *Geochimica Cosmochimica Acta*, Vol 56, 1259-1280.

KILLOPS, S. D., (1986) — The Influence of Operating Conditions on the Evaluation of Biological Marker Compound Distributions in Petroleum Geochemistry by Gas Chromatography and Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, Vol 183, 105-128.

KOONS, C. B., (1984) — Input of Petroleum to the Marine Environment. *Marine Technology Society Journal*, Vol 18, N.º 3, 5-10.

RADKE, M.; GARRIGUES, P. e WILLSCH, H., (1990) — Methylated Dicyclic and Tricyclic Aromatic Hydrocarbons in Crude Oils from the Handil Fiel, Indonesia, *Organic Geochm.*, Vol 15, N.º 1, 17-34.

SUBROTO, E. A., *et al.* (1991) — 30-Norhopanes: their Occurrence in Sediments and Crude Oils, *Chemical Geology*, Vol. 93, 179-192.

TELNAES, N. e DAHL, B., (1986) — Oil-Oil Correlation Using Multivariate Techniques, *Organic Geochm.*, Vol. 10, 425-432.

UDO, O. T. e EKWEZOR, C. M., (1990) — Significance of Olenane Occurrence in Shales of Opuama Channel Complex, Niger Delta. *Energy & Fuel*, Vol. 4, 248-254.

VASCONCELOS, A. M. P. e CHAVES das NEVES, H. J., (1989) — Characterization of Every Wines of Vitis vinifera Varieties by Pattern recognition of Free Amino Acid Profiles. *Journal of Agricultural and Food Chem.*, Vol. 37, 931-937.

VLEET, E. S. V., (1984) — Fingerprinting Oil Spills in the Marine Environment, *Marine Technology Society Journal*, Vol. 18, N.º 3, 11-23.

WILLARD, H.; MERRITT, L e DEAN, J., (1973) — Análise Instrumental, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 884pp.

WILLIAMS, D. H. e FLEMING, I., (1980) — Spectroscopic Methods in Organic Chemistry, 3.ª Edição. McGraw Hill Book Company (UK) Ltd. Londres. 251pp.



# ESTRUTURA GEOLÓGICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL A NORTE DO PARALELO 41° N <sup>(1)</sup>

*Aurora Rodrigues*  
Licenciada em Geologia  
Instituto Hidrográfico

*António Ribeiro*  
Professor Catedrático  
Dep. Geologia da Univ. Lisboa

**RESUMO** — A interpretação de alguns milhares de Km de perfis de reflexão sísmica, obtidos na plataforma continental a norte do paralelo 41° N, efectuada no âmbito de projectos de investigação subsidiados pela JNICT, permitiu esclarecer alguns pontos relacionados com a geologia daquele sector.

A partir da cartografia das formações sísmicas e dos aspectos estruturais que condicionam o seu afloramento, foi possível identificar os prolongamentos oceânicos de importantes acidentes activos no continente emerso: a Falha Porto-Tomar e as falhas que, em terra, condicionam o curso dos rios Minho, Lima e Cávado. Foram igualmente cartografadas estruturas anteriormente não identificadas, nomeadamente a Falha do Beiral de Viana e a estrutura do Canhão Submarino do Porto. Pela sua expressão morfológica, bem como pela distribuição da cobertura sedimentar, estas estruturas parecem ser activas no Quaternário, de forma compatível com o estabelecimento de uma zona de subducção incipiente ao longo da margem oeste-ibérica.

**ABSTRACT** — Under the scope of several research projects sponsored by JNICT, a few thousands of kilometres of seismic profiles were acquired in continental shelf north of the parallel 41° N. The interpretation of these profiles has led to a better understanding of the geology of that area, namely in what concerns the relationship between structural and morphological trends.

The oceanic extensions of active onshore structures were established, following the mapping of the studied seismic formations, which points towards a structural control of their outcrop pattern. Hence, the major offshore structures that have been identified as being related to the onshore tectonics are the Porto-Tomar Fault Zone and the faults that condition the channels of the rivers Minho, Lima and Cávado.

Furthermore, other up-to-now unidentified tectonic accidents were mapped, namely the Beiral de Viana fault and the Porto submarine canyon. Taking into account the morphological characteristics of the latter and also the distribution of the sedimentary cover, the conclusion can be drawn that they have played an active role during the Quaternary, as a result of the establishment of an incipient subduction zone along the western Iberian margin.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho pretende apresentar uma síntese sobre a geologia da plataforma continental portuguesa, em especial

do seu sector situado mais a norte, compreendido entre o paralelo 41° N e a foz do rio Minho (fig. 1).

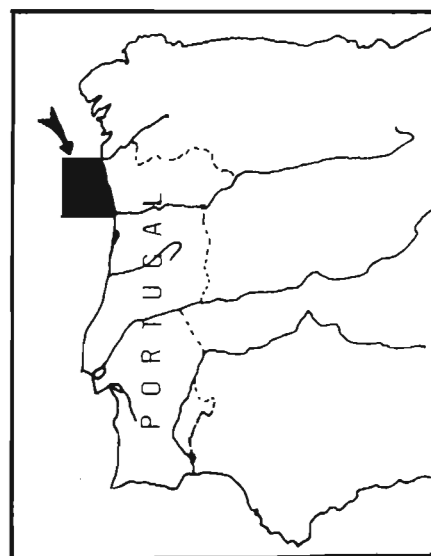


Fig. 1 — Localização da área de estudo.

São focados aspectos relacionados com a estrutura geológica, nomeadamente com os afloramentos das formações geológicas, os mecanismos que estão na sua origem e a forma como estes continuam a ser activos e a condicionar, inclusivamente, a distribuição da cobertura sedimentar daquele sector.

Embora a margem continental portuguesa seja uma das mais bem estudadas a nível mundial, o seu conhecimento não é dos mais completos, verificando-se uma grande assimetria entre o conhecimento da geologia do continente emerso e o da plataforma continental adjacente. Este facto advém, fundamentalmente, da dificuldade de acesso às estruturas do fundo do mar, das diferentes metodologias de estudo dos dois domínios, dos diferentes critérios aplicados aos métodos de prospecção e à conjugação das informações por eles obtidos.

<sup>(1)</sup> Contribuição A49 do Grupo DISPELA (Projectos SMC01 (JNICT/429.87/MAR), DISEPLA (JNICT/PCMT/MAR/692/90 e BEVICAP (JNICT/PCMT/C/MAR/683/90) e do Programa SEPLAT (IH).

No entanto, dados de natureza geofísica mostram que o estudo da plataforma continental portuguesa se torna essencial para esclarecer diversos fenómenos que ocorrem no bordo oeste da microplaca ibérica, nomeadamente a elevada sismicidade de certas zonas e a evolução recente das estruturas geológicas. Esta abordagem foi já iniciada no continente emerso com a publicação da Carta Neotectónica de Portugal Continental (CABRAL & RIBEIRO, 1988). Esta carta coloca em evidência a existência de numerosas falhas com movimentação recente e sublinha a lacuna existente no conhecimento da geologia do meio imerso adjacente.

A geologia da plataforma continental foi estudada por vários autores franceses (p. ex.: MUSELLEC, 1974; MOUGENOT, 1976; BALDY, 1977; MAUFFET *et al.*, 1978; BOILLOT *et al.*, 1979; VANNEY *et al.*, 1979) e sintetizada por BOILLOT, MOUGENOT e colaboradores (1978), na Carta Geológica da Plataforma Continental, a qual teve por base a interpretação de perfis de reflexão sísmica e a análise de amostras do fundo rochoso, que permitiram atribuir uma idade às formações sísmicas identificadas nos perfis. O estudo geomorfológico da plataforma continental foi também desenvolvido por investigadores franceses, em especial nas décadas de 70 e 80, destacando-se, entre outros, os trabalhos de MOUGENOT & VANNEY (1980) e de VANNEY & MOUGENOT (1981; 1990).

Considerações de índole estrutural foram efectuadas igualmente por geólogos franceses (e.g. AUXIETRE & DUNAND, 1978; MOUGENOT, 1989); enquanto que a cobertura sedimentar foi focada nos estudos de investigadores portugueses, referindo-se o trabalho de DIAS (1987).

Só 10 anos após a publicação da Carta Geológica da Plataforma Continental é que foram adquiridos novos dados relevantes de natureza geofísica, com a realização de cruzeiros científicos realizados no âmbito de projectos de investigação desenvolvidos inteiramente em instituições portuguesas, com vista ao aprofundamento do estudo da geologia da plataforma continental (p. ex.: DIAS, 1988; DIAS *et al.*, 1989; GRUPO GEOMAR 92, 1992; RODRIGUES *et al.*, 1992).

## 2. ORIGEM DOS DADOS

Os dados que estão na base deste trabalho são constituídos por perfis de reflexão sísmica (tipo SPARKER, tendo os disparos energia de 1000 e 72 Joules), perfis de batimetria de precisão e alguns perfis de sonar de pesquisa lateral. Estes dados foram obtidos no decurso dos cruzeiros científicos GEOMAR 3/88.SISPLAT V, GEOMAR 3/89.SISPLAT VI e GEOMAR 92, promovidos pelo Instituto Hidrográfico, a bordo do NRP «Almeida Carvalho», no âmbito de diversos projectos de investigação, nomeadamente do projecto SMCOI (*Sismotectónica da Margem Continental Oeste-Ibérica*, JNICT /429.87/MAR), DISEPLA (*Dinâmica Sedimentar da Plataforma Continental a Norte*

*de Peniche*, JNICT/259.87/MAR), DISEPLA II (*Dinâmica Sedimentar da Plataforma e Vertente Continental Portuguesa*, JNICT/PCMT/C/692/90) e BEVICAP (*O Beiral de Viana e o Canhão Submarino na Evolução da Margem Continental Portuguesa*, JNICT/PCMT/C/683/90) e ainda do Programa SEPLAT (em curso no Instituto Hidrográfico).

Os perfis obtidos nestes cruzeiros (realizados respectivamente em 1988, 1989 e 1992) foram sujeitos a sucessivas interpretações, por forma a complementar as diferentes informações e efectuar uma cartografia geológica da plataforma tentando, sempre que possível, confrontar os resultados com outros obtidos através de estudos sedimentológicos.

Na fig. 2 são apresentados os perfis que foram analisados neste trabalho.

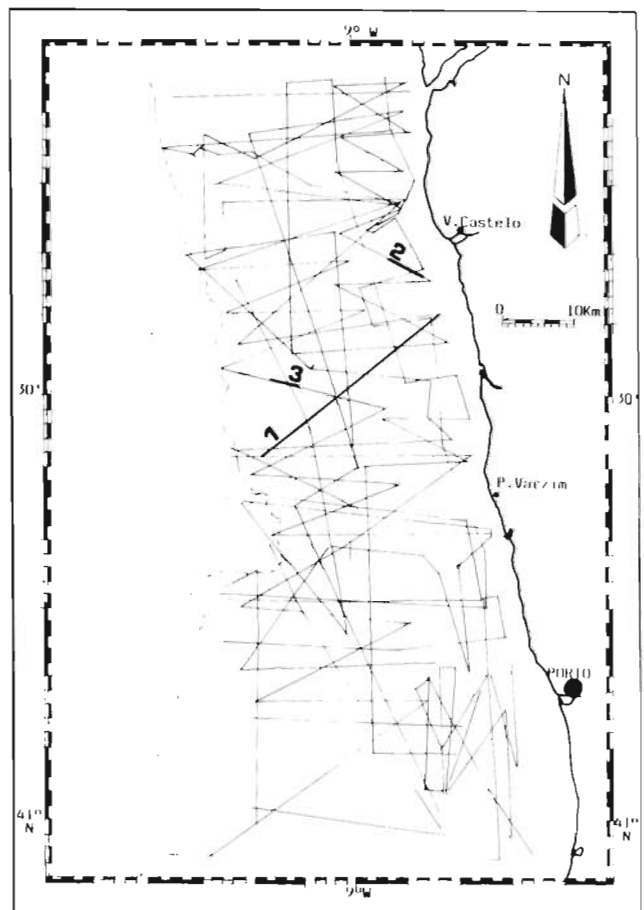


Fig. 2 — Rede de perfis de reflexão sísmica e de batimetria de precisão analisados neste trabalho.

## 3. ENQUADRAMENTO REGIONAL

A plataforma continental portuguesa a norte do paralelo 41° N encontra-se inserida num ambiente tectónico bastante complexo que condiciona, não só a sua morfologia mas, também, a sua evolução nos últimos milhões de anos.

Morfologicamente, a área de estudo pode ser subdividida em dois blocos, de acordo com a largura da plataforma continental e com as características da superfície do fundo. No bloco norte, o bordo da plataforma define-se aos -140 m, a cerca de 45 Km da costa, apresentando-se a vertente con-

tinental como uma superfície muito inclinada de natureza erosiva. Estas características são interrompidas pelo Canhão Submarino do Porto que, localizado ao largo da Póvoa do Varzim, separa o anterior sector do bloco sul, onde a plataforma é mais extensa (com cerca de 60 km de largura) e o bordo progradante da plataforma se define a maior profundidade (não inferior aos 160 m), conforme se indica na fig. 3.

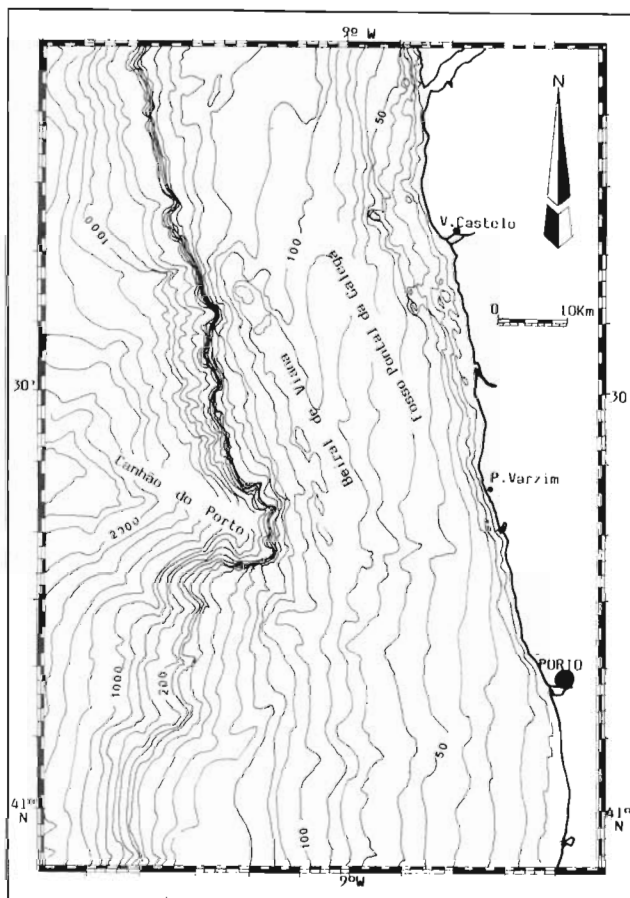


Fig. 3 — Batimetria da zona de estudo (adaptado de VANNEY & MOUGENOT, 1981).

A simples análise da carta batimétrica coloca em evidência esta diferença morfológica do bordo da plataforma, assim como o diferente modelado da plataforma continental, conforme se considere o bloco norte ou o bloco sul. O bloco norte apresenta uma plataforma interna e uma plataforma externa mais acidentadas, definindo duas bandas sub-paralelas entre si e em relação à linha de costa, constituindo, respectivamente, a zona de afloramento do soco e o relevo do Beiral de Viana. Estas elevações definem na plataforma média uma zona deprimida, fracamente inclinada para NNW, denominada Fosso do Pontal da Galega (RIBEIRO *et al.*, 1988). O bloco sul não apresenta esta diferenciação morfológica, sendo constituído por uma superfície de pendimento mais ou menos constante para oeste, recortada por pequenos relevos na zona das cabeceiras do canhão submarino do Porto, no prolongamento para sul do Beiral de Viana. Aquele canhão constitui o principal vale submarino desta

área, condicionando, sem dúvida, a evolução tectónica e sedimentar da plataforma continental nortenha.

Do ponto de vista geodinâmico, este sector da plataforma insere-se na microplaca ibérica a qual é definida, a norte, por uma zona de colisão intercontinental fossil e a oeste pela margem leste do Atlântico.

A Península Ibérica, e de forma particular, o seu bordo oeste, apresenta estruturas formadas no decurso de três grandes movimentos tectónicos: 1) o ciclo varisco, que imprimiu as principais características da geologia da península, nomeadamente as formações metasedimentares e graníticas que se encontram na parte norte de Portugal (e, concretamente na faixa costeira da área de estudo) e os grandes acidentes estruturais que afectam o território português emerso; 2) a instalação de uma margem distensiva, grosseiramente N-S, e a consequente abertura do Atlântico Norte, durante o Meso-Cenozóico; 3) por último, o ciclo alpino que, consistindo na colisão entre a placa africana e a euro-asiática ao longo da zona de fractura Açores-Gibraltar, provocou o rejogo de algumas estruturas tardi-hercínicas e a edificação da cadeia da Arrábida (RIBEIRO *et al.*, 1990). Este movimento compressivo migrou no espaço (de sul para norte) e no tempo (com início no Eocénico, ainda no Quaternário se faz sentir, se bem que com uma orientação axial diferente).

Estudos recentes ligados à neotectónica mostram que o vector compressivo do campo de tensões quaternário varia, quer na orientação, quer na intensidade (fig. 4).

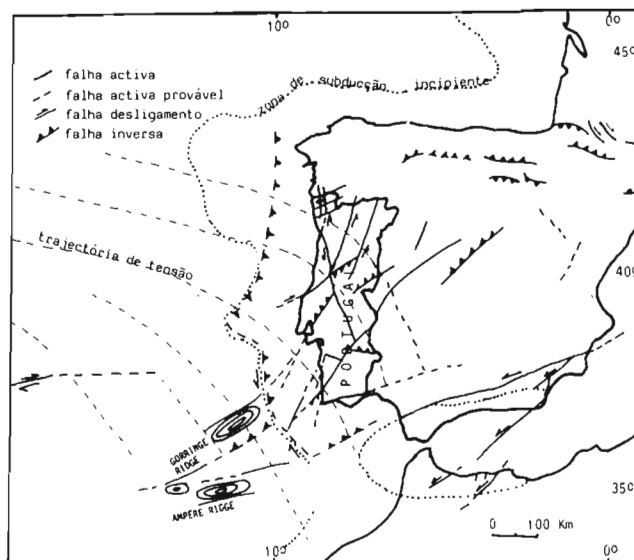


Fig. 4 — Enquadramento regional da Península Ibérica (CABRAL & RIBEIRO, 1988).

A razão desta variação reside no aumento gradual, de leste para oeste, da velocidade de aproximação das duas placas e na consequente inflexão da trajectória de tensão que passa de SSE-NNW, no interior do território, para ESE-WNW e E-W, junto ao bordo oeste da península. Esta variação da intensidade e da trajectória no campo de tensões, levaram à defesa da tese de que a margem continental oeste-

-ibérica se encontra num estágio transitório entre margem passiva e margem activa, estando a zona de subducção incipiente localizada na base da vertente continental (CABRAL & RIBEIRO, 1988).

#### 4. ESTRATIGRAFIA SÍSMICA

O estudo da geologia da plataforma continental a norte do paralelo 41° N foi efectuado a partir da interpretação de perfis de reflexão sísmica, de batimetria de precisão e de sonar de pesquisa lateral.

A análise destes dados baseia-se fundamentalmente na identificação de superfícies de discordância e na individualização de formações sísmicas, posteriormente correlacionadas e cartografadas. Os critérios utilizados em estudos desta natureza baseiam-se no conceito de fácies sísmica, a qual, de certa forma, permite estabelecer uma correspondência com fácies geológica. De facto, a configuração e geometria dos reflectores, bem como a sua amplitude e intensidade estão directamente relacionados com a composição litológica, com as características dinâmicas do meio e com deformações posteriores induzidas por movimentos geodinâmicos.

Assim sendo, a análise da rede de perfis representados na rede da figura 2, permitiu individualizar 6 formações sísmicas contactando entre si através de superfícies de discordância (geralmente angular) e/ou através de falha (fig. 5).

A formação mais antiga, *FORMAÇÃO A*, aflora junto à costa, a profundidades inferiores a 80 m. Por não apresentar qualquer vestígio de reflectores, constitui soco acústico, evidenciando, na zona de afloramento, uma topografia muito irregular e acidentada. Estas características levam a considerar esta formação como sendo constituída por rochas muito antigas, afectadas por fortes anisotropias, de certa forma semelhante aos terrenos paleozóicos existentes no continente emerso adjacente, constituídos por metasedimentos muito deformados anteriores à orogenia varisca e por granitos sintectónicos. O carácter complexo é evidenciado em algumas bandas de sonar de pesquisa lateral (fig. 6), onde as diferenças de reflectância são muito bruscas e apresentam um certo alinhamento NNW-SSE. A zona de contacto desta formação com as formações mais recentes, corresponde a uma zona de falha, bem visível nos perfis de reflexão sísmica (fig. 6).

Nas sonografias, esta falha não é visível em virtude do seu carácter complexo e da proximidade à costa (nesta zona da plataforma portuguesa o forte acarreo sedimentar do continente para a plataforma e ao longo da linha de costa poderá colmatar pequenas depressões, associadas a alinhamentos estruturais subjacentes) (fig. 6).

A amostragem efectuada no decurso do cruzeiro LUSITANIE e que esteve na base da carta geológica da plataforma continental, mostra que na zona de afloramento da Formação A existem rochas paleozóicas muito antigas, classificadas como soco indiferenciado (BOILLOT, MOUGENOT e colaboradores, 1978).

A formação que lhe fica sobrejacente, denominada *FORMAÇÃO B*, constitui igualmente soco acústico, mas diferencia-se da Formação A (principalmente nos locais onde aflora), por não apresentar uma topografia tão irregular e a assinatura no registo não ser tão enegrecida. Esta formação terá pois uma natureza carbonatada (MUSELLEC, 1974), não apresentando anisotropias resolúveis na reflexão sísmica utilizada. Os perfis de sonar lateral mostram tratar-se de uma rocha compacta, apresentando figuras de dissolução química e alinhamentos interpretados como diaclases e falhas (fig. 6). No mapa da figura 5 esta formação aflora na plataforma interna a sul da Póvoa do Varzim, onde contacta por falha com a Formação A, e na plataforma externa, igualmente controlada por falhas, na região do Beiral de Viana e em pequenos afloramentos localizados no prolongamento para sul da estrutura daquele relevo. Amostras colhidas ao largo de Viana de Castelo indicam tratar-se de rochas carbonatadas do Cenomaniano superior — Maestrichtiano (BOILLOT, MOUGENOT e colaboradores, 1978), contemporâneas dos episódios iniciais do «rifting». Por vezes, as amostras de calcários apresentam-se muito dolomitizadas dificultando o estabelecimento da bioestratigrafia.

As formações mais recentes apresentam já uma geometria dos reflectores que indica uma origem em ambiente de menor profundidade, mais ou menos detrítico, sendo provavelmente posteriores às fases de abertura inicial do Atlântico.

Por seu turno, a *FORMAÇÃO C* apresenta reflectores irregulares e descontínuos, por vezes mal definidos, encontrando-se em contacto com a Formação A, a norte da Póvoa do Varzim, e na plataforma externa e vertente continental, onde integra a estrutura do Beiral de Viana. Nos locais onde aflora, geralmente forma relevos em cornija, nomeadamente a sul do Canhão Submarino do Porto (VANNÉY & MOUGENOT, 1981). As amostras colhidas nesta formação são constituídas por rochas carbonatadas mais ou menos detríticas, muito dolomitizadas que, dada a dificuldade do seu estudo, foram englobadas por BOILLOT, MOUGENOT e colaboradores (1978), nas formações do Paleocénico e Eocénico indiferenciado. Como neste estudo se obteve um registo mais pormenorizado e se efectuou uma abordagem baseada, essencialmente nas fácies sísmicas e no estilo de deformação, e não se tendo procedido a estudo litológico de maior pormenor, propõe-se que a Formação C corresponda às primeiras camadas «pós-rifting» do Paleocénico.

Assinalando um levantamento seguido de um abatimento geral da zona norte-portuguesa, a *FORMAÇÃO D* apresenta uma fácies típica de preenchimento de bacia, com os reflectores contínuos e paralelos, de pendor mais ou menos constante para oeste, limitados inferiormente por uma superfície erosiva. A norte da Póvoa do Varzim a Formação D pode ser encontrada na plataforma média, contactando estratigraficamente, a leste e a sul, com a Formação C, e a oeste,

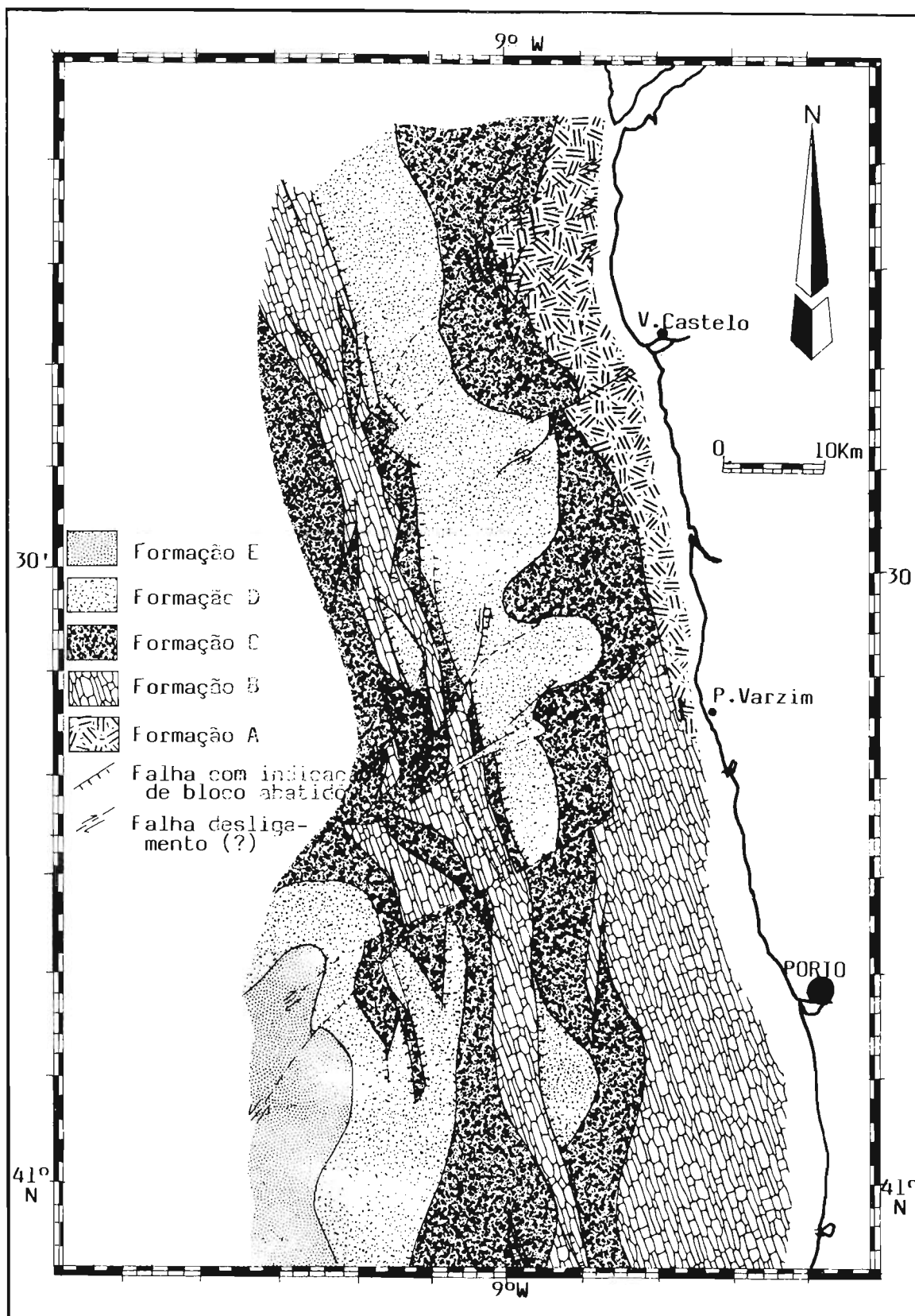


Fig. 5 — Mapa de afloramentos (sub-superficiais) das formações sísmicas identificadas e das principais estruturas.



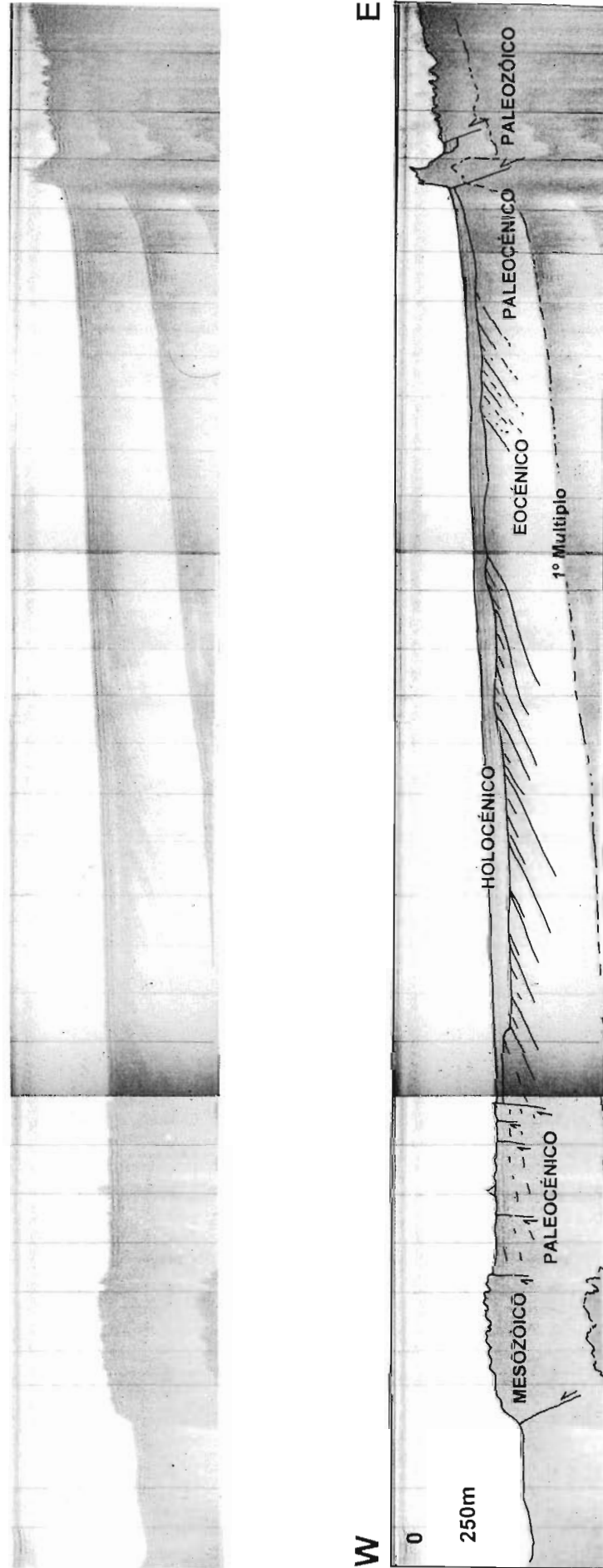


Fig. 6a) — Perfil de reflexão sísmica, mostrando a estrutura completa da plataforma continental norte e as formações sísmicas identificadas. Localização na fig. 2 (Perfil 1)

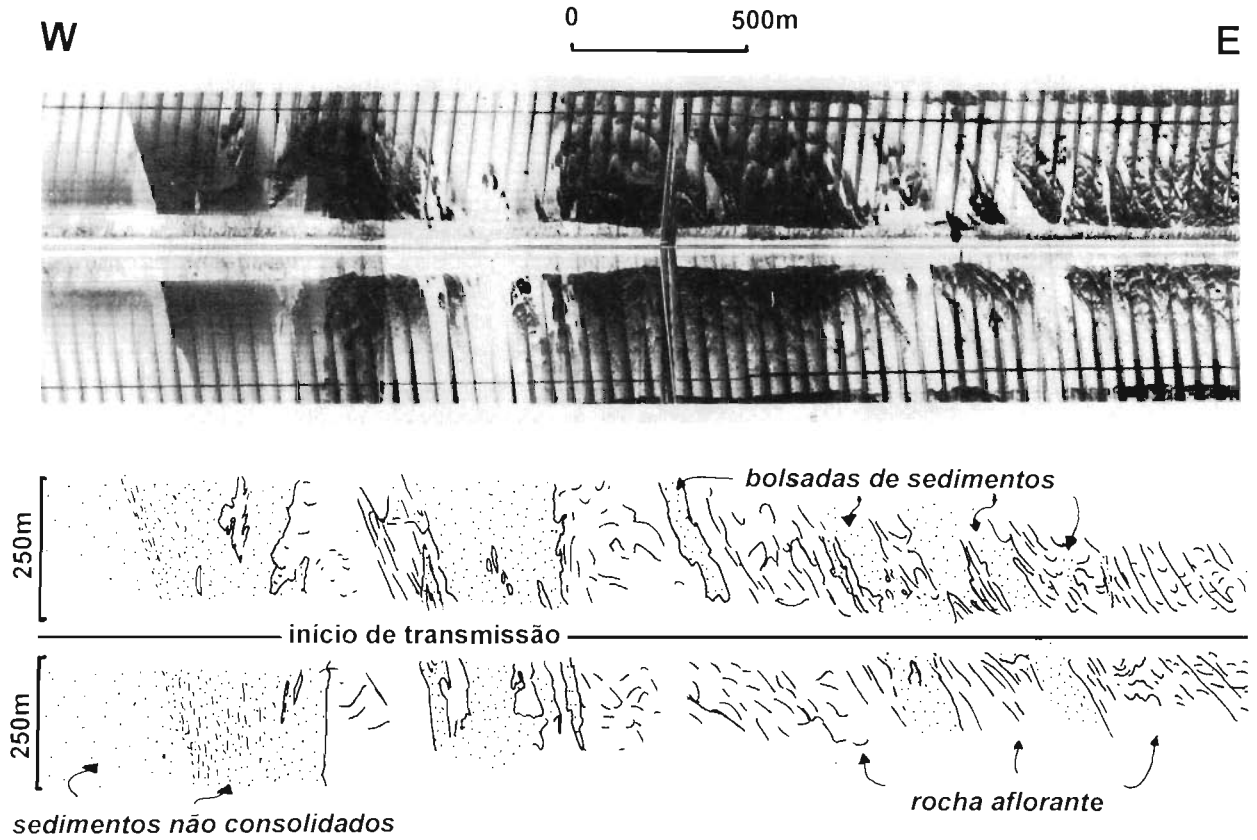


Fig. 6b) — Perfil de sonar de pesquisa lateral na zona da Falha Porto-Tomar. Localização na fig. 2. (Perfil 2)

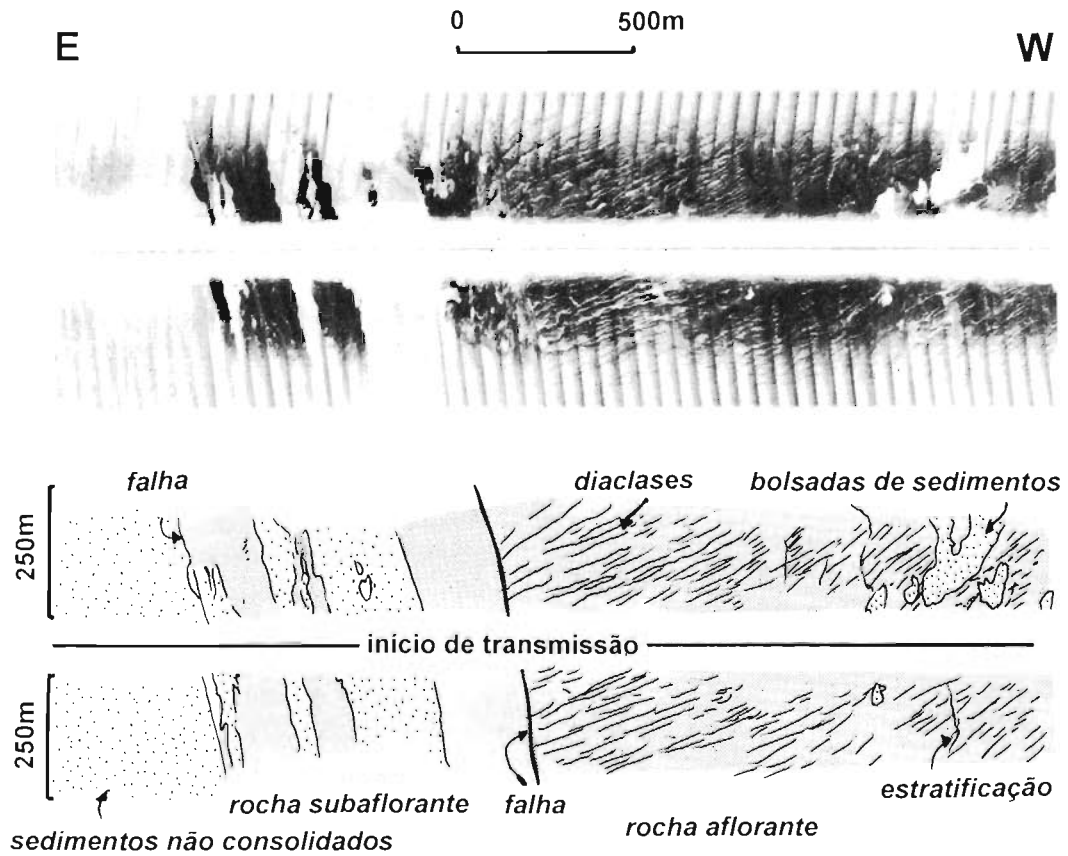


Fig. 6c) — Perfil de sonar de pesquisa lateral na zona da Falha do Beiral de Viana. Localização na fig. 2. (Perfil 3)

com as formações carbonatadas da estrutura do Beiral de Viana. Neste último caso, o contacto faz-se por falha, apresentando os reflectores evidências de movimentação recente (nomeadamente aumento gradual do seu pendor junto ao citado relevo). A sul da Póvoa do Varzim esta formação pode ser encontrada, igualmente, numa pequena bacia na plataforma média, relacionada com a movimentação de falhas, e na plataforma externa, fazendo parte da geometria progradante do bordo da plataforma. Esta unidade estratificada não foi individualizada por BOILLOT, MOUGENOT e colaboradores (1987), tendo-se assumido neste trabalho, dada a falta de datação mais rigorosa, que poderá corresponder a camadas de natureza mais detrítica do Eocénico.

No extremo SW da área de estudo, a *FORMAÇÃO E* tem uma fácies sísmica típica de prisma progradante, ao apresentar reflectores muito estratificados, contínuos e mostrando por vezes forte inclinação para oeste. Esta formação encontra-se, sobretudo, junto ao bordo da plataforma, na zona onde esta evidencia maior desenvolvimento lateral. Pelas suas características, esta formação poderá ter sido depositada no Neogénico, altura em que, de uma forma geral, houve uma subida relativa do nível do mar, com conseqüente imersão de grandes áreas continentais (condições favoráveis à colmatção de bacias isoladas e à edificação de prismas progradantes junto ao bordo da plataforma).

A *FORMAÇÃO F* é aquela que ocupa a posição superior da coluna estratigráfica. Esta formação não se encontra representada no mapa da fig. 5 por cobrir praticamente toda a área da plataforma, com excepção das zonas de morfologia mais elevada (do Beiral de Viana e do soco paleozóico). Do ponto de vista sísmico trata-se de uma formação muito transparente às ondas acústicas, apresentando localmente alguns vestígios de reflectores que correspondem a pequenas heterogeneidades internas, sendo limitada superiormente pela interface água-sedimento e inferiormente por uma superfície erosiva, que trunca todas as formações mais antigas. Pela sua assinatura e pela posição estratigráfica que ocupa, esta formação corresponde à cobertura sedimentar não consolidada e a superfície erosiva sobre a qual se encontra terá sido formada no último Máximo Glaciário (há 20 000 anos). O mapa de isopacas desta formação (fig. 7) mostra que ela tende a colmatar a topografia existente no último Máximo Glaciário, ou seja, a colmatar pequenas bacias (onde pode atingir espessuras superiores a 10 msec [t.d.]) localizadas junto às desembocaduras dos rios e associadas a falhas.

## 5. ESTRUTURA

Todas as formações sísmicas cartografadas na fig. 5 foram afectadas por discontinuidades de origem estrutural, que provocam a deformação dos reflectores e são responsáveis por grandes acidentes, nomeadamente o Beiral de Viana e o Canhão Submarino do Porto.

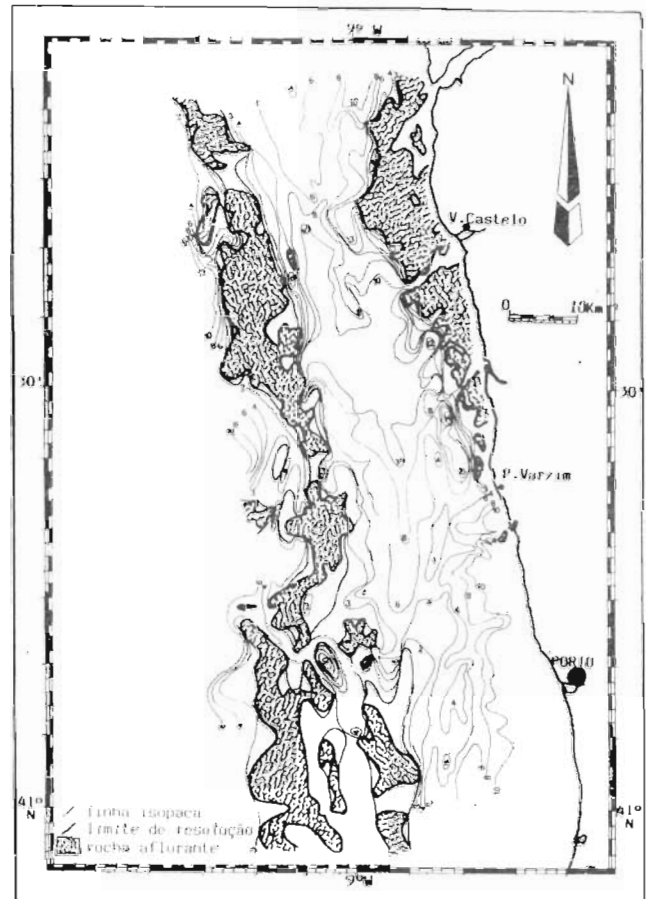


Fig. 7 — Mapa de isopacas da Formação F (correspondente à cobertura sedimentar não consolidada). Unidades em msec (t.d.).

Na região abrangida por este trabalho as falhas podem ser agrupadas em duas famílias principais, nomeadamente:

1. falhas de direcção geral NNW-SSE de movimentação essencialmente vertical;
2. falhas de direcção geral ENE-WSW a NE-SW, com movimentação horizontal importante.

As falhas pertencentes à primeira família concentram-se em duas zonas subparalelas entre si e em relação à linha de costa (fig. 8), denominadas Falha Porto-Tomar (a menor profundidade, limitando o afloramento da Formação A) e Falha do Beiral de Viana (na plataforma externa, controlando a estrutura do Beiral de Viana e o afloramento das Formações B e C).

Estas linhas de fractura apresentam, por vezes, características de movimentação inversa e definem uma zona intermédia, deprimida, denominada Fosso Pontal da Galega (RIBEIRO *et al.*, 1988) que constitui uma estrutura do tipo «full ramp valley» (COBBOLD *et al.*, 1993) (fig. 9). Esta estrutura, que se estende por toda a plataforma continental deste Espanha, não se encontra totalmente colmatada por sedimentos quaternários, apesar de ser nesta área que desagüam alguns dos rios de maior caudal da península (nomeadamente os rios Minho e Douro).

As falhas pertencentes à segunda família, de componente essencialmente de desligamento, são de identificação muito

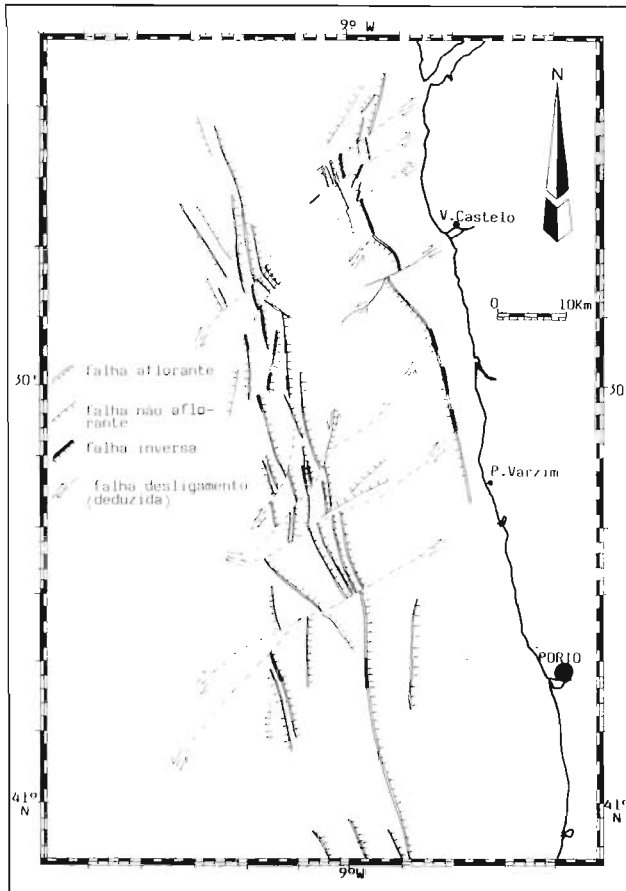


Fig. 8 — Mapa da estrutura da zona estudada.

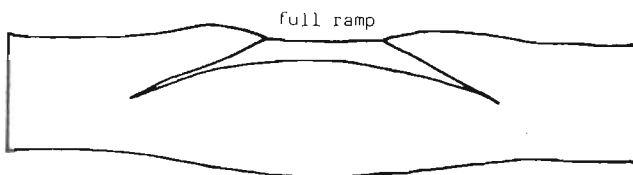


Fig. 9 — «Full ramp valley» (COBBOLD et al., 1993).

subjectiva. No entanto, são bem visíveis nas formações com reflectores nítidos (Formações C, D e E). Em geral apresentam um traçado sigmoidal, cortando obliquamente toda a estrutura da plataforma continental, desde a área adjacente aos grandes rios, concentrando-se na zona do eixo do Canhão Submarino do Porto. Estes deslocamentos poderão estar relacionados com as falhas existentes no continente, falhas essas que controlam a localização das principais linhas de água (TEIXEIRA, 1944), embora não haja informação na zona imediatamente adjacente ao domínio emerso. A sua orientação e a sua ocorrência preferencial no Canhão Submarino do Porto permitem deduzir que se tratam de falhas antigas, provavelmente tardi-hercínicas, que sofreram reactivação durante os episódios tectónicos mais recentes, primeiro durante a abertura do Atlântico e, posteriormente, durante a compressão alpina.

## 6. CONCLUSÕES

Utilizando apenas critérios de natureza geofísica, foram individualizadas 6 formações sísmicas, tendo-se efectuado a respectiva cartografia e comparação com a geologia do

continente emerso. Assim, podem-se apontar as seguintes conclusões:

- As formações mais antigas, são constituídas por soco paleozóico, encontrando-se limitadas pela Falha Porto-Tomar que, no continente, apresenta um carácter transpressivo, com movimentação do tipo inverso associado a deslizamento esquerdo. Esta linha de fractura prolonga-se pela plataforma continental, onde apresenta evidências de movimentação inversa.
- Na plataforma continental externa define-se uma segunda linha de fractura, igualmente com características de movimentação inversa, que condiciona o relevo do Beiral de Viana. Designa-se por Falha do Beiral de Viana e é subparalela à falha Porto-Tomar, referida anteriormente, apresentando, no entanto, vergência contrária.
- Ambas as estruturas definem uma zona deprimida, o Fosso Pontal da Galega, que constitui uma estrutura do tipo «full ramp valley» ou seja, trata-se basicamente, de um «graben» limitado por duas falhas inversas. Neste caso concreto, as falhas inversas são a Falha Porto-Tomar e a Falha do Beiral de Viana, referidas anteriormente.
- A cobertura sedimentar não consolidada, de idade inferior a 20 000 anos, não colmata o Fosso do Pontal da Galega, observando-se ainda alguns afloramentos das estruturas elevadas do Beiral de Viana e do soco paleozóico.
- O canhão submarino do Porto evidencia origem estrutural, estando instalado numa zona onde ocorrem inúmeras falhas de deslizamento, que afectam toda a plataforma continental. Este importante acidente terá actuado como uma direcção transformante, durante a abertura do Atlântico Norte.
- A cartografia das estruturas activas coloca em evidência a intensa fracturação deste sector da plataforma continental portuguesa, bem como o paralelismo e a correspondência existente entre as suas estruturas e as do continente emerso. Os dados existentes apontam no sentido de uma origem comum destas estruturas activas nos dois domínios referidos, sofrendo reactivação durante episódios tectónicos posteriores.
- As estruturas geológicas condicionam fortemente a distribuição da cobertura sedimentar não consolidada e o modelado geral da plataforma, pelo que são consideradas como estruturas de movimentação recente. Apresentam, inclusivamente, evidências que estão relacionadas com a trajectória de tensão estabelecida para o Quaternário e com o possível estabelecimento de uma zona de compressão activa na base da vertente continental que poderá evoluir para uma zona de subducção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUXIÈTRE, J.L.; DUNAND, J.P. (1978) — *Geologie de la marge ouest-ibérique (au Nord de 40° N): le banc de Galice, les montagnes de Vigo, de Vasco da Gama et de Porto. Relation avec l'ouverture de l'Atlantique Nord*. Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle. Univ. P. et M. Curie, 216 p. (inédito).
- BALDY, P. (1977) — *Geologie du plateau continental portugais (au sud du Cap de Sines)*. Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle. Univ. Rennes, 140p. (inédito).
- BOILLOT, G.; MALOD, J.A.; MOUGENOT, D. (1979) — Évolution géologique de la marge ouest-ibérique. *Ciências da Terra*, 5:215-222.
- BOILLOT, G.; MOUGENOT, D. & COLABORADORES (1978) — *Carta Geológica da Plataforma Continental Portuguesa*, escala 1/1 000 000. Serviços Geológicos de Portugal.
- CABRAL, J.; RIBEIRO, A. (1988) — *Carta Neotectónica de Portugal Continental*, escala 1/1 000 000: Serviços Geológicos de Portugal.
- COBBOLD, P.R.; DAVY, P.; GAPAIS, D.; ROSSELLO, E.A.; SADYBAKASOV, E.; THOMAS, J.C.; TONDZI BIYO, J.J.; URREIZTIETA, M. dc. (1993) — Sedimentary basin and crustal thickening. *Sedimentary Geology*, 86:77-89.
- DIAS, J.M.A. (1987) — *Dinâmica Sedimentar e Evolução Recente da Plataforma Continental Portuguesa Setentrional*. Tese Doutorado. Univ. Lisboa, 384 p. (inédito).
- DIAS, J.M.A.; MATOS, M.M.; ROSA, M.; RODRIGUES, A. (1989) — Cruzeiro GEOMAR 3/89 — SISPLAT VI — SEPLAT 14: relatório de bordo. *Relatório FT.CE.06/89*, Instituto Hidrográfico, 50 p.
- GRUPO GEOMAR 92 (1992) — Geologia da plataforma continental entre Espinho e Caminha: resultados preliminares do Cruzeiro Geomar 92. *Gaia*, 5:35-39.
- MAUFFRET, A.; BOILLOT, G.; AUXIÈTRE, J.L.; DUNAND, J.P. (1978) — Évolution structurale de la marge continentale au Nord-Ouest de la péninsule ibérique. *Bull. Soc. Géol. France* (7), XX, 4:375-388.
- MOUGENOT, D. (1976) — *Geologie du plateau continentale portugais (entre le Cap. Carvoeiro et le Cap de Sines)*. Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle. Univ. Rennes, 110 p. (inédito).
- MOUGENOT, D. (1989) — Géologie de la marge portugaise. *Documentos Técnicos, Instituto Hidrográfico*, 32, 259 p.
- MOUGENOT, D.; VANNEY, J.R. (1980) — Géomorphologie et profils de réflexion sismique: interpretation des surfaces remarquables d'une plate-forme continentale. *Ann. Inst. Océanogr.*, 56 (S):85-100.
- MUSELLEC, P. (1974) — *Geologie du plateau continentale portugais au nord du Cap Carvoeiro*. Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle. Univ. Rennes, 170 p. (inédito).
- VANNEY, J.R.; AUXIÈTRE, J.L.; DUNAND, J.P. (1979) — Geomorphologic provinces and the evolution of the north western Iberian Continental margin. *Ann. Inst. Océanogr.*, 55 (1):5-20.
- VANNEY, J.R.; MOUGENOT, D. (1981) — La plate-forme continentale du Portugal et les provinces adjacentes: analyse géomorphologique. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, 28, 145 p.
- VANNEY, J.R.; MOUGENOT, D. (1990) — Un canyon sous-marin du type «gouf»: le Canhão da Nazaré (Portugal). *Oceanologica Acta*, 13, 1:1-14.
- RIBEIRO, A.; CABRAL, J.; SILVEIRA, A.; SILVA, R.; SILVA, L.; MONIZ, C. (1988) — Relatório de execução do projecto SMC01 (não publicado).
- RIBEIRO, A.; KULLBERG, M.C.; CABRAL, J.; MADEIRA, J.; BRUM, A.P.; MONIZ, C. (1990) — Alpine Geodynamics of the West-Ibérica Margin. *Tectonophysics*, 189:357-366.
- RODRIGUES, A.; DIAS, J.M.A.; RIBEIRO, A. (1992) — First appraisal of active faults in the north portuguese continental shelf. *Gaia*, 4:25-30.
- TEIXEIRA, C. (1944) Tectónica plio-pleistocénica do Noroeste peninsular. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, vol. 4, fasc. 1-2.

# PADRÃO GENÉRICO DE DISTRIBUIÇÃO DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA A NORTE DE ESPINHO <sup>(1)</sup>

*Fernando Magalhães*

*Mestre em Geologia Económica*

*Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica*

*Museu Nacional de História Natural*

**RESUMO** — Foi aplicado o método das nuvens dinâmicas para efectuar a partição de amostragem proveniente da cobertura sedimentar da plataforma continental portuguesa a norte de Espinho em grupos de amostras afins. A análise foi efectuada sobre dados correspondentes a 24 variáveis não locacionais (relativas às análises textural, química e da fracção grosseira), acrescidas da profundidade. A aplicação desta técnica conduziu ao estabelecimento de 6 grupos com características distintas, correspondentes a sedimentos com as fácies seguintes: grupo 1 — areia muito fina, silto-sa, com glauconite; grupo 2 — areia fina, terrígena; grupo 3 — areia fina, bioclástica, carbonatada; grupo 4 — areia muito fina e muito silto-sa, terrígena; grupo 5 — cascalho muito arenoso, terrígeno essencialmente quártzico; grupo 6 — cascalho arenoso, terrígeno, e com muitos moluscos. A distribuição espacial destes grupos sugere controlo batimétrico intenso. O teor em glauconite dos sedimentos dos grupos 1 e 3 permite pressupor taxas de acumulação pequenas ou mesmo negativas e que a maioria destes sedimentos são do tipo relíquia; todavia, a glauconite pode encontrar-se em acumulação actual, sendo proveniente de outros depósitos. O grupo 2 denuncia importante abastecimento em partículas terrígenas. Os sedimentos deste grupo apresentam pequena quantidade de materiais lodosos, o que se pode explicar pela energia do meio onde se encontram. Os sedimentos do grupo 4, que apresentam conteúdos em micas e em materiais silto-argilosos significativamente mais elevados que os do grupo anterior, encontram-se provavelmente relacionados com a descarga dos rios que afluem a esta plataforma. O teor em cascalho dos sedimentos dos grupos 5 e 6 aponta, provavelmente, para uma origem relíquia dos sedimentos incluídos nestes grupos e para elevados níveis energéticos existentes aquando da deposição dos mesmos.

**ABSTRACT** — *Data from textural, chemical and coarse fraction analysis of 235 sediment samples from the continental shelf north of Espinho were integrated and submitted to a partitioning technique in order to derive clusters of éclose samples and try to interpret sediment distribution based on the characteristics of those clusters. 25 variables were used to describe each sample. Six clusters were generated, with the following characteristics: cluster 1 — glauconitic very fine silty sand; cluster 2 — terrigenous fine sand; cluster 3 — carbonated fine sand; cluster 4 — terrigenous very fine and highly silty sand; cluster 5 — quart-rich highly sandy gravel; cluster 6 — terrigenous sandy gravel with a moderate mollusc content. The distribution of these clusters suggests an effective depth*

*control. The glauconite content of sediments within groups 1 and 3 might be related to small or slightly negative accumulation rates and with the relict character of most of these sediments; however, glauconite can derive from other deposits and undergo present accumulation. Group 2 is related to a highly terrigenous supply; sediments of this group have a small mud content, in relation with energy levels which prevail in the areas where they occur. Sediments of cluster 4, with mica and mud contents which are significantly higher than those of the previous group, are probably connected with river discharge. The gravel content of clusters 5 e 6 points to the relict origin of sediments and to the occurrence of high energy levels when these sediments were deposited.*

## INTRODUÇÃO

A plataforma continental portuguesa a norte de Espinho é caracterizada por vários factores específicos, nomeadamente a existência de um abastecimento de origem fluvial intenso, a presença de acidentes geomorfológicos notáveis (como o Beiral de Viana e o canhão submarino do Porto) e a ocorrência de um complexo silto-argiloso (próximo das cabeceiras do canhão do Porto) cujas dimensões e importância regional não foram ainda devidamente estudadas.

Não existem trabalhos específicos sobre a aplicação de técnicas de partição de amostragem a sedimentos provenientes da plataforma estudada. Os que abrangem esta área são de cariz mais global, incidindo sobre a totalidade da plataforma continental portuguesa (Monteiro *et al.*, 1982; Dias, 1987).

Para os objectivos do presente trabalho foram integrados dados de análises textural, química e da fracção grosseira de 235 amostras de sedimentos superficiais não consolidadas provenientes desta plataforma para identificar grupos de amostras afins e interpretar a distribuição dos sedimentos com base nas características dos grupos obtidos.

<sup>(1)</sup> Contribuição A48 do Grupo DISEPLA (projecto DISEPLA II-JNICT 692/90).

## ENQUADRAMENTO REGIONAL

A plataforma continental a norte de Espinho (fig. 1), definida por uma ruptura de pendor bem marcada (o bordo da plataforma) à profundidade aproximada de 160 m, apresenta largura média de 35 km a norte de Póvoa de Varzim, aumentando para sul. O relevo da plataforma interna é profundamente condicionado por afloramentos rochosos do soco hercínio. De uma forma geral, a largura desta zona de afloramentos diminui de norte para sul, atingindo a largura máxima de 10 km frente ao rio Lima, e mínima na parte sul da região estudada. Na plataforma média e externa o relevo é, em geral, simples e suave, com excepção da parte central, onde, pelos 110 m de profundidade, se define uma elevação que se desenvolve segundo a direcção NNW-SSE, ao longo de cerca de 50 km — o Beiral de Viana — cujo ponto menos profundo, a Pedra de S. Lumedio, se localiza ao largo de Apúlia, a 88 m de profundidade.

A geologia da plataforma continental caracteriza-se pela presença de afloramentos do soco precâmbrico e paleozóico junto a terra, por depósitos sedimentares atribuídos ao Eocénico superior-Plistocénico na plataforma média, e por formações cretácicas na plataforma externa. No bordo da plataforma e na vertente continental superior existem afloramentos de rochas datadas como miocénicas e pliocénicas (Musellec, 1974; Boillot *et al.*, 1978). O contacto entre o soco hercínico granítico e polimetamórfico e as formações sedimentares mais recentes faz-se por falha, prolongamento provável em domínio marinho da fractura Porto-Tomar (Rodrigues *et al.*, 1990). O contacto das formações eocénicas e pliocénicas com o Cretácico parece também fazer-se por falha. No conjunto, estas duas zonas de fractura definem um fosso estrutural (graben) que se desenvolve provavelmente em ambiente compressivo, visto que as referidas falhas parecem apresentar carácter inverso (Ribeiro *et al.*, 1992; Rodrigues *et al.*, 1992). A área cuja drenagem se efectua para a plataforma estudada é caracterizada principalmente pela presença de rochas granitóides e formações xisto-grauváquicas. Esta área, com quase 120 000 km<sup>2</sup>, é ocupada, fundamentalmente, pelas bacias hidrográficas dos rios Minho, Lima, Cávado, Ave e Douro, correspondendo esta última a cerca de 80 % da área referida.

A costa, com orientação geral NNW-SSE, é, em geral, baixa e rochosa. As praias, por vezes cascalhentas, são pouco extensas. Segundo Carvalho & Barceló (1966), a agitação marítima que atinge a costa tem período predominantemente compreendido entre 6 a 18 segundos, sendo os períodos mais frequentes os que oscilam entre 9 e 11 segundos. A agitação ao largo tem as direcções mais frequentes compreendidas entre W10N e W20N. O escalão de alturas significativas mais frequentes é o de 1 m a 2 m (45% das ocorrências totais). Estas condições geram correntes de deriva litoral, cuja resultante anual é para sul. A região estudada localiza-se em zona de transição de meso-marés para macro-marés. A amplitude das marés vivas atinge, com fre-

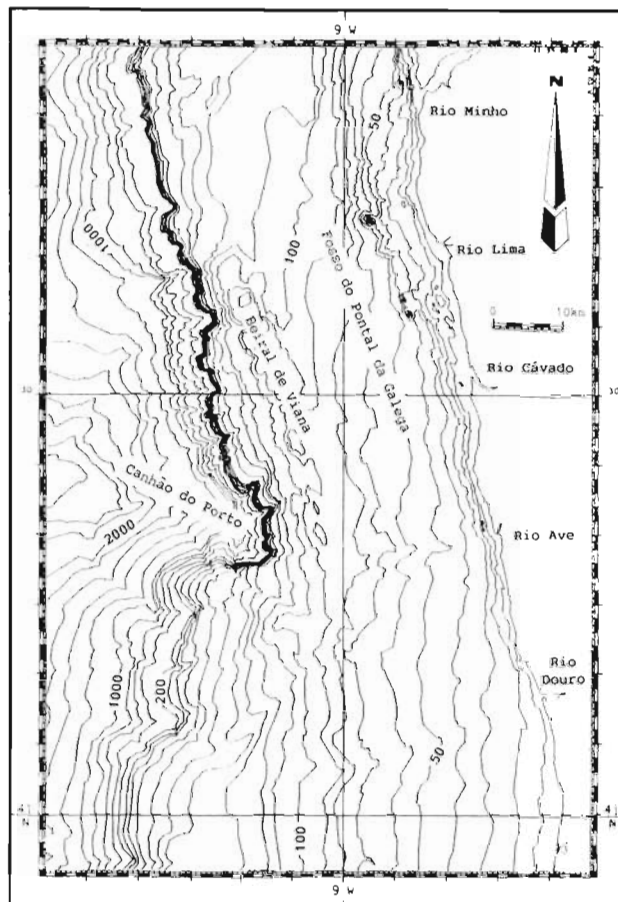


Fig. 1 — Carta batimétrica da região estudada, segundo Vanney e Mougenot (1981).

quência, 3,80 m (Instituto Hidrográfico, 1990). A quantidade de materiais debitados para a plataforma tem, seguramente, diminuído ao longo deste século, devido a numerosos factores, de onde sobressaem os antrópicos, com especial relevância para as barragens (Dias, 1990).

## MÉTODOS

As amostras de sedimentos superficiais da plataforma a norte de Espinho foram colhidas entre a zona litoral e a vertente continental superior, correspondendo a 19 fiadas grosseiramente perpendiculares à costa e a 2 zonas de amostragem mais densa (fig. 2). Foram recolhidas utilizando colhedores tipo «Van Veen», «Smith-McIntyre» e «Shipeck», entre 1986 e 1990. As operações de colheita foram realizadas no decurso de diversos cruzeiros promovidos pelo Instituto Hidrográfico.

O tratamento laboratorial das amostras foi realizado no Laboratório de Sedimentologia do Instituto Hidrográfico, utilizando-se o método da peneiração para preparação das fracções da areia a serem observados à lupa binocular no Museu Nacional de História Natural, utilizando método análogo ao descrito por Shepard & Moore (1954). A percentagem de carbonato de cálcio foi calculada a partir da medição gasométrica do dióxido de carbono libertado após a diges-

tão de uma toma das amostras com ácido clorídrico, segundo o método descrito por Hülseman (1966). O carbono total foi determinado com o auxílio do «LECO carbon determinator» e o carbono orgânico pela diferença entre o carbono total e o carbono dos carbonatos. Descrição pormenorizada dos métodos laboratoriais utilizados encontra-se em trabalho anterior (Magalhães, 1993).

Para identificar grupos de amostras afins foi utilizado o método das nuvens dinâmicas (Diday, 1971). A aplicação desta técnica de partição de amostragem foi efectuada no Laboratório de Estatística e Análise de Dados da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Lisboa, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Helena Bacelar-Nicolau. A análise foi efectuada sobre dados correspondentes a 24 variáveis não locais, acrescidas da profundidade.

**RESULTADOS**

Este método conduziu ao estabelecimento de 6 grupos de amostras. As características médias de cada grupo encontram-se expressas no Quadro I. Para melhor percepção das cracterísticas específicas de cada grupo, representaram-se se graficamente (figs. 3 e 4) as médias obtidas para algumas variáveis. Apesar de não ser totalmente correcto comparar o somatório de valores médios, a utilização de somatórios deste tipo reveste-se de uma grande utilidade para ilustrar os contrastes existentes entre os diferentes grupos.

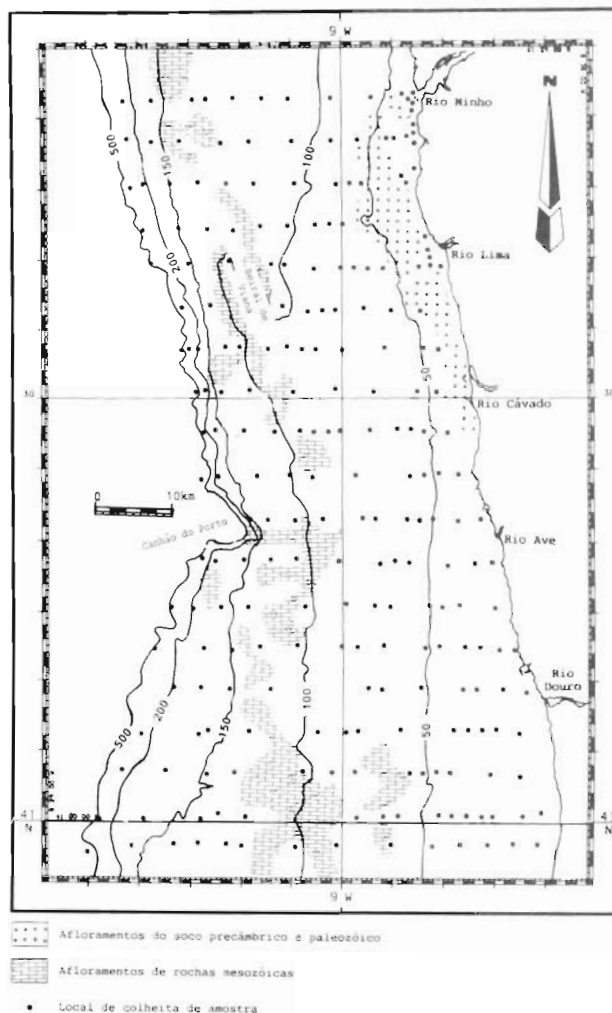


Fig. 2 — Mapa de amostragem.

**TEXTURA DOS GRUPOS DE AMOSTRAS AFINS**

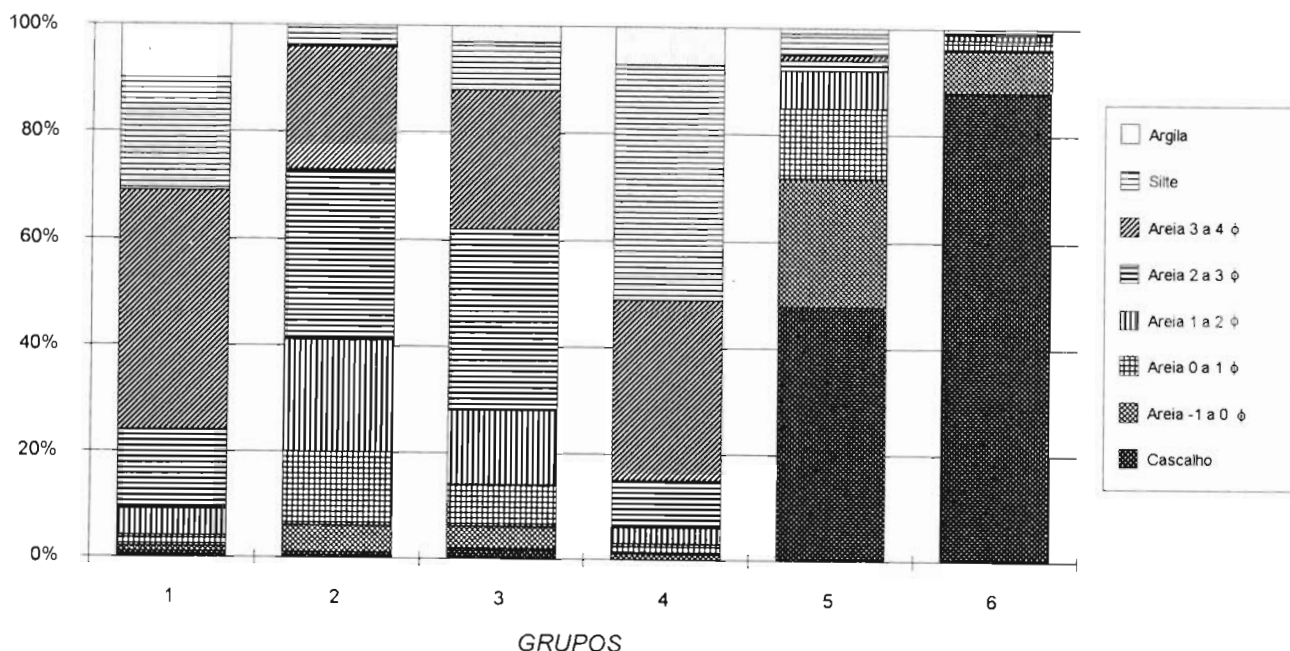


Fig. 3 — Textura dos grupos de amostras afins.



QUADRO I — Características médias das variáveis consideradas para a partição da amostragem em grupos. Os valores fora dos parêntesis indicam a média e o desvio padrão e os valores entre parêntesis referem-se ao domínio da variação.

Variável	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Cascalho	1;2 (0-6)	1;2 (0-12)	2;4 (0-23)	0;1 (0-4)	48;21 (0-86)	88;2 (87-89)
Areia	68;21 (35-97)	95;6 (73-100)	85;11 (39-97)	49;26 (2-88)	47;21 (0-90)	11;0 (11-11)
Silte	21;13 (2-40)	4;5 (0-24)	9;7 (0-42)	43;22 (10-86)	3;13 (0-71)	1;1 (0-2)
Argila	10;8 (2-27)	0;0 (0-3)	3;2 (0-19)	7;6 (1-29)	1;6 (0-28)	0;0 (0-1)
Bioclastos no cascalho	47;50 (0-100)	35;44 (0-100)	52;44 (0-100)	33;47 (0-100)	14;19 (0-97)	4;4 (1-7)
Fracção 1 a 0φ	1;2 (0-7)	5;9 (0-48)	5;11 (0-47)	2;3 (0-16)	51;19 (0-90)	71;14 (62-81)
Fracção 0 a 1φ	3;3 (0-12)	15;22 (0-76)	9;14 (0-59)	4;6 (0-24)	28;15 (4-66)	15;2 (14-16)
Fracção 1 a 2φ	8;8 (0-23)	22;20 (0-72)	15;13 (0-54)	6;8 (0-32)	14;10 (0-31)	6;7 (1-11)
Fracção 2 a 3φ	22;11 (6-39)	34;26 (0-78)	49;23 (0-93)	18;16 (0-91)	5;5 (0-18)	5;4 (2-8)
Fracção 3 a 4φ	66;19 (36-93)	24;25 (0-2)	30;21 (0-78)	70;24 (17-99)	2;2 (0-11)	2;1 (2-3)
Quartzo na areia	28;14 (6-22)	60;21 (9-90)	27;19 (0-72)	31;20 (0-64)	72;18 (2-90)	36;14 (26-46)
Mica na areia	8;7 (1-25)	14;14 (0-57)	2;3 (0-13)	29;17 (3-74)	2;1 (0-5)	1;0 (1-1)
Agregado na areia	2;3 (0-14)	8;7 (0-23)	5;7 (0-42)	6;10 (0-45)	12;7 (0-31)	2;3 (0-4)
Outros terrígenos na areia	6;5 (1-21)	8;7 (0-28)	7;6 (0-36)	9;8 (0-36)	3;8 (0-32)	22;28 (2-42)
Moluscos na areia	10;4 (6-19)	7;7 (1-36)	20;15 (2-78)	10;8 (0-44)	9;16 (0-80)	33;6 (29-37)
Foraminíferos planctónicos na areia	19;7 (6-28)	0;1 (0-4)	14;8 (0-33)	5;6 (0-30)	0;0 (0-0)	1;1 (0-1)
Foraminíferos bentónicos na areia	10;4 (3-17)	0;1 (0-4)	12;7 (2-31)	6;5 (0-24)	0;1 (0-2)	1;1 (0-2)
Equinodermes na areia	2;2 (0-7)	1;1 (0-5)	2;2 (0-6)	1;1 (0-8)	0;1 (0-4)	2;1 (1-3)
Outros biogénicos na areia	6;6 (1-21)	1;2 (0-9)	6;8 (0-53)	3;8 (0-16)	1;2 (0-6)	3;4 (0-5)
Glauconite na areia	7;8 (0-23)	0;1 (0-5)	4;6 (0-38)	1;2 (0-18)	0;0 (0-1)	0;0 (0-0)
Não identificados na areia	1;1 (0-4)	1;1 (0-4)	1;1 (0-5)	1;2 (0-9)	0;0 (0-1)	1;1 (0-1)
Carbonatos na amostra total	21;8 (11-36)	6;4 (0-20)	34;19 (0-54)	8;4 (0-32)	12;15 (0-31)	12;7 (7-16)
Carbono total	3;1 (2-5)	1;1 (0-2)	4;2 (1-10)	2;1 (1-4)	2;2 (0-8)	3;3 (1-6)
Carbono orgânico	0;0 (0-1)	0;0 (0-1)	0;0 (0-2)	1;0 (0-2)	0;0 (0-0)	0;0 (0-1)
Número de amostras	15	61	73	58	26	2

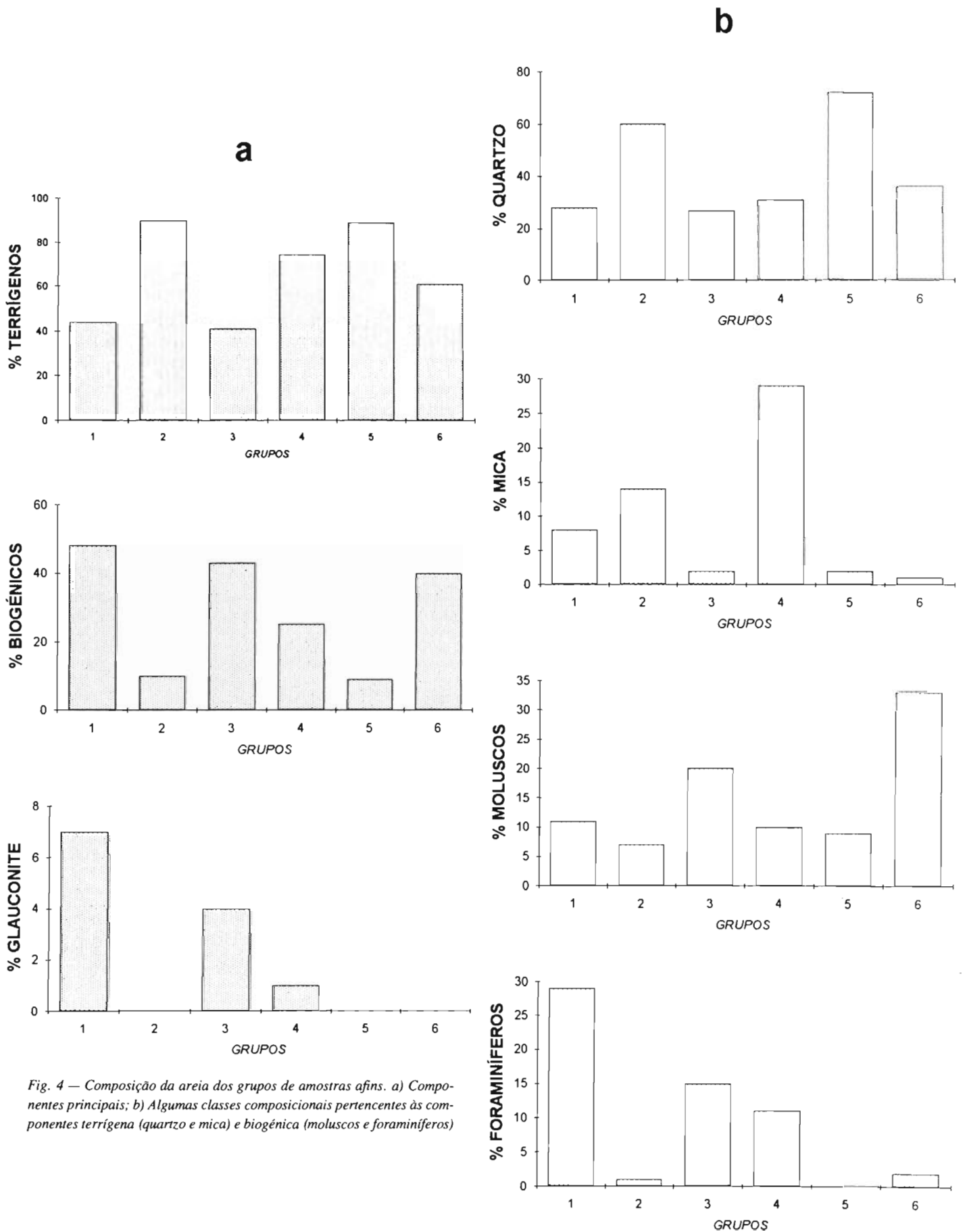


Fig. 4 — Composição da areia dos grupos de amostras afins. a) Componentes principais; b) Algumas classes composicionais pertencentes às componentes terrígena (quartzo e mica) e biogénica (moluscos e foraminíferos)

O grupo 1, no qual é a areia a fracção dominante, corresponde a sedimentos finos e muito finos. Os conteúdos em silte e argila são frequentemente importantes. A composição da areia é maioritariamente bioclástica, aparecendo neste grupo as maiores percentagens de carapaças de foraminíferos. É também este o grupo em que a percentagem média da glauconite é maior.

O grupo 2 corresponde a areias médias a muito finas (1φ a 4φ). A fracção silto-argilosa é, geralmente, pouco abundante. A areia é predominantemente terrígena, sendo muito escassos os conteúdos em bioclastos. É neste grupo que a percentagem média de carbonatos atinge o valor mínimo.

O grupo 3 corresponde a areias finas e muito finas. Todavia, a fracção silto-argilosa é, em geral, reduzida. As percentagens de carbonatos e de carbono atingem neste grupo o valor máximo.

O grupo 4 corresponde a areias muito siltosas. Pontualmente, a percentagem de silte chega a ultrapassar 80% da amostra. É neste grupo que as percentagens de mica atingem os valores máximos.

O grupo 5 representa sedimentos muito grosseiros e essencialmente terrígenos. O cascalho é predominantemente terrígeno, o mesmo se verificando com a areia, cujas fracções grosseira e muito grosseira constituem, em média, mais de 80% do material arenoso. A areia é essencialmente quartzosa. A fracção muito fina da areia e os teores médios em silte e argila são, em regra, extremamente reduzidos.

O grupo 6 representa sedimentos ainda mais grosseiros que os do grupo anterior. O cascalho é predominantemente terrígeno, tal como a areia, cujo conteúdo em bioclastos é significativamente superior aos do grupo 5. Apresenta ainda um elevado conteúdo de outros terrígenos (além do quartzo e da mica).

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

A aparente simplicidade do padrão de distribuição destes grupos de amostras (fig. 5) sugere controlo batimétrico intenso. Efectivamente, o grupo 1 ocorre na vertente continental superior, o grupo 2 na plataforma interna e na média, o grupo 3 na plataforma externa e no bordo da plataforma e os grupos 4, 5 e 6 na plataforma média.

Os sedimentos dos grupos 1 e 3 são os mais glauconíticos de todos, o que permite pressupor taxas de acumulação pequenas ou mesmo negativas (Muller, 1967) e que a maioria destes sedimentos são do tipo relíquia. Todavia, a glauconite presente nestes sedimentos pode encontrar-se em acumulação actual, sendo proveniente de outros depósitos.

O grupo 2 denuncia bom abastecimento em partículas terrígenas. As suas características indicam deficiência no abastecimento de materiais de dimensão inferior a 1, o que está provavelmente de acordo com o tipo de materiais detriticos presentemente debitados pelos rios. Actualmente, os estuários e os deltas de vazante dos rios funcionam como fil-

tros à passagem de materiais. Efectivamente, nos deltas de vazante dos rios depositam-se partículas grosseiras, possivelmente maiores que a dimensão correspondente ao limiar efectivo de entrada em suspensão, que parece ser de cerca de 2φ (Bagnold, 1966).

A pequena quantidade de materiais finos (<63μm) pode ser explicada pela energia do meio onde os sedimentos deste grupo se encontram. Embora estejam possivelmente relacionados com um bom abastecimento silto-argiloso proveniente das desembocaduras dos rios, o material existente nestes sedimentos corresponde provavelmente apenas a fracção depositada transitoriamente. O facto deste grupo apresentar elevado conteúdo em mica tende a confirmar a hipótese anterior e a modernidade destes sedimentos. Provavelmente encontram-se em equilíbrio dinâmico, acabando a parte que é remobilizada e transportada para maiores profundidades por ser depositada em meio cuja energia seja consentânea com as características hidrodinâmicas das partículas destes sedimentos.

Os sedimentos do grupo 4 apresentam algumas analogias com os anteriores, embora os conteúdos em mica e em materiais silto-argilosos sejam significativamente mais elevados. Encontram-se, assim, provavelmente, relacionados com a descarga dos rios que afluem a esta plataforma. A adjacência aos sedimentos do grupo 2 indica que a energia do meio onde se encontram é já compatível com a deposição, possivelmente temporária, e eventualmente sazonal, de quantidades apreciáveis de mica e de material silto-argiloso proveniente das desembocaduras dos rios.

Os grupos 5 e 6 correspondem a sedimentos com elevado teor em cascalho, o que aponta, provavelmente, para uma origem relíquia dos sedimentos incluídos nestes grupos e para elevados níveis energéticos existentes aquando da deposição dos mesmos.

## CONCLUSÕES

1. A aplicação de uma técnica de partição da amostragem em grupos de amostras afins conduziu ao estabelecimento de 6 grupos com características distintas, correspondentes a sedimentos com fácies seguintes:

- Grupo 1 — Areia muito fina, siltosa, com glauconite.
- Grupo 2 — Areia fina, terrígena.
- Grupo 3 — Areia fina, bioclástica, carbonatada.
- Grupo 4 — Areia muito fina e muito siltosa, terrígena.
- Grupo 5 — Cascalho muito arenoso, terrígeno, essencialmente quartzico.
- Grupo 6 — Cascalho arenoso, terrígeno, com muitos moluscos.

2. A distribuição espacial destes grupos sugere controlo batimétrico intenso.

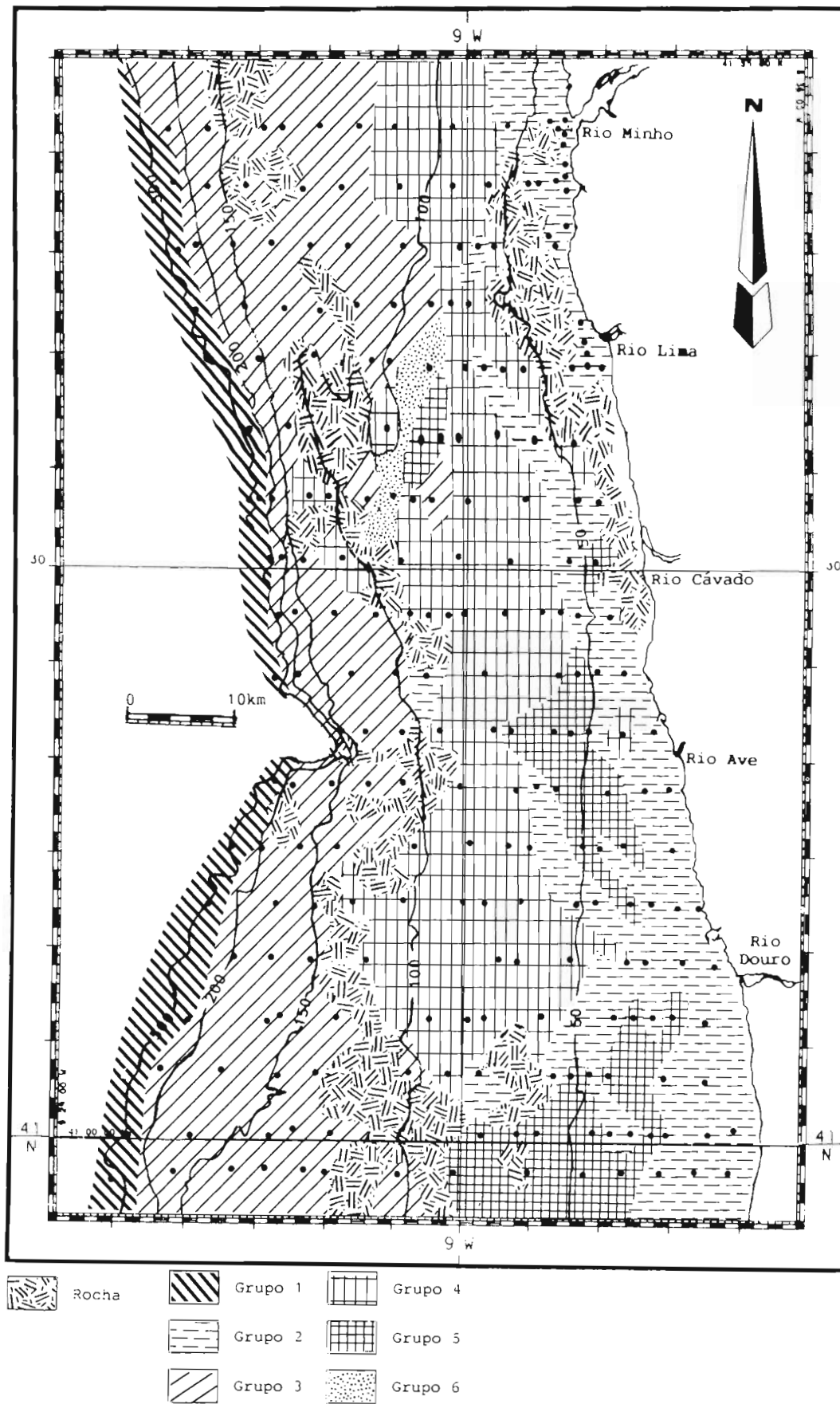


Figura 5 — Distribuição dos grupos de amostras afins.

3. O teor em glauconite dos sedimentos dos grupos 1 e 3 permite pressupôr taxas de acumulação pequenas ou mesmo negativas e que a maioria destes sedimentos são do tipo relíquia; todavia, a glauconite pode encontrar-se em acumulação actual, sendo proveniente de outros depósitos. Os sedimentos incluídos no grupo 2 estão possivelmente relacionados com um bom abastecimento silto-argiloso proveniente das desembocaduras dos rios. Os sedimentos do grupo 4 encontram-se provavelmente relacionados com a descarga dos rios que afluem a esta plataforma. O teor em cascalho dos sedimentos dos grupos 5 e 6 aponta, provavelmente, para uma origem relíquia dos sedimentos incluídos nestes grupos e para elevados níveis energéticos existentes aquando da deposição dos mesmos.

#### AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar o seu mais sincero agradecimento ao Instituto Hidrográfico (pela cedência de dados e amostragem colhidos no âmbito do programa SEPLAT) e ao Museu Nacional de História Natural (pelas facilidades concedidas para a realização do presente estudo), ao Doutor Alveirinho Dias (pela leitura crítica do presente trabalho e sugestões dadas no decurso do mesmo), à Prof.<sup>a</sup> Helena Bacelar-Nicolau e à Dr.<sup>a</sup> Otilia Dias (pelo apoio estatístico e informático).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGNOLD, R.A. (1966) — An approach to the sediment transport problem from general physics. *Prof. Pap. U.S. geol. survey*, 422-I, 37 p.
- BOILLLOT, G.; MOUGENOT, D.; ENERD, G.; BALDY, P.; MOITA, I.; MONTEIRO, J.H. & MUSELLEC, P. (1978) — Carta geológica da plataforma continental. Escala 1/1 000 000. *Instituto Hidrográfico, Serviço de Fomento Mineiro, Serviços Geológicos de Portugal, Centre National pour l'Exploration des Oceans*, Univ. Rennes e Univ. Paris.
- CARVALHO, J.J.R. & BARCELÓ, J.P. (1966) — Agitação marítima na costa oeste de Portugal metropolitano. *Memórias do LNEC*, 290, 34 p.
- DIAS, J.M.A. (1987) — *Dinâmica sedimentar e evolução recente da plataforma continental portuguesa setentrional*. Tese de doutoramento, Univ. Lisboa (não publicado), 500 p.
- DIAS, J.M.A. (1990) — A evolução actual do litoral português. *Geonovas*, 11, 15-29.
- DIDAY, E. (1971) — Optimisation et classification automatique et reconnaissance des formes. Note scientifique n.º 6. Supplement au *Bull. de l'IRIA*, 12.
- HÜLSEMAN, J. (1966) — On the routine analysis of carbonates in unconsolidated carbonates. *J. Sediment. Petrol.*, 36, 622-625.
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO (1990) — *Roteiro da Costa de Portugal*. Lisboa, 295 p.
- MAGALHÃES, F. (1993) — *A cobertura sedimentar da plataforma e da vertente continental a norte de Espinho*. Tese de mestrado, Univ. Lisboa (não publicado), 191 p.
- MONTEIRO, J.H.; DIAS, J.M.A.; GASPAS, L.C & POSSOLO, A.M. (1982) — Recent marine sediments of the Portuguese continental shelf. *Actual problems of oceanography in Portugal*, JNICT, 89-96.
- MULLER, G. (1967) — Diagenesis in argillaceous sediments. In: *Diagenesis in sediments.*, Ed. Larsen, G. & Chillingier, G., Elsevier, Amsterdam, 127-177.
- MUSELLEC, P. (1974) — *Geologie du plateau continental portugais au nord du Cap. Carvoeiro*. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Rennes (não publicado), 170 p.
- RIBEIRO, A.; RODRIGUES, A. & DIAS, J.M.A. (1992) — Active structures in the Portuguese continental shelf. *Abstracts of the 29<sup>th</sup> IGC*, vol. 3, 379.
- RODRIGUES, A.; DIAS, J.M.A. & RIBEIRO, A. (1992) — First appraisal of active faults in the north portuguese continental shelf. *Gaia*, 4, 25-30.
- RODRIGUES, A.; MAGALHÃES, F.; DIAS, J.M.A. & MATOS, M.M. (1990) — A faixa costeira a norte do Porto: evolução pós-glaciária. *1.º simpósio sobre a protecção e revalorização da faixa costeira do Minho ao Lis*, 140-154.

# O MAR E OS RECURSOS INFORMATIVOS EM PORTUGAL

*Maria Ernestina de Castro*

*Bibliotecária — Assessora Principal*

*Direcção-Geral de Portos, Navegação e Transportes Marítimos*

**RESUMO** — Sendo Portugal um país rico em informação relativa às actividades ligadas ao mar pretende-se neste artigo inventariar, ainda que numa abordagem preliminar, os principais recursos informativos existentes, assinalar algumas das suas características, onde se localizam e o seu grau de acessibilidade.

**ABSTRACT** — *Portugal is a rich country in what regards information related to sea activities. This article intends to make an inventory, although a preliminary one, the main existing resources, signal some of its characteristics, their location and degree of accessibility.*

## 1. INTRODUÇÃO

Neste advento do terceiro milénio, em que se prepara uma exposição em Lisboa com a temática OCEANOS e quando neste fim de século se avalia o contributo específico do nosso país para a Comunidade Europeia, tendo já alguns anos de contacto com a documentação e informação utilizada e produzida pelas instituições ligadas à actividade marítima, pensa-se poder contribuir com alguns elementos para que investigadores, estudiosos ou simplesmente cidadãos curiosos possam conhecer os recursos informativos que têm à sua disposição e aprofundar os seus conhecimentos, contribuindo para que a nossa identidade se reconheça através do seu próprio património cultural e melhor participe no enriquecimento do mundo em que se move.

Foi este objectivo que presidiu à elaboração deste artigo no qual se pensa deixar algumas portas entreabertas à pesquisa da informação técnica e científica, chamando a atenção para a riqueza patrimonial que o nosso país possui neste domínio, contribuir para a sua rentabilização ao divulgar algumas condições de acesso e promover, ao mesmo tempo, a sua preservação e conservação, por se reconhecer nestes recursos informativos fontes de conhecimento imprescindíveis.

Não se pretende elaborar um inventário exaustivo de todos os recursos existentes mas apenas efectuar uma abordagem preliminar que desperte curiosidades e, na fase de

procura, identifique alguns lugares possíveis onde a pesquisa/exploração possa ser iniciada.

As recentes mudanças operadas na Administração Pública levaram, em muitos casos, à concentração, extinção ou fusão de organismos e serviços bem como a alterações de competências ou atribuições, o que deu origem a que as fontes e/ou recursos informativos se encontrem, neste momento, entregues ou dispersos em novos serviços, com novas designações, noutros lugares. Tentar precisar o que existe e onde se localiza é também a proposta deste artigo.

Convém definir previamente o que se entende por recursos informativos relativos ao mar: toda a actividade desenvolvida a partir do mar cria e apoia-se em documentação e informação técnica de carácter económico, científico, estatístico e legislativo que permanece mais ou menos organizada em instituições e serviços produtores e utilizadores. É dessa informação/documentação que se trata. No actual estado de desenvolvimento tecnológico do nosso país o seu suporte é o papel, estando a ser amplamente divulgados os meios magnéticos e telemáticos de armazenagem e difusão da documentação e informação. Falamos, portanto, de monografias ou livros, de revistas, periódicos ou séries, relatórios, dossieres temáticos, cartas geográficas, cartas náuticas, fotografias, etc.

Escolheu-se o termo mar, tão generalisticamente, para se poder abarcar um vasto leque de actividades directa ou indirectamente ligadas ao ambiente marinho, desde a pesca e aquacultura à oceanografia, do transporte marítimo à navegação de recreio, da construção naval à arqueologia subaquática.

## 2. O MAR E OS RECURSOS MARÍTIMOS

Em Portugal, o principal e mais importante recurso natural marítimo tem sido obviamente o peixe e em consequência, a partir dele se têm desenvolvido várias actividades com a sua componente técnico-económica e de investigação científica. É a pesca, com a sua tecnologia própria e a transformação e valorização do pescado, sua comercialização e distribuição. É o desenvolvimento da investigação nas chamadas ciências do mar, nas quais se destaca a Biologia Marítima.

Todas estas actividades geraram naturalmente a institucionalização de organismos de carácter público ou privado que precisavam de informação actualizada para prosseguir os seus objectivos, sendo ao mesmo tempo produtores de documentação e de nova informação no decorrer das suas actividades. Podemos referir a Junta Central das Pescas, o Instituto de Conservas do Pescado, a Direcção-Geral das Pescas e o Instituto de Investigação das Pescas além das empresas e outras associações ligadas à própria actividade.

Existem consequentemente acervos documentais especializados nesta área temática: uns, mais vocacionados para a pesca e o pescado e outros para a investigação das pescas. Assinalamos particularmente dois grandes fundos bibliográficos que hoje se encontram, respectivamente, na Direcção-Geral das Pescas e no Instituto Português de Investigação Marítima — IPIMAR.

O primeiro reúne documentação proveniente de várias origens, sendo as mais importantes a do organismo coordenador da actividade — a Junta Central das Pescas — que existiu até à criação da Direcção-Geral das Pescas nos anos 70, e a do Instituto de Conservas do Pescado, criado em 1968 (anterior Instituto Português de Conservas de Peixe com origem em 1936) e incorporado na mesma Direcção-Geral nos anos 90.

A documentação/informação dos seus fundos bibliográficos pode caracterizar-se por um núcleo de cerca de 7000 monografias e de mais de uma centena de títulos de publicações periódicas, nacionais e estrangeiras, bem como relatórios técnicos produzidos pela própria actividade dos serviços. Constituem repositórios informativos fundamentais para o estudo e investigação da importância da pesca e das actividades com ela relacionadas no desenvolvimento sócio-económico de Portugal.

Embora em fase de instalação, nesta data, a documentação encontra-se identificada possuindo catálogos manuais para pesquisa por autores e títulos e catálogos informatizados a partir de 1988, com a informação disponível em bases de dados bibliográficas no programa da UNESCO Mini-Micro CDS ISIS, na versão portuguesa DOCBASE, elaborada pela empresa DID — Documentação e Informação para o Desenvolvimento.

Encontram-se nessas bases registadas monografias e artigos seleccionados de periódicos num total de 3000 unidades informativas. Possui ainda uma base de legislação relativa à pesca e ao pescado, tanto a nível nacional como comunitário, com os sumários seleccionados do *Diário da República* e do *Jornal Oficial das Comunidades*, com cerca de 3500 registos pesquisáveis por tipo de diploma, por assuntos e por data.

O outro grande Centro de Documentação/Informação relacionado com a actividade da Pesca, é o do actual IMPI-MAR — Instituto Português de Investigação Marítima, continuador do Instituto Nacional de Investigação das Pescas — INIP que, por sua vez, herdou a biblioteca do Instituto de Biologia Marítima. Pela característica dos seus fundos,

mais vocacionados para a investigação científica, será descrito no capítulo dedicado a essa matéria.

Ainda incluída nos recursos naturais marítimos se poderá indicar a biblioteca ligada ao Aquário Vasco da Gama pois reúne no seu espólio bibliográfico cerca de 3000 obras sobre os animais marinhos. Os seus catálogos manuais encontram-se em fase de informatização utilizando a parametrização PORBASE do programa da UNESCO Mini-Micro CDS Isis elaborada pelo Instituto da Biblioteca Nacional e do Livro — IBL.

### 3. O MAR E A NAVEGAÇÃO MARÍTIMA

É conhecido que a História de Portugal nos identifica sempre como um povo de marinheiros. De facto, os mares de todo o mundo foram vias onde navegaram as caravelas, as naus, os paquetes, os cargueiros, enfim, os navios portugueses. Com a descontinuidade territorial não admira que o transporte marítimo e o comércio por mar tivessem a importância conhecida e fossem ponto de partida para o desenvolvimento de outras actividades ligadas à navegação marítima, desde a construção naval à economia marítima, do planeamento portuário à gestão de empresas de navegação e formação do pessoal do mar.

Em todos estes sectores foram crescendo os repositórios de documentação/informação e criando, nos organismos que acompanhavam as actividades, fundos documentais próprios constituindo-se como arquivos, bibliotecas, centros de documentação.

Estes recursos informativos no âmbito dos transportes marítimos encontram-se fundamentalmente em dois sectores consoante a sua proveniência: o Departamento de Marinha, do Ministério da Defesa e a Direcção-Geral de Portos, Navegação e Transportes Marítimos, do Ministério do Mar.

É um facto de raiz histórica que a Armada e a marinha mercante andaram interligadas durante séculos. Os navios que transportavam as marcadorias e os passageiros eram equipados com armas de defesa. Por essa razão, muita da documentação relativa à actividade dos transportes por mar está confiada ao Arquivo Geral de Marinha e à Biblioteca Central de Marinha.

O Arquivo reúne sobretudo documentação histórica a partir de meados do século XVIII e dispõe de condições naturais de conservação do espólio à sua guarda. Para pesquisa possui índices organizados, sendo de salientar o ficheiro onomástico de navios que remete para o processo de arquivo. Muita da documentação é proveniente das capitánias onde foram registados os navios, entregues as listas de passageiros embarcados e desembarcados e outros papéis de bordo que contêm informações sobre as diferentes facetas da vida no mar.

A Biblioteca Central de Marinha possui talvez o acervo documental mais valioso como fonte de informação para a investigação da história marítima, história naval e da expansão portuguesa: cerca de 41 000 títulos de monografias e

120 000 volumes e ainda alguns títulos de periódicos. É de destacar a sua colecção de livros antigos — 4 incunábulos, 300 livros do século XVI, 800 do século XVIII — provenientes de legados vários tendo sido enriquecida, no nosso século, com a incorporação de bibliotecas particulares doadas por diversos investigadores de que se destacam os almirantes Gago Coutinho e Teixeira da Mota.

Ainda no âmbito do Ministério da Defesa há que referir o Centro de Documentação da Direcção-Geral de Marinha, já não com carácter histórico, mas especialmente dimensionado para apoiar as suas actividades. Dispõe de um fundo documental constituído por monografias e, sobretudo, publicações periódicas relacionadas com questões de poluição marítima, segurança da navegação e sinistros marítimos.

O outro grande núcleo de recursos informativos no sector dos transportes marítimos encontra-se nesta data na Direcção-Geral da Navegação e Transportes Marítimos. É proveniente, em grande parte, da Junta Nacional da Marinha Mercante, organismo de coordenação económica, criado em 1939. Armadores nacionais, suas frotas, viagens efectuadas, carreiras e tráfegos, fretes praticados, são alguns dos dados informativos registados na documentação existente.

Por iniciativa da Junta editaram-se várias publicações das quais será de destacar duas, pela importância dos dados que divulgam e porque se têm mantido até à actualidade por iniciativa dos organismos que lhe sucederam. São elas o *Boletim* que divulga o cadastro da frota nacional, os dados estatísticos da sua actividade e recenseava os factos mais relevantes acontecidos no sector, e a *Legislação de Interesse para a Marinha Mercante*, colectânea dos principais diplomas seleccionados do *Diário da República* que com os respectivos índices remissivos constitui uma obra de referência de real valor para juristas e estudiosos desta área.

Extinta a Junta Nacional da Marinha Mercante em 1974, nascem outros organismos (Direcção-Geral da Marinha de Comércio, Inspeção-Geral de Navios e Direcção-Geral do Pessoal do Mar e Estudos Náuticos) com responsabilidade diversificada no sector: acompanhamento da actividade da frota nacional, segurança dos navios e da navegação, formação e certificação do pessoal do mar, etc. que criaram os seus próprios fundos documentais. Toda a documentação utilizada ou produzida por essas entidades faz hoje parte do núcleo documental da Direcção-Geral de Portos, Navegação e Transportes Marítimos, criada em 1992, data em que esses organismos foram extintos.

Estes recursos informativos hoje disponíveis podem caracterizar-se por cerca de 5000 monografias, especializadas em transportes marítimos, das quais se destacam algumas obras de referência (dicionários, enciclopédias, terminologias, glossários), uma colecção de publicações periódicas com cerca de 700 títulos de periódicos com início em 1942 dos quais cerca de 200 continuam a ser recebidos regularmente e ainda um fundo fotográfico não muito vasto.

Todo este património se encontra devidamente identificado em catálogos manuais até 1985 e a partir dessa data em bases de dados bibliográficas que tem 1500 monografias, 5000 artigos seleccionados dos periódicos recebidos. Acrescentam-se ainda mais duas bases de dados: uma legislativa que comporta cerca de 3500 diplomas de interesse para os transportes marítimos que são seleccionados do *Diário da República* e outra de recortes de imprensa com cerca de 600 registos contendo notícias sobre esta temática publicadas nos principais jornais nacionais desde 1988.

Todas estas bases, produzidas na versão PORBASE do programa Mini-Micro CDS Isis, podem ser consultadas por assuntos além da pesquisa por autor, título, data, etc. Este fundo documental constitui talvez o melhor conjunto bibliográfico sobre transportes marítimos existente no país para o período posterior a 1940, sendo possível a partir dele efectuar estudos ou investigações do maior interesse dentro desta área do conhecimento.

Colecções particulares, contendo informação nesta área do transporte marítimo, haverão algumas pois este tem sido tradicionalmente um tema que desperta a curiosidade de estudiosos e coleccionadores. De referir a documentação dos arquivos ligados a publicações marítimas editadas em Portugal de que se salienta a *Revista de Marinha* que é também proprietária de um bom arquivo fotográfico relativo aos navios nacionais, uma vez que se publica desde 1930.

Decidiu-se incluir neste capítulo os recursos informativos ligados à tecnologia do navio e à actividade portuária que, pelas suas características, estão intimamente interligadas com o transporte marítimo. De facto, sem o navio não existe transporte e sem os portos, a finalidade do transporte marítimo está incompleta.

Para o primeiro aspecto haverá que referir os fundos documentais dos estaleiros navais dos quais, por serem os mais significativos, se destacam o Arsenal do Alfeite e a Lisnave.

O primeiro, herdeiro da documentação do antigo Arsenal de Lisboa, possui colecções únicas no país sobre construção naval, arquitectura e engenharia naval e algumas das suas obras remontam ao século XVIII. O seu catálogo encontra-se informatizado com cerca de 7000 monografias nacionais e estrangeiras que podem ser pesquisadas por autor e título. Na sua colecção de periódicos, conta-se a série completa desde o seu 1.º número de *Transactions* (publicação da SNAME — Society of Naval Architects and Marine Engineers) que completou recentemente 100 anos.

O outro núcleo documental referente a estaleiros está ligado à Lisnave, encontrando-se actualmente a funcionar nas instalações da Setenave em Setúbal. É também composto por documentação relativa a construção e reparação naval sendo o seu objectivo fornecer informação actualizada para o desenvolvimento da actividade da empresa. A sua informação é acessível por catálogo informatizado e divulgada por boletim bibliográfico próprio.

Ainda referente à tecnologia do navio possui a sociedade



de classificação RINAVE — Registo Internacional Naval, um fundo de documentação de apoio à sua actividade constituído por livros, revistas da especialidade e normas nacionais e internacionais relativas à tecnologia naval.

Os recursos informativos na área portuária encontram-se vinculados às instituições actualmente existentes na actividade: as Administrações Portuárias (Lisboa, Douro e Leixões, Setúbal e Sesimbra, Sines) as Juntas Autónomas dos Portos (Norte, Centro, Aveiro e Figueira da Foz, Barlavento e Sotavento do Algarve) a Direcção-Geral de Portos e o Instituto do Trabalho Portuário.

Todos estes organismos dispõem de documentação/informação na área que lhes é própria. À excepção das Juntas Autónomas, todos os outros possuem serviços de documentação onde se encontram fundos bibliográficos mais ou menos referenciados. De entre estes destaca-se o da Administração do Porto de Lisboa com um espólio documental de valor histórico, com elementos informativos desde finais do século XIX onde constam não só monografias mas plantas e maquetes de obras portuárias, e também uma colecção de cerca de 3500 livros e relatórios e 350 títulos de periódicos contendo informação técnica actualizada de apoio às suas actividades. Constituído como biblioteca em 1962, a informação encontra-se acessível desde 1993 em base de dados informatizada a partir do programa CDGEST onde constam, nesta data, cerca de 2000 registos de carácter técnico (desde 1989) e ainda informação legislativa nacional e comunitária. O seu crescimento anual está previsto em 600 registos e a sua divulgação é feita por boletim bibliográfico.

Também a Administração dos Portos do Douro e Leixões dispõe de valioso fundo documental, organizado e em local próprio desde 1950, mas datando do início do século a primeira iniciativa de aquisição de bibliografia para apoio à actividade do porto. Nesta data possui cerca de 4000 monografias e recebe 120 títulos de periódicos, sendo as novas aquisições divulgadas pelos catálogos anuais e boletim bibliográfico desde 1990.

Uma referência para o Instituto do Trabalho Portuário que possui documentação muito específica na área da organização do trabalho e das relações laborais e se encontra em fase de reorganização e informatização, tendo adoptado o programa Mini-Micro CDS Isis na sua versão DOCBASE. Tem particular vocação para tratamento de informação legislativa laboral apoiada no *Boletim do Trabalho e do Emprego* e na *Contratação Colectiva* que divulga para entidades ligadas ao sector portuário.

A Direcção-Geral de Portos Navegação e Transportes Marítimos possui também um núcleo de documentação relativa à actividade portuária que se reporta aos fins do século XIX uma vez que recebeu documentação da Junta Central de Portos, por um lado e da Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos e Direcção dos Serviços Marítimos por outro, que se encontrava já integrada nos fundos bibliográficos da Direcção-Geral de Portos até 1992. São mais uma vez livros e revistas, relatórios técnicos e dossiers dentro

da temática portuária e que, nesta data, se encontram em fase de nova inventariação e preservação devido à recente mudança de instalações.

#### 4. O MAR E A INVESTIGAÇÃO MARÍTIMA

A investigação científica na área marítima tem-se desenvolvido ao longo deste século, dando origem a ciências individualizadas com os seus campos próprios e designações específicas como a Oceanografia, a Biologia Marítima, a Hidrografia, destacando-se do grupo das Ciências da Terra, criando o grupo das Ciências do Mar.

Até há pouco tempo os dois grandes centros de investigação marítima em Portugal eram o INIP — Instituto de Investigação das Pescas, actual IPIMAR — Instituto Português de Investigação Marítima, e o Instituto Hidrográfico — IH.

Como se pode depreender pela própria designação, o fundo documental destas instituições tem um carácter essencialmente científico e técnico nas ciências ligadas ao mar.

O IPIMAR, herdeiro da Biblioteca do Instituto de Biologia Marítima que teve as suas origens na Estação de Biologia Marítima que existia anexa ao Aquário Vasco da Gama, tem um património documental de grande valor reconhecido a nível nacional e internacional.

Para além de ter entre a sua documentação títulos de publicações estrangeiras, únicos no país, pois mantém cerca de 300 permutas com instituições congéneres espalhadas pelo mundo, possui ainda estudos produzidos pelos investigadores nacionais, que, desde os anos 70, são publicados em séries regulares editadas pelo próprio Instituto.

A documentação mais antiga reporta-se ao início do século sendo o núcleo do rei D. Carlos, especialmente valioso no sentido histórico. Actualmente, encontra-se disponível em microfilme uma vez que os documentos originais foram confiados ao Aquário Vasco da Gama.

A actualização permanente da informação foi sempre salvaguardada pelo Instituto que possui hoje um fundo bibliográfico de mais de 8000 monografias e 600 títulos de periódicos activos, constituindo a mais importante colecção existente no país dentro da temática que lhe é específica. Toda a documentação se encontra inventariada e armazenada em espaço próprio, dispondo de sala de leitura onde se efectua a exposição das últimas aquisições. Encontra-se em fase de informatização, prevendo-se a utilização da versão DOCBASE do programa Mini-Micro CDS Isis. Adquiriu recentemente bases de dados bibliográficas em CD-ROM: ASFA — Aquatic Sciences Fisheries Abstracts que tem disponível informação desde 1978 seleccionada de fontes informativas nesta área do conhecimento, outra base também em disco óptico — International Food Science e recebe semanalmente em disquetes os Current Contents do Institut of Agricultural, Biological and Environmental Science.

O Instituto Hidrográfico, criado com o objectivo de desenvolver estudos e actividades no âmbito da hidrografia, oceanografia e navegação, dispõe nesta data de um centro de documentação com mais de 10 000 monografias, 700 títulos de periódicos e seriados e ainda material não livro de que se destacam diapositivos, vídeogramas e fotografias. A documentação, primariamente para apoio aos trabalhos efectuados internamente, está também à disposição em biblioteca com sala de leitura, onde estudantes e investigadores a podem consultar acedendo à informação através de catálogos informatizados pela utilização da aplicação informática DOCUMENTA.

Muita desta documentação foi adquirida por iniciativa dos serviços mas também pela permuta ou oferta de instituições congéneres, das quais se destacam os institutos oceanográficos e hidrográficos de todo o mundo e a Organização Hidrográfica Internacional.

Informações de carácter único em Portugal são ainda as publicações e cartas produzidas pelo próprio Instituto entre as quais se destacam os relatórios técnicos, as tabelas de marés, os roteiros dos portos nacionais, as cartas náuticas de apoio à navegação em geral e à pesca e à navegação de recreio em particular. Será de destacar que o Instituto elabora também as Tabelas de Marés, Roteiros dos Portos e Cartas Náuticas para os países africanos de Língua oficial portuguesa ao abrigo do Acordo de Cooperação Técnica entre Portugal e esses países.

De salientar ainda a colecção de cartas e publicações do Almirantado Inglês que o Instituto possui e que são recurso informativo importante na área da navegação marítima.

Para além destes dois pólos de investigação marítima, podemos referir ainda o Laboratório Nacional de Engenharia Civil e a Faculdade de Ciências da Universidade Nova de Lisboa, um pelo desenvolvimento de aplicações em obras e tecnologias marítimas e a outra por imperativo dos cursos criados na mesma área marítima.

Embora não constituindo núcleos independentes de documentação, têm recursos informativos disponíveis nas suas bibliotecas que se encontram acessíveis a investigadores e estudiosos destas matérias.

Também nas Universidades, entretanto criadas a nível regional, podem existir núcleos de informação mais ou menos vastos uma vez que também têm cursos ligados aos recursos aquáticos, à oceanografia, à biologia marítima. Estão neste caso as universidades de Aveiro, do Algarve, dos Açores e da Madeira.

Cabe também aqui referir como fontes de informação para a investigação marítima as bibliotecas das escolas vocacionadas especificamente para as actividades marítimas. Elas dispõem naturalmente de fundos bibliográficos de apoio aos seus alunos, os primeiros «investigadores» no campo da aprendizagem das tecnologias marítimas. Em especial destacam-se a Escola Náutica Infante D. Henrique na formação de oficiais da Marinha Mercante e a Escola Naval na formação de oficiais de Marinha.

A Escola das Marinhas de Comércio e da Pesca bem como outras escolas profissionais com curso de nível médio, recentemente criadas, têm também recursos informativos em fase de constituição e organização de muita utilidade para os interessados em carreiras ligadas às actividades marítimas.

Uma palavra ainda para a Arqueologia Subaquática onde os recursos informativos são ainda escassos. O Departamento de Arqueologia do Instituto do Património Arquitectónico e Arqueológico e a Associação Arqueonáutica que tem desenvolvido actividades nesta área serão os primeiros a constituir núcleos de documentação/informação nesta temática.

## 5. CONCLUSÃO

Inventariados, ainda que sumariamente, os recursos informativos relativos ao mar, fica a ideia de que as portas estão apenas entreabertas, como se dizia na introdução. Há lacunas que é necessário preencher e conteúdos para aprofundar.

Vem a propósito apresentar várias propostas e sugestões que seria de interesse para todos levar à prática:

- Porque não criar um Centro de Informação Marítima que pudesse estudar e divulgar o que existe, reunir e preservar o que ainda anda perdido e orientar para os locais próprios os que pretendem informar-se em áreas específicas?
- Porque não incluir um projecto na EXPO98 para a criação de uma Biblioteca Marítima que reunisse e organizasse uma colecção de documentação especificamente ligada à actividade marítima portuguesa, não só na sua componente histórica mas também com informação actualizada impulsionando as actividades ligadas ao mar?
- Porque não criar uma rede, recorrendo aos meios telemáticos, entre as bibliotecas e serviços de documentação e informação já existentes nesta área, tornando mais acessível e rentabilizando a documentação/informação já tratada?

Esta tarefa será de todos: profissionais da documentação, utilizadores da informação, responsáveis pelas decisões. Não falta material informativo nem pessoal especializado. Temos a certeza de que todos podemos ganhar com estas iniciativas pois quanto melhor conhecermos e divulgarmos o nosso património cultural, mais suscitamos o nosso próprio desenvolvimento e crescimento, podendo participar com o que nos é próprio na comunidade em que estamos inseridos.

### Instituições com recursos informativos identificados

**Administração do Porto do Douro e Leixões**  
*Documentação técnica*  
 Av. da Liberdade — 4450 Leça da Palmeira.

**Administração do Porto de Lisboa***Documentação técnica*

Rua da Junqueira, 94 — 1300 Lisboa.

**Aquário Vasco da Gama***Biblioteca*

Rua Direita do Dafundo — 1495 Dafundo.

**Arquivo Central de Marinha**

Pç. da Armada — 1350 Lisboa.

**Arsenal do Alfeite***Documentação técnica*

Alfeite — 2800 Cova da Piedade.

**Biblioteca Central de Marinha**

Pç do Império — 1400 Lisboa.

**Direcção-Geral de Marinha***Documentação*

Rua do Arsenal — 1100 Lisboa.

**Direcção-Geral das Pescas***Documentação*

Edifício Vasco da Gama, Alcântara-Mar — 1350 Lisboa.

**Direcção-Geral de Portos Navegação e Transportes Marítimos***Documentação e Informação*

Edifício Vasco da Gama, Alcântara-Mar — 1350 Lisboa.

**Escola Náutica Infante D. Henrique***Biblioteca*

Av. Eng. Bonneville Franco, Paço de Arcos — 2780 Oeiras.

**Escola Naval***Biblioteca*

Alfeite — 2800 Cova da Piedade.

**Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa***Biblioteca*

Quinta da Torre — 2825 Costa da Caparica.

**Instituto Hidrográfico***Centro de Documentação e Informação*

Rua das Trinas, 49 — 1296 Lisboa Codex.

**Instituto Português de Investigação Marítima***Serviço de Documentação*

Av. Brasília — 1400 Lisboa.

**Instituto do Trabalho Portuário***Núcleo de Documentação Técnica*

Edifício junto ao terminal Transtejo, Largo do Cais do Sodré — 1200 Lisboa.

**Laboratório Nacional de Engenharia Civil***Biblioteca*

Av. do Brasil, 101 — 1700 Lisboa.

**Lisnave Estaleiros Navais***Centro de Documentação*

Mitrena — 2902 Setúbal Codex.

**Rinave — Registo Internacional Naval***Documentação*

Av. Dom Vasco da Gama, 39-A — 1400 Lisboa.

# CALCULATING THE SHAPE OF A TOWED ACOUSTIC ARRAY

Eduardo S. Dias

Capitão-tenente EMT

Adjunto do Chefe do Serviço de Electrotécnia

Instituto Hidrográfico

**ABSTRACT** — Towed array beamforming of acoustic data has traditionally proceeded on the assumption that the array is always straight. However, if that doesn't happen, the acoustic performance of the system degrades. Very often the mechanical forces on the array due to the ship motion and sea dynamics can change the array shape so that the hydrophone positions are no longer collinear. To process the data, it is necessary to determine the three-dimensional position of all the hydrophones in the array. This paper presents the results of an experiment with a towed array where a series of compasses and tiltmeters were evenly placed.

**KEYWORDS** — *Acoustic towed array, cubic spline interpolation, array shape determination.*

## 1. INTRODUCTION

To process the data acquired from a towed acoustic array, a knowledge of the relative positioning of the acoustic sensors in the array is necessary. Unfortunately it is not possible to place as many positioning sensors along the array as it would be desirable, so one has to accept only a few. From the information acquired, the hydrophones' position must be interpolated. This paper describes an experiment with a towed array where several compasses and tiltmeters were installed.

## 2. ACOUSTIC ARRAY CONFIGURATION

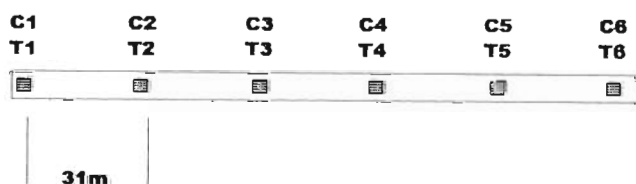


Figure 1 — Sensor configuration

Due to space limitations inside the array, it was decided to install six modules, each with a compass and a tiltmeter, spaced 31 meters apart as shown in Figure 1.

## 3. DATA ACQUISITION SYSTEM

The data acquisition system was based on a 486 PC, Windows, a 16 channel high performance D/A data acquisition board, a data acquisition software developed in 'C' language and a MATLAB program to compute and display the geometric shape of the deployed array.

## 4. THE INTERPOLATION METHOD

### 4.1 Introduction

The acoustic sensors' position has to be determined by interpolation since we only have positioning information at a few locations of the array.

It is desirable to approximate the complete curve by smooth interpolation between the given points. There is a unique  $n-1$  degree polynomial passing through  $n$  points but it is also possible to interpolate with a set of low-degree polynomials, using a different polynomials between each pair of points.

The geometric configuration of the array when deployed at sea is in such a way that one expects the first and second derivatives, at each node point, to be continuous.

The interpolation method presented here is based on the use of cubic splines.

### 4.2 Computational procedure

The MATLAB software package was the chosen tool to do all the calculations and graphical output.

After filtering out the noise from the raw data, we got a set of  $t1, t2, t3, t4, t5, t6$  tiltmeter data and a set of  $c1, c2, c3, c4, c5$  compass data at the positions, measured along the cable,  $s1, s2, s3, s4, s5, s6$ .

The procedure to calculate the vertical shape of the array using the tiltmeters' information is shown. The same procedure is used to calculate the horizontal shape of the array using the compasses' information.

Let

$$sh = [p1 \dots pn];$$

be the hydrophone positions and

$$s = [s1 \ s2 \ s3 \ s4 \ s5 \ s6];$$

the tiltmeter positions.

$$tilt = [t1 \ t2 \ t3 \ t4 \ t5 \ t6]' * \pi/180;$$

the **tilt** matrix contains values in *radians* and it is necessary to convert to slope values:

$$tilt = \tan(tilt);$$

to obtain the *pp-form* of the cubic spline:

$$pp = csapi(s, tilt);$$

integrating *pp* to get the *Z* coordinates:

$$z = fnint(pp).$$

This integral is normalized to vanish at the left endpoint of the function's basic interval. That is exactly what we want! To obtain the *Z* values at the node points:

$$Zn = fnval(Z, s).$$

The *csapi* function returns the cubic spline interpolant with the so-called 'not-a-knot' end conditions.

Taking the interpolated *Zn* values, and knowing the end slope conditions, a new interpolation can be done:

$$ppz = csape(s, Zn, [1 \ 1], [tilt(1) \ tilt(6)]);$$

And

$$Z = fnval(ppz, sh).$$

We have thus obtained the *Z* coordinates of all the hydrophones.

## 5. EXPERIMENT RESULTS

In this experiment the towing ship sailed at several courses and speeds, as shown in Figures 2, 3 and 4. There is a speed variation between 4 and about 7.5 knots and the ship described an almost perfect hexagon.

The compass and tiltmeter curves are shown in Figures 5 and 6. This data was acquired with a sampling rate of 1 sample/sec and it is very noticeable that the average value of each tiltmeter varies somewhat. Assuming that every sensor is correctly calibrated, these different values suggest

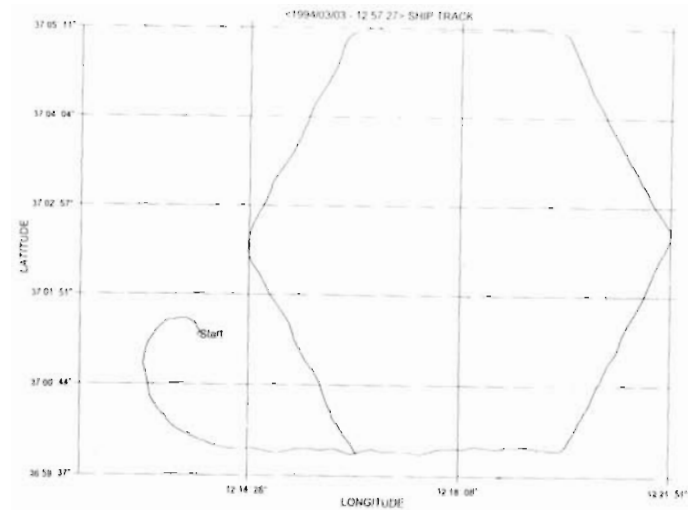


Figure 2

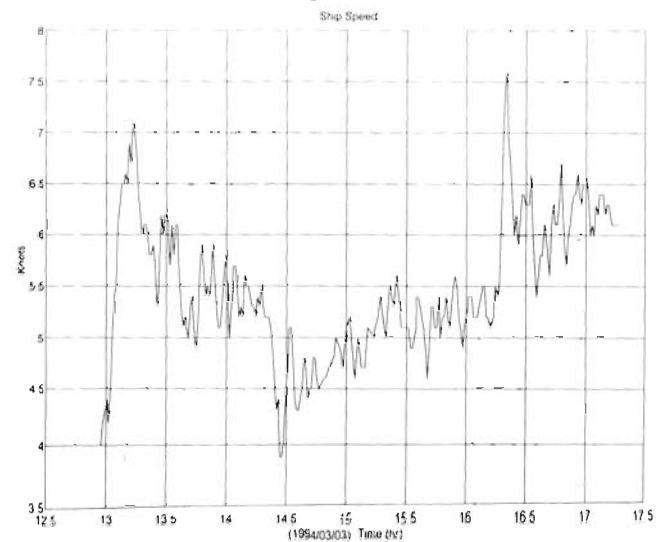


Figure 3

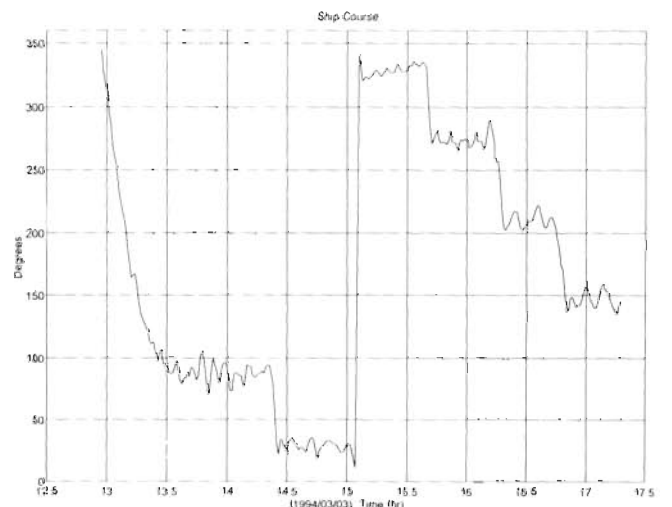


Figure 4

that the dynamic behavior of each segment of the acoustic array is not the same.

Three examples of the calculated array shape are shown in Figures 7, 8 and 9. The first example shows the tail of the array very low, about 12 meters. This happens when the ship is towing at a slow speed of 4 knots. When the speed

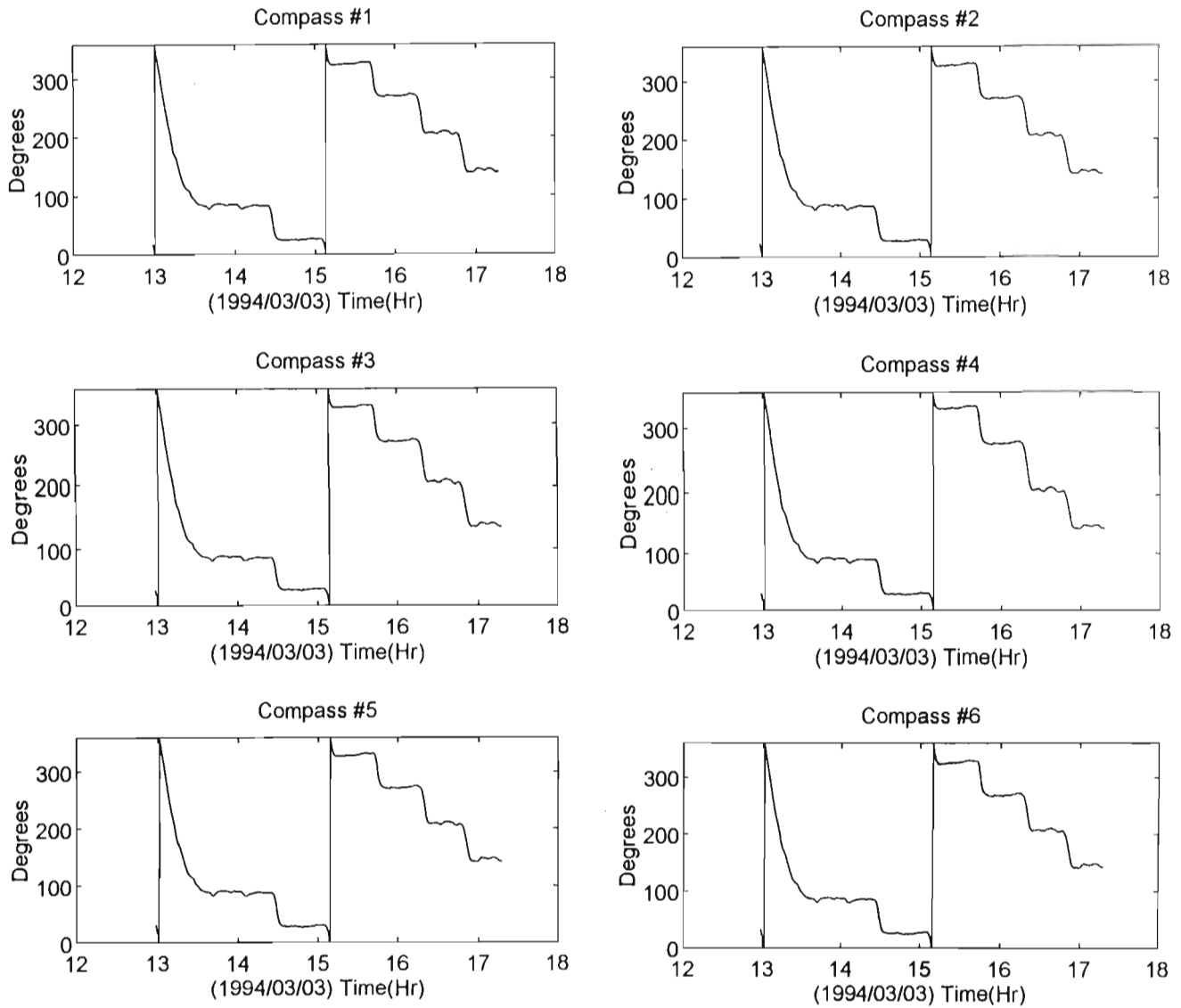


Figure 5

increases to about 7 knots the tail comes up to 9/10 meters, as shown in the second example (Figure 8). On the previous examples the ship is turning slowly to port. On the third and last example (Figure 9), the ship is turning sharply to port. The *Y* coordinate difference between head and tail is greater than 60 meters.

## 6. CONCLUSIONS

The cubic spline interpolation method was used to find the hydrophone' *X*, *Y* and *Z* coordinates. This method is easily implemented in MATLAB displaying the array shape every 10 seconds, while the data acquisition program is running.

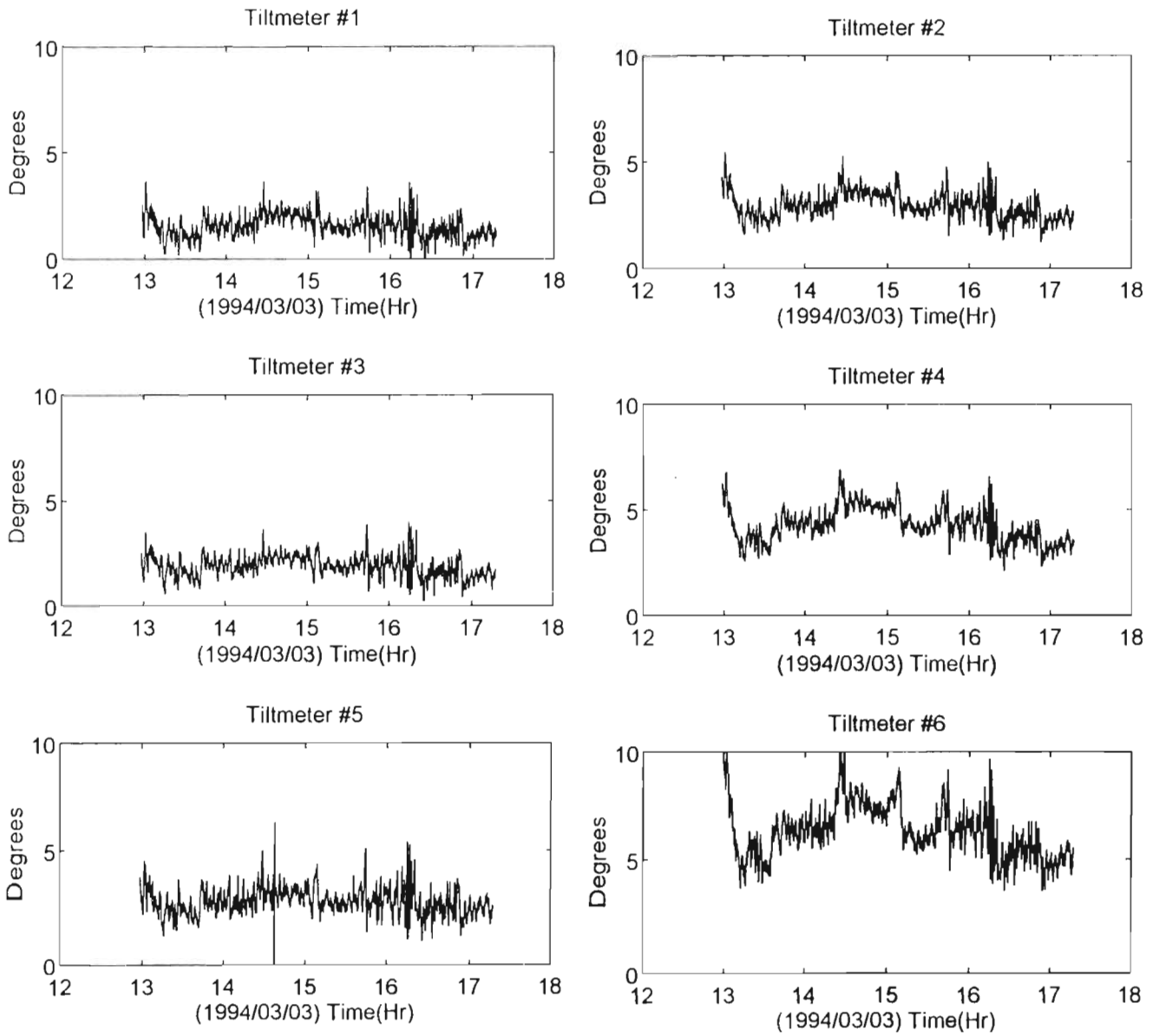


Figure 6

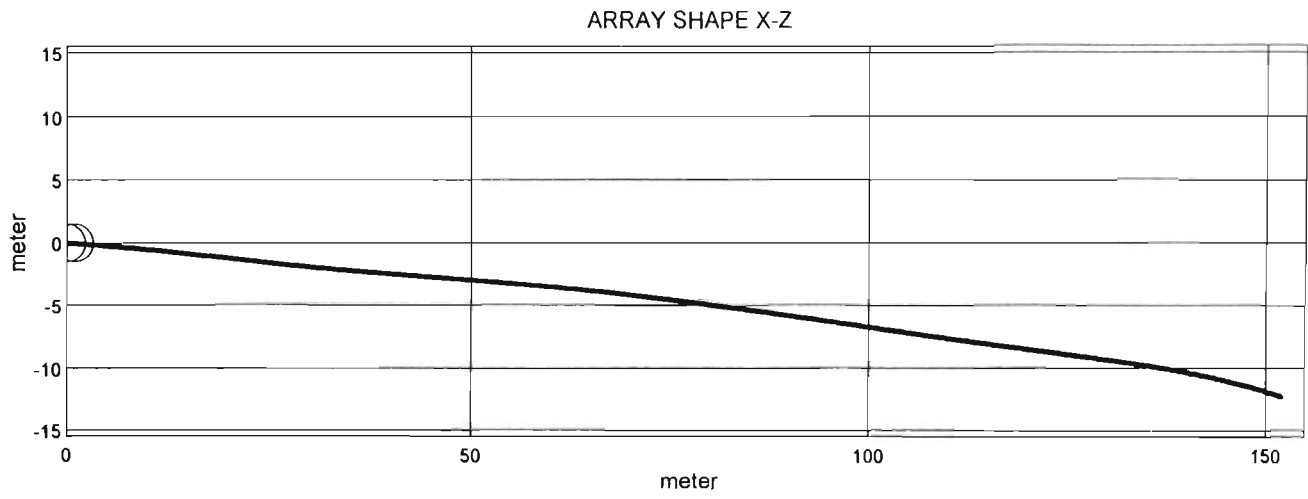
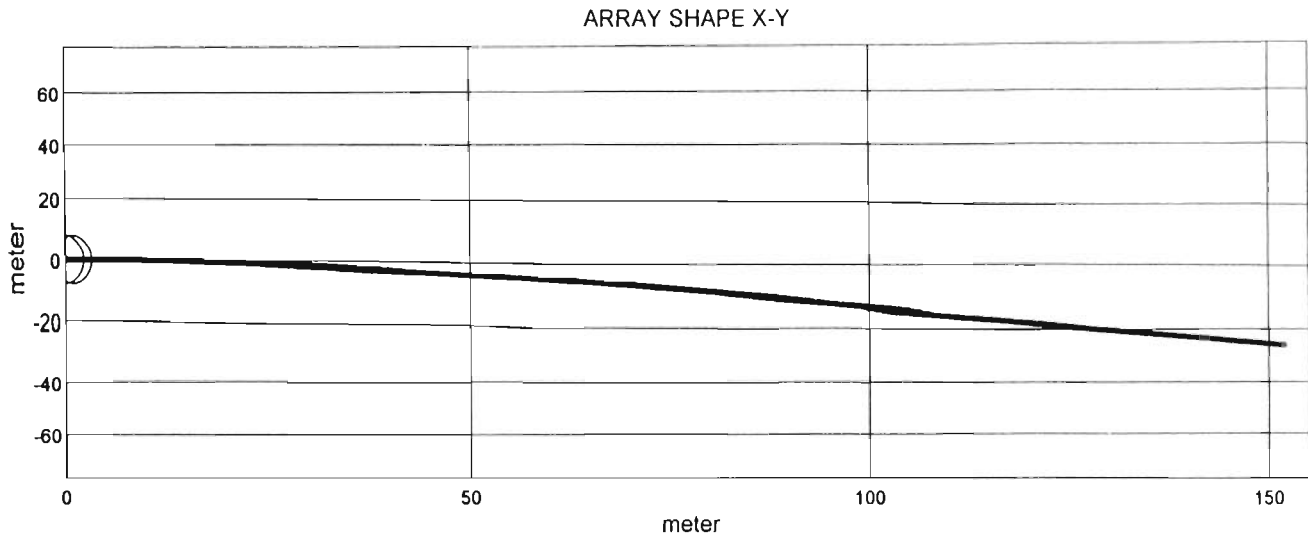


Figure 7



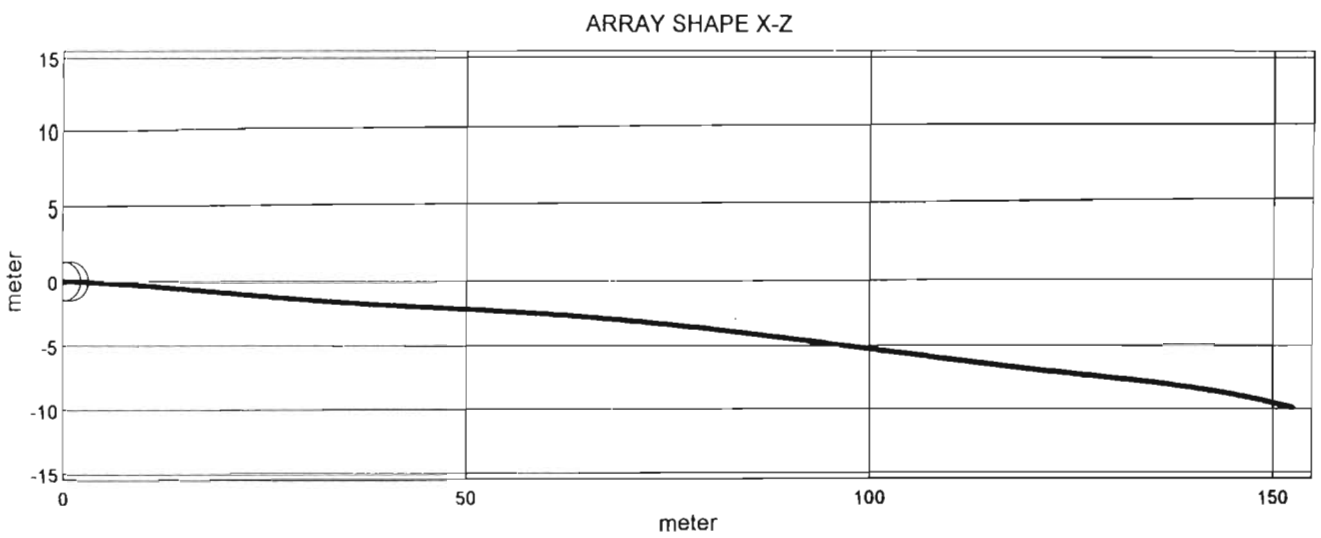
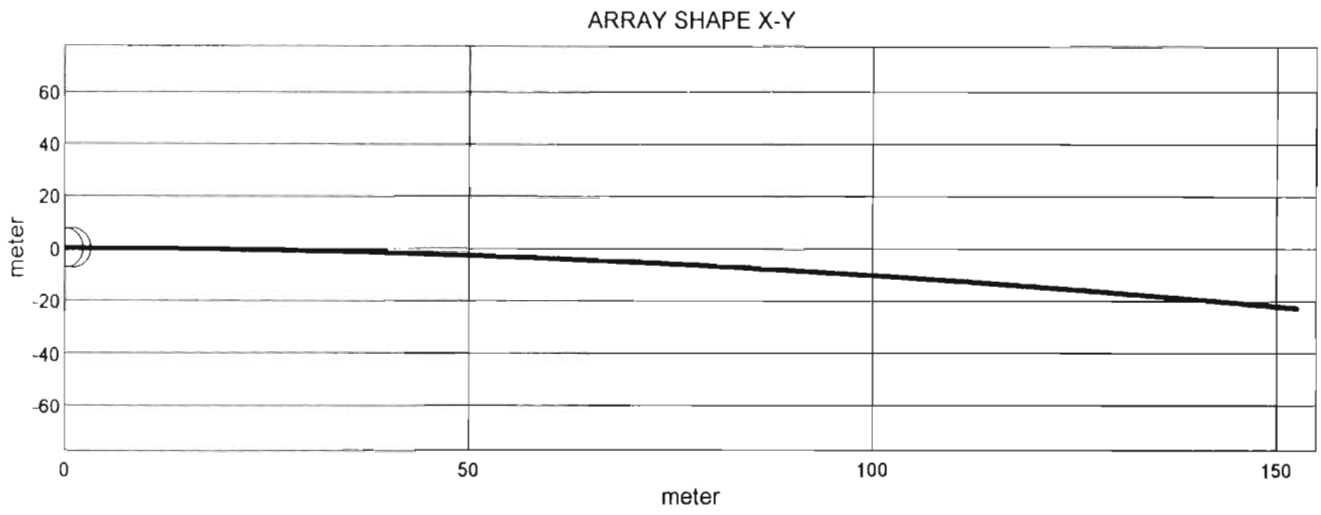
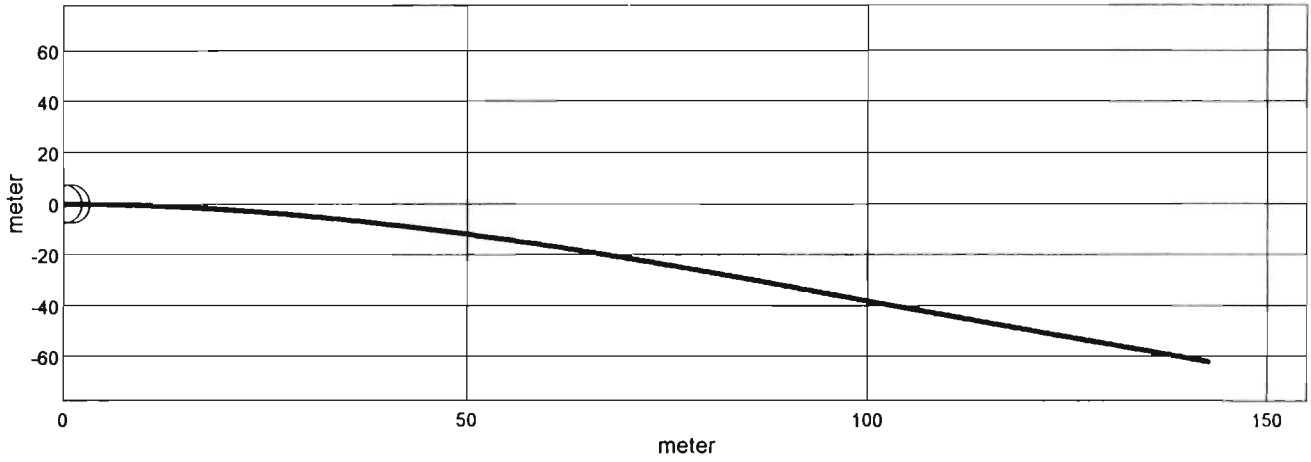


Figure 8

ARRAY SHAPE X-Y



ARRAY SHAPE X-Z

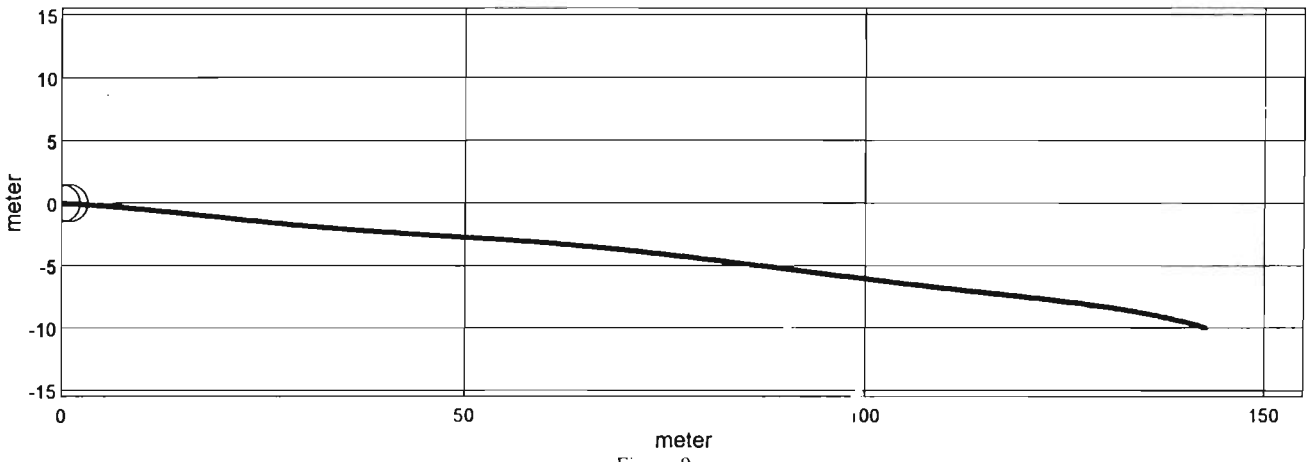


Figure 9



RESUMOS DE RELATÓRIOS

**1992**



**PARTICIPAÇÃO NA 14.<sup>A</sup> CONFERÊNCIA DA OHI**

REL. PT-DG-01/92

Este relatório preliminar descreve os principais assuntos versados na 14.<sup>a</sup> Conferência da Organização Hidrográfica Internacional, que decorreu em Mónaco de 4 a 14 de Maio de 1992.

**PARTICIPAÇÃO NA INTERNACIONAL CONFERENCE ON THE PEARL RIVER ESTUARY ON THE SURROUNDING AREA OF MACAU**

REL. MR-DT-01/92

Este relatório de missão descreve a participação do CMG Gonçalves Cardoso, director técnico, na Conferência Internacional sobre o Estuário do Rio das Pérolas na parte envolvente da área de Macau, que decorreu em Macau de 19 a 23 de Outubro de 1992.

**REUNIÃO PREPARATÓRIA ACÇÃO COST**

REL. MR-CN-01/92

Participação do Cap.-ten. Augusto Mourão Ezequiel na reunião preparatória de um projecto sobre «Cartografia Electrónica e Sistemas de Informação — ECDIS», no âmbito de cooperação no domínio da investigação científica e técnica, promovida pelas Comunidades Europeias.

Esta reunião teve lugar no edifício das Comunidades Europeias em Bruxelas no dia 24 de Julho de 1992.

**RELATÓRIO DA MISSÃO ROV BOLAMA**

REL. FT-GM-02/92

Descreve os trabalhos efectuados, no âmbito do programa de prestação de serviços a organismos privados, a bordo do NRP *Auriga* com o objectivo de obter imagens vídeo com o ROV, do arrastão *Bolama*, afundado em Dezembro de 1991, ao largo do Cabo Raso.

Trabalho realizado para a empresa Crustácil, Comércio de Mariscos, Lda.

**RELATÓRIO DO CRUZEIRO SEPLAT 18 REALIZADO EM ABRIL DE 1992 A BORDO DO NRP ALMEIDA CARVALHO**

REL. FT-GM-04/92

Descreve-se como decorreu o cruzeiro Seplat 18 realizado a bordo do NRP *Almeida Carvalho* em Abril de 1992 que se integra nos objectivos do programa de cartografia sedimentar SEPLAT.

**ESTUDO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DE UM EXUTOR SUBMARINO EM VILA FRANCA DO CAMPO — S. MIGUEL, AÇORES**

REL. TF-GM-01/92

O presente relatório descreve os métodos, resultados e conclusões dos levantamentos hidrográficos, de sonar lateral e de reflexão sísmica ligeira, bem como a medição de correntes, tendo em vista a implantação de um emissário submarino.

Este trabalho foi realizado a pedido da Câmara Municipal de Vila Franca do Campo — S. Miguel, Região Autónoma dos Açores.

**ESTUDO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DE UM EXUTOR SUBMARINO NO CANIÇO — ILHA DA MADEIRA**

REL. TF-GM-02/92

O presente relatório descreve os métodos, resultados e conclusões dos levantamentos hidrográficos, de sonar lateral e de reflexão sísmica ligeira, ligeira, bem como a medição de correntes, tendo em vista a implantação de um emissário submarino.

**ESTUDO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DE UM EXUTOR SUBMARINO EM SANTA CRUZ — ILHA DA MADEIRA**

REL. TF-GM-03/92

O presente relatório descreve os métodos, resultados e conclusões dos levantamentos hidrográficos, de

sonar lateral e de reflexão sísmica ligeira, bem como a medição de correntes tendo em vista a implantação de um emissário submarino.

Este trabalho foi realizado a pedido da Secretaria Regional do Equipamento Social da Região Autónoma da Madeira.



### RECONHECIMENTO GEOFÍSICO DA ZONA DA PRANCHINHA — S. MIGUEL

REL. TF-GM-04/92

Este relatório descreve o estudo efectuado, com sonar lateral e reflexão sísmica ligeira, na zona do novo porto de pesca da Pranchinha — Ilha de S. Miguel.

A área estudada, caracteriza-se pela existência de duas zonas morfosedimentares diferentes. A primeira que se estende da linha de costa até à profundidade dos 12-18 m e de limite irregular caracterizado pela existência de afloramentos rochosos submarinos. A segunda, estende-se até aos 24 m de profundidade e caracteriza-se pela existência de uma cobertura sedimentar arenosa de espessura irregular.

Os trabalhos de mar decorreram entre 17 e 28 de Junho de 1991, e o trabalho realizou-se a pedido da Secretaria Regional de Agricultura e Pescas da Região Autónoma dos Açores, que suportou o projecto.



### ESTUDO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DE UM EXUTOR SUBMARINO EM CÂMARA DE LOBOS — ILHA DA MADEIRA

REL. TF-GM-05/92

O presente relatório descreve os métodos, resultados e conclusões dos levantamentos hidrográficos, de sonar lateral e de reflexão sísmica ligeira, bem como a medição de correntes tendo em vista a implantação de um emissário submarino.

Este trabalho foi realizado a pedido da Secretaria Regional do Equipamento Social da Região Autónoma da Madeira.



### ESTUDO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DE UM EXUTOR SUBMARINO EM RIBEIRA BRAVA

REL. TF-GM-06/92

O presente relatório descreve os métodos, resultados e conclusões dos levantamentos hidrográficos, de

sonar lateral e de reflexão sísmica ligeira, bem como a medição de correntes tendo em vista a implantação de um emissário submarino.

Este trabalho foi realizado a pedido da Secretaria Regional do Equipamento Social da Região Autónoma da Madeira.



### ESTUDO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE PÓVOA DE VARZIM/VILA DO CONDE

REL. TF-GM-08/92

O presente relatório descreve os métodos e os resultados dos levantamentos hidrográficos, a sonar lateral e de sísmica de reflexão aplicados na área em estudo que permitiram um melhor conhecimento da morfologia e natureza dos fundos bem como da estrutura da camada sedimentar não consolidada e da qualidade da água do mar (temperatura, salinidade e oxigénio dissolvido).

Este trabalho foi realizado a pedido da Câmara Municipal da Póvoa de Varzim.



### PROSPECÇÃO GEOFÍSICA DO CANAL DE ACESSO AO PORTO DE LISBOA

REL. TF-GM-10/92

O presente relatório descreve os métodos e os resultados dos levantamentos a sonar lateral e de sísmica de reflexão aplicados na área em estudo que permitiram um melhor conhecimento da morfologia e natureza dos fundos bem como da estrutura da camada sedimentar não consolidada, tendo em vista a dragagem do canal e a detecção de eventuais vestígios arqueológicos.

Este trabalho foi realizado a pedido da Administração do Porto de Lisboa.



### PARTICIPAÇÃO NO SIMPÓSIO HYDRO 92 (30 NOV.-3 DEZ.)

REL. MR-LH-01/92

Este relatório descreve a participação do representante do Instituto Hidrográfico no Simpósio da Hydrographic Society, HYDRO 92, realizado em Copenhaga, Dinamarca, de 30 de Novembro a 3 de Dezembro de 1992.



**TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS**

REL. MT-LH-02/92

Este manual destina-se a expôr alguns métodos de transformação de coordenadas de maior uso, bem como alguns métodos alternativos com possibilidade de utilização em hidrografia.

**LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DAS LINHAS DE PRAIA-MAR E BAIXA-MAR DO RIO ARADE EM PORTIMÃO E MOLHES DA BARRA DA RIA DE ALVOR**

REL. FT-LH-01/92

Este levantamento foi efectuado a pedido da Divisão de Cartografia Náutica, tendo em vista a actualização das cartas n.º 88 e n.º 89.

Foram utilizados para efectuar o levantamento um teodolito T1600 e um distanciómetro DI3000.

O trabalho foi implantado nas pranchetas 88A1/92T na escala 1:2500 e 89A1/92T na escala 1:2500.

Os trabalhos decorreram durante a primeira semana de Fevereiro.

**LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO NA RUA JOÃO CHAGAS**

REL. FT-LH-02/92

Este levantamento foi efectuado a pedido da Estação Radionaval de Algés, para determinar a inclinação da Rua João Chagas (escala 1:250).

Para efectuar o levantamento foi utilizado um teodolito T1600 em distanciómetro DI3000.

Este trabalho foi efectuado no dia 24/2/92 sendo o levantamento redigido na prancheta A/92T (Algés).

**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DA DOCA DE PAÇO D'ARCOS**

REL. FT-LH-03/92

Levantamento hidrográfico da doca de Paço d'Arcos, escala 1:500, para controlo de fundos, integrado no curso prático de hidrografia.

O posicionamento foi assegurado por três azimutes observados a teodolitos Wild T16.

Na sondagem foi utilizado um bote *Zebro III*, onde foi montado inicialmente uma sonda «Dr. Fahrenheit» e posteriormente uma sonda Atlas Deso 10.

Os trabalhos de campo decorreram entre 17 e 19 de Fevereiro de 1992 e o levantamento foi redigido na prancheta 45A1/92S.

**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NA ZONA ENVOLVENTE CAIS 6 DA B.N.L.**

REL. FT-LH-04/92

O levantamento hidrográfico da zona envolvente do cais 6 da B.N.L. teve por objectivo a confirmação da dragagem da zona a 7.5 m, referidos.

O levantamento foi executado à escala 1:500 utilizando o bote *Zebro III* equipado com a sonda Atlas Deso 10 e posicionamento a três teodolitos.

A sondagem foi redigida à escala 1:500 na prancheta 47A1/92S.

**LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO NA ZONA DO PORTO DE PESCA DE SESIMBRA EM ABRIL DE 1992**

REL. FT-LH-05/92

Levantamento topográfico na zona do porto de pesca de Sesimbra à escala 1:2500 tendo em vista a actualização da carta náutica n.º 79.

Na execução deste levantamento utilizou-se o teodolito T1600 e o distanciómetro Wilk DI3000.

Os trabalhos de campo decorreram no dia 22 de Abril de 1992 e o levantamento foi redigido na prancheta 79A1/92T.

**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PASSE DA BARRA GRANDE DO PORTO DE LISBOA**

REL. FT-LH-07/92

O levantamento hidrográfico do passe da barra grande do Porto de Lisboa para o controlo da dragagem e estudo da evolução de fundos foi efectuado em



Abril de 1992 por solicitação da Administração do Porto de Lisboa.

Foi utilizada a embarcação *Fisália* equipada com um sondador Atlas Deso 10, assegurando-se o posicionamento através do sistema de radiolocalização Trisponder.

Foram efectuadas 90 fiadas de sondagem perpendiculares ao eixo da barra, e 13 paralelas a Este no extremo SW da mesma com o espaçamento médio de 50 m, cobrindo uma área de 3.16 km<sup>2</sup> perfazendo assim um total de 75 km de perfis percorridos.

O levantamento foi redigido na prancheta 45A2/92S.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DA GOLADA DO BUGIO À COVA DO VAPOR

REL. FT-LH-08/92

O presente levantamento insere-se numa série de trabalhos pedidos pela Administração do Porto de Lisboa tendo em vista a continuidade do estudo da evolução batimétrica da zona do banco do Bugio.

Foram utilizadas as embarcações *Fisália* e *Rotork* equipadas com sondas Atlas Deso 10, tendo esta última sido substituída por um bote pneumático *Zebro IV* após encalhe provocado por forte rebentação na margem Oeste do areal.

Foram efectuadas 187 fiadas de sondagem espaçadas de 50 m e 6 fiadas de verificação espaçadas de 375 m, que cobriram uma área total de 7.0 km<sup>2</sup>, tendo sido percorridos 180 km de perfis.

Foi ainda executado um levantamento topográfico no areal do Bugio com os equipamentos Wild T1600 e D13000.

O levantamento hidro-topográfico resultante foi redigido na prancheta 45A3/92ST à escala 1:5000.



### LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO DO CAIS 3 DA BASE NAVAL DE LISBOA

REL. FT-LH-10/92

Levantamento topo-hidrográfico do cais 3 da BNL e zonas de atracação adjacentes ao cais, conforme solicitado pela Direcção de Infra-Estruturas Navais, com o objectivo de controlo de dragagens.

O levantamento foi efectuado à escala de 1:500, e a área sondada compreendeu duas faixas ao cais com

a largura de 50 m prolongando-se na cabeça do cais mais 50 m.

O posicionamento foi assegurado por 3 linhas de posição, obtidas por teodolito Wild T16.

Os trabalhos de campo decorreram entre 23 e 24 de Setembro e o levantamento foi redigido na prancheta 47A3/92ST.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PASSE DA BARRA GRANDE DO PORTO DE LISBOA

REL. FT-LH-11/92

O levantamento hidrográfico do passe da Barra Grande do Porto de Lisboa para o controlo do assoreamento e estudo da evolução de fundos foi efectuado em Setembro de 1992 por solicitação da Administração do Porto de Lisboa.

Foi utilizada a embarcação *Coral* equipada com um sondador Atlas Deso 20, assegurando-se o posicionamento através do sistema de radiolocalização Trisponder.

Foram efectuadas 90 fiadas de sondagem perpendiculares ao eixo da barra e 13 paralelas a Este no extremo SW da mesma com um espaçamento médio de 50 m, cobrindo uma área de 3.67 km<sup>2</sup> perfazendo assim um total de 74 km de perfis percorridos.

O levantamento foi redigido na prancheta 45A5/92S à escala de 1:5000.



### LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO DA GOLADA DO BUGIO À COVA DO VAPOR

REL. FT-LH-12/92

O levantamento topo-hidrográfico da golada do Bugio à Cova do Vapor foi efectuado durante os meses de Setembro/Outubro, a pedido da Administração do Porto de Lisboa e insere-se numa série de trabalhos solicitados por aquela administração tendo em vista a continuidade do estudo da evolução batimétrica daquela zona.

O levantamento compreende uma zona envolvente ao banco do Bugio entre a batimétrica dos 8 m, no lado adjacente à barra e à linha de costa na zona do esporão da Ponta da Calha. Foram, efectuadas 187 fiadas de sondagem espaçadas de 50 m e 6 fiadas de verificação espaçadas de 375 m, que cobriram uma área de 7.0 km<sup>2</sup>, tendo sido percorridos 256 km de perfis.

Foram utilizadas as embarcações de sondagem UAM *Coral* e o bote *Zebro IV* ambas equipadas com sistema de posicionamento Trisponder e sondador Atlas Deso 10 e Deso 20.

Foi ainda executado um levantamento topográfico no areal do Bugio com os equipamentos Wild T1600 e Distomat DI3000.

O levantamento topo-hidrográfico resultante, foi redigido na prancheta 45A4/92ST



### COORDENAÇÃO DOS FAROLINS DO MOLEDO

REL. FT-LH-13/92

O presente relatório refere-se à coordenação do farol anterior e do farol posterior do Moledo (Caminha).

Este trabalho foi efectuado a pedido da Divisão de Levantamentos Hidrográficos, em virtude da alteração da posição dos farolins.

Os trabalhos de campo decorreram de 29 a 30 de Outubro de 1992.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NO FUNDEADOURO E5 — MAR DA PALHA JUNHO/ JULHO DE 1992

REL. FT-LH-14/92

Levantamento hidrográfico efectuado em Junho/ Julho de 1992 no fundeadouro E5 no Mar da Palha, para investigação de uma sonda duvidosa de 8,5 m comunicada pelo navio mercante *Berge Helene* que encalhou no local em 9 de Maio de 1992. O levantamento foi solicitado pela Capitania do Porto de Lisboa.

Na execução de sondagem foram utilizadas as embarcações *Fisália* e *Formigão* equipadas respectivamente com as sondas Atlas Deso 20 e Atlas Deso 10, sendo o posicionamento assegurado com teodolitos Wild T16.

A sondagem foi redigida na escala 1:500 na prancheta 47A2/92S.



### LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS EM VILA REAL DE SANTO ANTÓNIO

REL. FT-LH-15/92

O presente trabalho foi executado com a finalidade de recolher dados para actualização da carta 97, relativos a novas estruturas portuárias recentemente construídas e analisar o estudo de assoreamento de zonas vitais tais como a zona contígua ao cais comercial e à barra do Guadiana. Nele foram ainda incluídas pequenas tarefas de topografia e hidrografia expedita solicitada no local pela Capitania do Porto de Vila Real de Santo António.

Este trabalho foi executado entre 6 e 22 de Outubro de 1992.

Foram utilizadas as embarcações *Formigão* e bote *Zebro III* equipados com sondas Deso 10 e Fahrenholz esta em zonas pontuais. O posicionamento foi assegurado por métodos visuais (teodolito T16) para o levantamento à escala 1:1000 e 1:2000 e pelo sistema Trisponder para o levantamento da barra (escala 1:5000).

Foram executadas fiadas num total de cerca de 140 km com espaçamento de 10, 20 e 50 m consoante a escala do levantamento, correspondendo a um tempo total de sondagem de 47,5 horas.

Foi ainda executado um levantamento topográfico dos novos molhes da barra de Tavira e coordenação das respectivas ajudas visuais à navegação. Este encontra-se redigido na prancheta 8A1/92T à escala 1:1000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PORTO DAS LAJES DAS FLORES

REL. FT-LH-17/92

Levantamento hidrográfico do Porto das Lajes das Flores, Açores. Efectuado à escala 1:500 e 1:2500, destinado a actualizar a carta 187, com especial incidência nas aproximações ao cais e na bacia de manobra, de modo a avaliar as condições de segurança da sua utilização.

O levantamento foi efectuado com as obras de construção do porto a decorrer, sendo de prever ainda alterações significativas na bacia de manobra e topografia.

A área de sondagem compreendeu toda a área abrangida pela carta 187, incluindo a faixa Norte, que na edição anterior se encontrava preenchida com algumas legendas. O posicionamento foi assegurado por três azimutes de teodolito à escala 1:500 e duas distâncias Trisponder à escala 1:2500.

Foi usado um bote *Zebro IV* à escala 1:500 e a embarcação *Bertram* à escala 1:2500, onde foi montada uma sonda Atlas Deso 10.

O levantamento topográfico efectuado abrangeu as infra-estruturas portuárias assim como toda a zona adjacente a estas.

Os trabalhos decorreram no período de 11 de Julho a 6 de Agosto de 1992 e o levantamento foi redigido nas pranchetas 187A1/92ST, 187B1/92ST (a 1:500), 187C1/92ST, 187D1/92ST e 187E1/92ST (1:2500).



### LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO DO SACO DO PORTO DE PONTA DELGADA, S. MIGUEL JUNHO/JULHO DE 1992

REL. FT-LH-19/92

O presente levantamento tem como objectivo a actualização da carta 160, após conclusão das obras no saco do porto de Ponta Delgada.

O levantamento foi efectuado à escala de 1:1000, e os limites da área a sondar foram: a zona da rampa; cais novo e zonas adjacentes ao pontão flutuante para as embarcações de recreio.

O posicionamento foi assegurado por três azimutes observados com teodolitos Wild T16. O levantamento topográfico foi efectuado por azimutes à distância a teodolito Wild T1600 e distanciómetro DI3000.

Os trabalhos de campo decorreram de 29 de Junho a 2 de Julho de 1992, e o levantamento foi redigido na prancheta 160AQ/92ST.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PORTO DAS VELAS

REL. FT-LH-20/92

O levantamento hidrográfico do porto das Velas foi efectuado à escala 1:1000 a fim de permitir a actualização da carta náutica 178. Este levantamento realizou-se durante o período compreendido entre 3 e 7 de Junho de 1992, e compreendeu as zonas de aproximação aos cais acostáveis e bacias de manobra.

A área sondada tem como limite SE uma linha perpendicular ao cais e que passa a 100 m da ponta do molhe, e com limite a SW uma linha paralela ao cais e que passa pelo Penedo da Cruz.

O posicionamento foi assegurado por três azimutes observados através de teodolitos Wild T16.

Os trabalhos contaram com o apoio do NRP *Almeida Carvalho* que para o efeito permaneceu

atrancado no referido porto e foram executados num bote *Zebro IV* que serviu a embarcação de sondagem.

Foi ainda executado um levantamento topográfico de toda a zona do porto das Velas com os equipamentos Wild T1600 e Distomat DI3000.

O levantamento topo-hidrográfico resultante, foi redigido na prancheta 178A1/92ST à escala 1:1000.



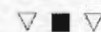
### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PORTO DA CALHETA S. JORGE — CALHETA, JUNHO DE 1992

REL. FT-LH-21/92

O levantamento hidrográfico do porto da Calheta foi efectuado no mês de Junho de 1992, com vista a actualização da sondagem junto ao cais, pois o mau tempo, durante o inverno arrastou alguns blocos de betão o que impede a utilização deste cais em condições de segurança.

O posicionamento foi assegurado por três azimutes teodolito e foi usado um bote *Zebro IV* equipado com sonda Atlas Deso 10.

O levantamento foi redigido na prancheta 178A2/92S à escala 1:500.



### COORDENAÇÃO DOS FAROLINS DO NEIVA

REL. FT-LH-22/92

O presente relatório refere-se à coordenação do farolim anterior e do farolim posterior do Neiva (Viana do Castelo).

Este trabalho foi efectuado a pedido da Divisão de Levantamentos Hidrográficos, em virtude da alteração de posição do farolim anterior.

Os trabalhos de campo foram efectuados em 30 de Outubro e 10 de Dezembro de 1992.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO CANAL DA CUF STO. ANTÓNIO

REL. FT-LH-23/92

Levantamento hidrográfico do canal da CUF, canal de acesso ao terminal de líquidos, e bacia de manobra,

conforme solicitado pela empresa Tanquipor, tendo por objectivo a verificação dos fundos e controlo de dragagens.

O levantamento foi implantado das escalas 1:1000 e 1:5000, respectivamente no canal da CUF e canal de acesso ao terminal de líquidos.

Na sondagem foi utilizada a embarcação *Formigão* equipada com sonda Atlas Deso 20.

O posicionamento foi assegurado pelo sistema Trisponder.

Os trabalhos de campo decorreram em Novembro de 1992.



### **TRABALHO DE APOIO À ADMINISTRAÇÃO DO PORTO DE SINES (FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PORTUÁRIAS) 13 DE ABRIL/NOVEMBRO DE 1992**

REL. FT-LH-26/92

Refere-se o presente relatório aos diversos trabalhos efectuados em Sines por um grupo da Divisão de Levantamentos Hidrográficos no período de Abril a Novembro de 1992, no apoio à fiscalização da execução de obras portuárias, conforme acordo firmado entre o Instituto Hidrográfico (IH) e a Administração do Porto de Sines (APS).

Os trabalhos incidiram principalmente nas obras de reabilitação do molhe Oeste (terminal petrolífero), onde foram efectuados diversos levantamentos hidrográficos, topográficos e controlos de assentamento.

Foram efectuados trabalhos no porto de pesca, porto de construção, baía do Infante e zona da pedreira.

Os levantamentos hidrográficos foram redigidos às escalas 1:250 e 1:500, tendo o posicionamento sido obtido por Polarfix (sistema de posicionamento por Laser), utilizando-se sondador ultra-sonoro Atlas Deso 20/1.

Todas as sondagens foram reduzidas ao ZH a partir dos valores de altura de água registados pelo marégrafo instalado no Duque d'Alba a sul do posto 3 do terminal petrolífero.



### **LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DOS TERRENOS ANEXOS AO I.H.**

REL. FT-LH-30/92

De acordo com o solicitado pelos Serviços Gerais do Instituto Hidrográfico, foi efectuado o levantamento

topográfico da zona anexa ao Instituto Hidrográfico, de modo a localizar os novos pavilhões, caixas de esgoto e respectivas calhas de escoamento de águas.



### **COOPERAÇÃO COM OS SERVIÇOS DE MARINHA DE MACAU**

REL. TF-LH-01/92

Deslocação a Macau de um técnico do IH para colaboração na recepção de um sistema de laser-posicionamento Polarfix e instrução do pessoal que presta serviço no sector de Hidrografia dos Serviços de Marinha de Macau.



### **REUNIÃO DO SG/4 DO TSGCE DA NATO (30.<sup>a</sup>), 1.<sup>a</sup> REUNIÃO CONJUNTA DO SG/4 DO SC DO NATO GPS PROJECT, 29.<sup>a</sup> REUNIÃO DO SC DO NATO GPS PROJECT**

REL. MR-MN-01/92

Neste relatório faz-se uma descrição dos pontos mais importantes das agendas de trabalhos da 30.<sup>a</sup> reunião do Sub-Group Four (SG/4) — Navigation — do Tri-Service Group on Communications and Electronics (TSGCE) da NATO, da 1.<sup>a</sup> reunião conjunta do SG/4 e do Steering Committee (SC) do NATO Navstar-GPS Project (N-GPS-P) e da 29.<sup>a</sup> reunião do SC do N-GPS-P. Estas reuniões realizaram-se sucessivamente de 6 a 9 de Abril de 1992 no Quartel General da NATO em Bruxelas.

Este relatório tem a classificação de segurança NATO Confidencial e encontra-se arquivado em cofre no Serviço de Publicações.



### **REUNIÃO DO SG4 DO TSGCE DA NATO, 2.<sup>a</sup> REUNIÃO CONJUNTA DO SG4 E DO SC DO NATO GPS PROJECT, 30.<sup>a</sup> REUNIÃO DO SC DO NATO GPS PROJECT (31.<sup>a</sup>)**

REL. MR-MN-02/92

Neste relatório faz-se uma descrição dos pontos mais importantes das agendas de trabalho da 31.<sup>a</sup> reunião do Sub-Group Four (SG4) — Navigation — do Tri-Service

Group on Communications and Electronics (TSGCE) da NATO, da 2.<sup>a</sup> reunião conjunta do SG4 e do Steering Committee (SC) do NATO Navstar-GPS Project (N-GPS-P) e da 30.<sup>a</sup> reunião do SC do N-GPS-P. Estas reuniões realizaram-se sucessivamente de 9 a 13 de Novembro de 1992 no Quartel General da NATO em Bruxelas.

Informa-se, também, S. Ex.<sup>a</sup> o General Director Nacional de Armamento (DNA) da intenção de se propor superiormente a substituição, a partir de Agosto de 1993, do actual representante nacional do SG4 e no SC do N-GPS-P.



#### **PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA DO N.E. SAGRES**

REL. TF-MN-01/92

Este relatório descreve as provas de determinação dos elementos evolutivos do N.E. *Sagres*. Este trabalho decorreu em Sesimbra, nos dias 9 e 10 de Março de 1992, tendo sido efectuadas curvas de giração para os dois bordos, provas de extinção forçada e natural de velocidade e provas de velocidade.



#### **PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA DO NAVIO IZMAIL**

REL. TF-MN-02/92

Este relatório descreve a execução das provas de governo e manobra do navio *Izmail*, construído pelos estaleiros navais de Viana do Castelo, S.A.

Este trabalho decorreu a Oeste de Viana do Castelo, no dia 22 de Julho de 1992, tendo sido efectuadas provas de paragem, de zig-zag e curvas de giração.



#### **PROVAS DE VELOCIDADE DO NAVIO IZMAIL**

REL. TF-MN-03/92

Este relatório descreve a execução da prova de velocidade do navio *Izmail*, construído pelos estaleiros navais de Viana do Castelo, S.A.

Este trabalho decorreu a Oeste de Viana do Castelo, no dia 22 de Julho de 1992, tendo sido efectuada ao regime de MAQ AVTF com 74% da potência máxima.



#### **PROVAS DE VELOCIDADE, GOVERNO E MANOBRA DO NAVIO-TANQUE ERATI**

REL. TF-MN-04/92

Este relatório descreve as provas de determinação da velocidade e dos elementos evolutivos do navio-tanque *Erati*. O trabalho decorreu a Sul de Sesimbra, nos dias 7 a 11 de Setembro de 1992 tendo sido efectuado um total de 36 provas, das quais 5 de velocidade e 31 de governo e manobra, nas condições de carregado (24) e lastro IMO (12).



#### **REUNIÃO ESTATUTÁRIA DO ICES, ROSTOCK-WARNEMUDE, ALEMANHA, 23-29 DE SETEMBRO DE 1992 (80.<sup>a</sup>)**

REL. MR-OF-01/92

Documenta-se a participação do técnico superior António Jorge da Silva nas sessões científicas da reunião estatutária de 1992 do Conselho Internacional para a Exploração do Mar (CIEM-ICES), nomeadamente nas sessões do Comité Hidrográfico. Enquadram-se os assuntos tratados nas resoluções do Conselho adaptadas na reunião estatutária de 1991. Dá-se conta de algumas modificações em curso na estrutura do ECOAIS e fazem-se recomendações com vista a aprofundar a participação nacional nas actividades científicas enquadradas pelo ICES.



#### **CONTRIBUIÇÃO DO INSTITUTO HIDROGRÁFICO PARA O PROJECTO JNICT 87344 — MAIO DE 1987 A DEZEMBRO DE 1989**

REL. FT-OF-01/92

Relatam-se as acções levadas a cabo pela Divisão de Oceanografia Física do Instituto Hidrográfico como contribuição para o projecto «Base para o Estudo da Variabilidade do Recrutamento da Sardinha na Costa Portuguesa», da responsabilidade do Instituto Nacional de Investigação das Pescas, com a participação do departamento de Zoologia e Antropologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. A Divisão de Oceanografia Física participou nas componentes F

(Tendências Gerais do Transporte de Massas de Água sobre a Plataforma Continental) e G (Desenvolvimento do Afloramento Costeiro) para o que teve um financiamento de 28 500 contos da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica. Entre Abril de 1987 e Dezembro de 1989, foram realizados 5 cruzeiros de investigação, fundeadas 19 amarrações (57 correntómetros, 6 cadeias de termistores e 2 marégrafos de fundo) e mantidas 2 estações meteorológicas automáticas em posições costeiras. (Região Norte).



#### **AMPLIAÇÃO DO CAIS DE DESCARGA DE COMBUSTÍVEL EDP CARREGADO — ANEXO**

REL. PT-OF-01/92

Este relatório descreve as acções de campo, o processamento efectuado e apresenta os resultados obtidos com três correntómetros Aanderaa fundeados nas posições 39° 00' 32.5" N, 8° 56' 21.1" W, 39° 00' 21.4" N, 8° 56' 21.7" W e 39° 00' 16.1" N; 8° 56' 29.6" W a L, 8 m da superfície (zona adjacente aos cais de descarga de combustível da central térmica do Carregado).



#### **AMPLIAÇÃO DO CAIS DE DESCARGA DE COMBUSTÍVEL EDP — CARREGADO**

REL. PT-OF-02/92

Este relatório descreve as acções de campo, o processamento efectuado e os resultados obtidos com uma estação meteorológica automática Aanderaa 2700, instalada no parque de bombas da central térmica do Carregado, posição 39° 00' 30.1" N, 8° 56' 25.1" W nos meses de Junho, Julho e Agosto de 1992.

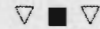


#### **AMPLIAÇÃO DO CAIS DE DESCARGA DE COMBUSTÍVEL EDP — CARREGADO: AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS DE METEOROLOGIA**

REL. PT-OF-03/92

Este relatório descreve os resultados obtidos com uma estação meteorológica automática Aanderaa 2700,

instalada no parque de bombas da central térmica do Carregado, posição 39° 00' 30.1" W nos meses de Setembro, Outubro e Novembro de 1992.



#### **EMISSUB. PÓVOA DE VARZIM/VILA DO CONDE: AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS DE CORRENTES E METEOROLÓGICOS**

REL. TF-OF-01/92

O presente relatório descreve as acções de campo, o processamento efectuado e os resultados obtidos com três correntómetros Aanderaa, fundeados nas posições 41° 21' 45.7" N e 8° 47' 42.4" W junto à superfície e junto ao fundo e 41° 21' 48.4" N e 8° 46' 35.3" W junto à superfície. Descreve ainda a instalação duma estação meteorológica automática na posição 41° 22' 22.5" N, 8° 45' 59.9" W durante o período de 13-5-92 a 4-6-92 bem como o processamento dos dados adquiridos.



#### **CONTRIBUIÇÃO DO INSTITUTO HIDROGRÁFICO PARA O PROJECTO JNICT 87344**

REL. TF-OF-07/92

O cruzeiro «Cecir XII», realizado a bordo do NRP *Almeida Carvalho*, visava delimitar tridimensionalmente a região de estratificação Halina existente nas águas da plataforma Norte após o máximo escoamento fluvial. Porém, durante o cruzeiro, veio a ocorrer um episódio de afloramento que alterou profundamente as condições de estratificação. Inicialmente, a pluma do rio Douro, em movimento para N, dava origem a uma cunha salina que se estendia desde o fundo, junto à costa, até à superfície a 30 km. O forçamento por vento N fez aparecer um jacto costeiro para S que se deslocou em direcção ao bordo da plataforma enquanto o vento persistiu. No fim do episódio, parecia ocorrer afloramento no fundo junto ao bordo da plataforma. A estratificação desapareceu quase completamente da plataforma interna e média, pelo menos durante a máxima intensidade do vento sobre a vertente, uma frente salina separou, a superfície, a água do largo, de origem subtropical, em movimento para N, da água costeira, em movimento para S. Esta estrutura da corrente e a posição da frente não pareceram ter sido afectadas pelo afloramento, excepto no extremo sul da área durante o período de vento favorável ao afloramento, a canhão

da Nazaré pareceu guiar, em subsuperfície, a água fonte em direcção à costa. Anteriormente, porém, o efeito de guia exercia-se à superfície sobre a água do largo, provocando a inflexão da frente e bloqueando a propagação para S da água costeira. (Região Norte).



#### CONTRIBUIÇÃO DO INSTITUTO HIDROGRÁFICO PARA O PROJECTO JNICT 87344: RESULTADOS DO CRUZEIRO «CECIR XII», AGOSTO DE 1987

REL. TF-OF-08/92

O cruzeiro «Cecir XII» realizado a bordo do NRP *Almeida Carvalho*, visou observar o desenvolvimento e decaimento de um episódio de afloramento na área da plataforma continental a Norte da Nazaré. Na ausência de forçamento pelo vento, a plataforma estava invadida por água do largo, a qual se sobrepunha uma lente de água costeira que continha a pluma do Douro. O forçamento pelo vento N deu origem, em menos de 2 dias, ao estabelecimento de um fluxo para S sobre a plataforma interna, que se foi deslocando em direcção ao bordo enquanto o vento persistiu. A influência da pluma do Douro deixou de notar-se, e a plataforma interna passou a ser ocupada por água que, anteriormente, só era identificável na região da vertente. Na plataforma interna, a evolução das isotérmicas superficiais acompanhou as flutuações do vento. Contudo, na plataforma externa, as isotérmicas continuaram a afastar-se para o largo mesmo após o forçamento ter decaído. Uma zona na de subsidência, inicialmente estabelecida a cerca de 30 km da costa e afectando os primeiros 80 Dbar, foi-se deslocando para o bordo da plataforma, acompanhando a deslocação do fluxo para Sul, podendo ter contribuído com alguma recirculação para a região fonte durante a fase de afloramento activo. Não fora a recirculação, a região fonte teria sido alimentada por um fluxo na camada de atrito de fundo durante o relaxamento do vento. O afastamento da região fonte relativamente à costa, verificado logo no início do episódio, pode, por seu turno, ser um indício da importância do atrito de fundo na dinâmica do processo de afloramento costeiro.



#### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-01/92

Descreve-se, sumariamente, a actividade desenvolvida durante a missão a Barcelona para participação no congresso internacional «Computer Modelling in Ocean Engineering 91» que se realizou na Universidade da Catalunha de 30 de Setembro a 4 de Outubro.

Apresentou-se uma comunicação a este congresso. (NATO PO-WAVES).



#### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-02/92

Descreve-se, sumariamente, a actividade desenvolvida durante a missão ao Rio de Janeiro para participação no congresso «5.º Simpósio Luso-Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos» que se realizou no Rio de Janeiro de 10 a 14 de Novembro de 1991.

Apresentou-se uma comunicação a este congresso. (NATO PO-WAVES).



#### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-03/92

Este relatório descreve o estágio realizado na firma Datawell (Holanda), de 28 de Outubro a 2 de Novembro de 1991, por dois técnicos de electrotecnia do Instituto Hidrográfico com o objectivo de estudar os novos sistemas de bóias ondógrafo direccionais resultantes da aplicação do princípio de medição de acelerações horizontais para a determinação da direcção da ondulação. Pelo estudo efectuado pode concluir-se que os novos sistemas possuem várias vantagens em relação aos anteriores, nomeadamente no tocante às menores dimensões físicas, processamento da informação e simplicidade de operação. (NATO PO-WAVES).



#### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-04/92

Relatório relativo à missão do comandante H. Zambujo e do capitão-tenente Lopes da Costa à exposição

Oceanology International/92 — The Global Ocean — realizada em Brighton de 10 a 13 de Março de 1992. São abordados aspectos gerais e específicos sobre os sistemas e equipamentos expostos, particularmente os de interesse para o projecto (NATO PO-WAVES) e para o IH. Entre tais sistemas constam GPS Diferencial, o «Sonar Enhancement System» e a Geoacoustic, o «Sub-surface Mooring Monitoring» da Argos CLS, e sondas multi-feixe.



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-05/92

Descreve-se neste relatório a participação da eng.<sup>a</sup> Conceição Fortes, do LNEC, no curso intensivo «Scientific and Engineering Methods in Coastal Engineering» que decorreu em Santander (Espanha) no período de 28 a 31 de Janeiro de 1992, organizado pelo «Grupo de Ingenieria Oceanografica y de Costas», da universidade de Cantabria e pelo «Center for Applied Coastal Research», da Universidade de Delaware. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-06/92

Neste relatório descreve-se a missão a Londres do eng. Manuel Marcos Rita, director do sub-projecto B, e do eng. Luís Gabriel Silva, responsável pela tarefa B3, com o objectivo de participar no Breakwaters'91.

Esta deslocação, realizada nos dias 5 a 10 de Novembro de 1991, justificou-se pelo inegável interesse que as conferências do ciclo Breakwaters tiveram nas edições anteriores, pela importância dos assuntos abordados e pela oportunidade de estabelecer uma série de contactos com entidades e técnicos estrangeiros de renome no âmbito da hidráulica marítima. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-07/92

Descreve-se neste relatório a participação do eng. João Alfredo Ferreira dos Santos, responsável pelas tarefas B4-1 e B4-2, no encontro de utilizadores do programa Wamit que decorreu no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, MIT, em Cambridge (Estados Unidos) no dia 22 de Abril de 1992. (NATO PO-WAVES).



### ESTÁGIO NO «NATION OCEAN SERVICE», ESTADOS UNIDOS, SOBRE MARÉGRAFOS DE NOVA TECNOLOGIA (30 DE MAIO A 6 DE JUNHO DE 1992)

REL. MR-OM-08/92

Neste relatório é descrita a actividade de estágio e visita do capitão-tenente EH Lopes da Costa e do técnico Fernando Vasquez, da Divisão de Ondas e Marés do Instituto Hidrográfico (IH), ao «Office of Ocean and Earth Sciences» do «Nation Ocean Service» (NOS) dos Estados Unidos da América de 1 a 5 de Junho de 1992.

Foram tomados conhecimentos sobre a operação e exploração do sistema «New Generation Water Level Measuring System» (NGWLMS) bem como os métodos de processamento, validação, análise dos dados maregráficos e divulgação de resultados. Esta missão antecede a acção de instalação de sistema de medição de marégrafo de nova tecnologia em Ponta Delgada, agendada para finais do mês corrente, no âmbito do protocolo de cooperação entre o IH e o NOS.



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-09/92

Este relatório descreve a curta visita realizada ao programa de clima marítimo do Ministério das Obras Públicas de Espanha, no âmbito da tarefa A1-6 «Directional Wave Spectra».

Nela foi discutida, com o chefe da área de séries temporais e com o director do PCM, a cooperação e o intercâmbio de *software* no campo da estima do espectro direccionado a partir das observações de bóias vectoriais. (NATO PO-WAVES).





### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-13/92

Descreve-se neste relatório a participação da eng.<sup>a</sup> Conceição Fortes, do LNEC, nas conferências «Computer Modelling of Seas and Coastal Regions» e «Boundary Elements in Fluids Dynamics» que decorreram em Southampton (Inglaterra) no período de 27 a 30 de Abril de 1992, organizadas pelo Wessex Institute of Technology. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-15/92

Descreve-se a participação do comandante Lopes da Costa e do comandante Seabra de Melo, do IH, no curso «Scientific and Engineering Methods in Coastal Engineering» que decorreu em Santander (Espanha) no período de 28 a 31 de Janeiro de 1992, organizado pelo «Grupo de Ingenieria Oceanografica y de Costas», da Universidade de Cantabria e pelo «Center for Applied Coastal Research», da Universidade de Delaware. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-16/92

Descreve-se, sumariamente, a actividade desenvolvida durante a missão à Bélgica para visita ao porto de Zeebrugge (30 de Abril) e para participação no congresso intitulado «24th International Liège Colloquium on Ocean Hydrodynamics» que se realizou em Liege de 4 a 8 de Maio de 1992.

Apresentou-se um trabalho a este congresso.



### MODELO NUMÉRICO HIDROMORFOLÓGICO DAS ÁGUAS CIRCUNDANTES DE MACAU

REL. FT-OM-01/92



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. PT-OM-01/92

Apresenta-se o balanço da actividade do projecto PO-WAVES realizada de 1 de Novembro a 30 de Abril de 1992, assim como o relatório financeiro relativo ao mesmo período.

Dão-se conta das actividades técnicas e de gestão desenvolvidas, das missões realizadas pelo pessoal do projecto e dos trabalhos publicados.

O relatório financeiro é apresentado na última parte. (NATO PO-WAVES).



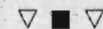
### MODELO NUMÉRICO (HIDROMORFOLÓGICO) DAS ÁGUAS CIRCUNDANTES DE MACAU, 2 RELATÓRIOS DE PROGRESSO

REL. PT-OM-02/92

A «Pearl River Water Ressources Commissicon» (PRWRC) cedeu à Direcção dos Serviços da Marinha de Macau (DSMM) um conjunto de dados de observação de variáveis hidrodinâmicas e sedimentológicas nas águas circundantes do Território de Macau.

Os dados fornecidos pela PRWRC foram processados, tratados e analisados, visando a sua utilização no processo de calibração do Modelo Hidromorfológico de Macau.

Foi encontrada uma formulação adequada das trocas de sedimentos entre a água e o fundo, cuja parametrização é válida para todo o domínio de cálculo.



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. PT-OM-03/92

Apresenta-se o balanço da actividade do projecto PO-WAVES realizada de 1 de Maio de 1992 a 31 de Outubro de 1992, assim como o relatório financeiro relativo ao mesmo período.

Dão-se conta das actividades técnicas e de gestão desenvolvidas, das missões realizadas pelo pessoal do projecto e dos trabalhos publicados.

Redefinem-se os objectivos e apresenta-se um plano de trabalhos, considerando uma extensão de dezoito meses para a execução do projecto.

O relatório financeiro é apresentado na última parte. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-01/92

Neste relatório é apresentado um método de interpretação de resultados de diagramas de refração desenvolvido por E. Bouws e J. Battjes, na Holanda, que permite a obtenção de curvas referentes aos valores do quociente entre alturas de onda em águas pouco profundas e ao largo ( $H/H$ ) em função do período de onda e do respectivo rumo ao largo. Este método é baseado numa análise estatística dos resultados dos diagramas de refração em que é adoptada uma solução de compromisso entre os níveis de resolução espacial e de confiança. O problema das cáusticas é ultrapassado uma vez que o valor do afastamento local dos raios de onda deixa de ser tido directamente em linha de conta para o cálculo de  $H/H$ . O método de Bouws e Battjes é aplicado na interpretação dos diagramas de refração relativos à zona adjacente ao porto da Figueira da Foz. (NATO PO-WAVES).



### MODELO NUMÉRICO (HIDROMORFOLÓGICO) DAS ÁGUAS CIRCUNDANTES DE MACAU, CAMPANHA DE CAMPO COMPLEMENTAR

REL. TF-OM-02/92

Este relatório descreve a campanha de aquisição de dados oceanográficos realizada numa secção transversal do canal da Rada (Macau) a montante da ponte «Governador Nobre de Carvalho».

Ocuparam-se três estações com medições em perfis verticais da intensidade e direcção da corrente, concentração de sedimentos em suspensão, temperatura e salinidade. Foram ainda determinadas as propriedades geológicas dos sedimentos do fundo de cada estação.

O conjunto de dados obtidos destina-se à calibração do Modelo Numérico Hidromorfológico das Águas Circundantes de Macau e mostram certa estratificação da coluna de água, mas não permite estabelecer uma forte relação entre as concentrações e a fase da maré.

Verificou-se também que a direcção do vento tem grande influência nos valores das alturas de maré e consequentemente na circulação.



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-03/92

Neste relatório são apresentados os resultados dos ensaios de correlação feitos entre séries temporais simultâneas de elevações instantâneas da superfície do mar medidas nas estações ondógrafo de Peniche e Figueira da Foz situadas respectivamente a 60 e 90 metros de profundidade.

Na maioria dos casos verificou-se que as variações dos sinais são praticamente independentes, qualquer que seja a gama de frequências ou a classe de alturas significativas considerada.

Foram ainda feitos testes de correlação linear entre os valores simultâneos, estimados quer para a altura significativa (HS), quer para os períodos de pico (TP) nas duas estações. Na globalidade encontrou-se uma forte correlação entre valores de HS embora a variância aumente com a ordem de grandeza deste parâmetro. No que diz respeito aos períodos de pico, a variância é sempre alta qualquer que seja a classe de alturas significativas considerada pelo que, quer o coeficiente de correlação, quer as rectas de regressão calculadas, tem pouco valor prático como base de futuras interferências.

Todos estes resultados parecem indicar que, no âmbito desta tarefa, deve ser dado como concluído o estudo comparativo entre as estações de Peniche e Figueira da Foz. (NATO PO-WAVES).



### NOVA PONTE DO TEJO EM LISBOA — CONDIÇÕES HIDRÁULICAS E DE NAVEGAÇÃO — NÍVEIS DE MARÉ

REL. TF-OM-08/92

Este trabalho contém informação respeitante a níveis de marés na zona da nova ponte em Lisboa, com base em dados de 1972 e alguns dados de 1973. Tem por objectivo fazer uma avaliação dos valores extremos que se poderão esperar em anos futuros.

Esta informação destina-se a apoiar a elaboração do caderno de encargos da construção da ponte.



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-10/92

Neste relatório são apresentados os registos de temporais ocorridos na costa portuguesa continental conhecidos até ao momento no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Nas tabelas síntese de temporais dá-se ênfase especial aos valores máximos dos parâmetros altura significativa de onda, altura máxima de onda, período médio de onda de zero ascendente e rumo da ondulação, visto serem estas, em geral, as características da agitação marítima mais importantes para o dimensionamento de obras marítimas. (NATO PO-WAVES).



### REUNIÃO DOS RESPONSÁVEIS DO PROJECTO «EUROCRUDE» (1.ª)

REL. MR-QP-01/92

Descrevem-se os temas tratados na reunião dos responsáveis nacionais do projecto Eurocrude realizada em Setembro de 1992 em Hamburgo.

Durante a reunião foram tratados os problemas referentes ao financiamento da CEE e estudada a estratégia a desenvolver durante a execução do projecto. Foram estabelecidas as normas para a 1.ª Intercalibração a realizar no âmbito do projecto.



### REUNIÃO DO «MARINE CHEMISTRY WORKING GROUP» DO ICES

REL. MR-QP-02/92

Descrevem-se os temas tratados na reunião do Marine Chemistry Working Group realizada em Março de 1992 em Santa Cruz de Tenerife.

Durante a reunião foram tratados entre outros temas, as intercalibrações de nutrientes, hidrocarbonetos poliaromáticos e policeorobifenilos a decorrer sob a égide do ICES. Foi ainda tratado o programa Quasimeme da CEE.



### VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DO MEIO AMBIENTE DA RIA DE AVEIRO

REL. TF-QP-01/92

Na ria de Aveiro, durante 1991, efectuaram-se amostragens de água de dois em dois meses, de mexilhões duas vezes no ano e de sedimentos uma vez no ano para controlar a qualidade do meio ambiente.

Verificou-se que, exceptuando-se os casos do Largo do Laranjo e do Largo da Coroa, na generalidade dos pontos amostrados todos os parâmetros se encontravam dentro dos limites estabelecidos pelas normas da CEE.

Não se verificou variação significativa dos vários parâmetros entre 1986 (Vinhas, 1987) e 1991.



### PARÂMETROS IDENTIFICADORES DE PETRÓLEOS — ESPECTROFLUORES — CÊNICA DE ULTRAVIOLETA E CROMATOLOGRAFIA DE GÁS

REL. TF-QP-03/92

Descreve a aplicação de vários métodos analíticos — espectrofotometria e espectrofluorescência de ultravioleta e cromatografia em fase gasosa — a catalogação de petróleos brutos.

E o relatório do trabalho desenvolvido no ano de 1992 por Isabel Spohr como bolsista da JNICT e integrado no projecto PMCT/C/MAR/41/90 da responsabilidade de J. L. Biscaya.



### PARÂMETROS IDENTIFICADORES DE PETRÓLEOS (RESULTADOS PRELIMINARES)

REL. TP-QP-01/92

Este relatório insere-se no âmbito do Projecto PMCT/C/MAR/41/90 da JNICT — «Determinação de parâmetros quimiométricos para classificação/identificação de derrames de produtos petrolíferos», da responsabilidade de J. L. Biscaya.

Todo o trabalho analítico e tratamento de dados foi efectuado por Isabel Spohr entre Novembro de 1990 e Setembro de 1991 ao abrigo da bolsa da JNICT PCMCT/BIC/92/90.



## MANUAL TÉCNICO DO LEFT-RIGHT INDICATOR DRIVER

REL. MT-SE-01/92

O LRI-Driver constitui o elo de ligação entre o GPIO Interface (HP 98622A) e o LRI (Unidade de Display do Sistema) na busca de uma solução para o problema de comprimento de cablagem em navios. Por outras palavras, trata-se de uma unidade que fornece sinais de intensidade constante ao LRI, independentemente do comprimento da cablagem, a partir dos 16 bits de informação do GPIO Interface. Versando a fiabilidade e robustez, recorreu-se preferencialmente a componentes electrónicos discretos, sobredimensionados, facilmente acessíveis no mercado e todas as linhas de entrada ou saída encontram-se protegidas contra curto-circuitos. Esta nova unidade permite também visualizar os sinais activos em simultâneo com o LRI, tendo sido projectada de modo a apenas apresentar uma indicação luminosa de um sinal quando o circuito a ele associado se encontra em boas condições de funcionamento.

Garante-se, assim, que o painel do LRI-Driver será uma imagem verdadeira do painel do LRI, evitando-se que uma das unidades apresente um sinal enquanto a outra não o faz por anomalia da respectiva linha ou circuito. Apesar de exigir a reconfiguração do GPIO Interface para operar em lógica invertida (operação facilmente executável por actuação de dípswitch). O conjunto LRI-Driver/LRI não implica a introdução de modificações ao *software* já existente. (LRI-Driver). (GPIO Interface).



## MANUAL TÉCNICO DO APARELHO AUXILIAR DE SINTONIA DOS TRANSDUCTORES «AANDERAA» 2856

REL. MT-SE-03/92

Os diversos tipos de enquadramentos para recolha de dados oceanográficos produzidos pela Aanderaa possuem um sistema de emissão ultra-sónica que actua em simultâneo com a produção dos registos internos.

Graças a este sistema, torna-se possível a obtenção de dados em tempo real utilizando um receptor de ultrasons adequado.

Não menos importante é a possibilidade de detecção e localização de aparelhos fundeados, especialmente quando se prepara o seu levantamento ou em casos de

arrastamento ou rotura da amarração que os mantém em estação.

O bom funcionamento do sistema de emissão ultra-sónica pode aumentar as probabilidades de sucesso numa operação de busca de um aparelho (Aanderaa) e depende, entre outros factores, do rendimento proporcionado pelo transductor acústico do aparelho.

Para minimizar as perdas de transferência de energia do circuito electrónico para o transductor acústico, este deverá estar sintonizado para a frequência de trabalho (16384 Hz), o que é garantido quando se adquire um transductor novo.

Contudo, o envelhecimento da pastilha cerâmica e os choques mecânicos alteram o ponto de sintonia e, em casos extremos, inutilizam por completo o transductor.

É, pois, de toda a conveniência a correcção periódica da sintonia.

O aparelho portátil descrito neste artigo permite obter uma rápida e segura identificação do estado do transductor acústico, facilitando a operação de sintonia do mesmo, segundo os valores da corrente eléctrica prevista pelo fabricante. (Transductor).



## MANUAL TÉCNICO DO SENSOR INTERFACE (HARDWARE + SOFTWARE)

REL. MT-SE-04/92

A frequente necessidade de localização de frentes térmicas no mar em tempo real levou à construção de um pequeno aparelho que converte o sinal analógico proveniente do sensor de temperatura «Aanderaa» 3022 num sinal digital a 10 bits, utilizando um vulgar computador XT ou AT (via porta série), em que o funcionamento é grandemente condicionado ao *software* que corre neste.

Um vasto leque de aplicações poderá ser implementado mediante o *software* desenvolvido, encontrando-se no final deste trabalho 2 programas em *GW-Basic*: um programa de aquisição base (a partir do qual se poderão desenvolver programas mais elaborados para este aparelho) e um outro destinado à obtenção de temperaturas em tempo real, em que os dados (em graus Celsius) são gratificados numa escala definida pelo utilizador, com intervalo de tempo de amostragem desejado. O programa oferece, ainda, a possibilidade de gravação dos dados em *diskette* e posterior impressão dos mesmos.

As aplicações do sensor interface não se ficam pela obtenção de temperaturas podendo, também operar com

todos os sensores meteorológicos (Aanderaa) do tipo VR-22: direcção do vento, pressão atmosférica, radiação solar, etc., revelando-se um auxiliar útil em bancada, na reparação e manutenção destes sensores.

Quanto à instalação do sensor interface, bastará um cabo de ligação entre este e o computador, além do cabo de alimentação dos 220 VAC. O sensor, com o seu próprio cabo, ligará directamente ao aparelho, através de uma ficha «Aanderaa» de 6 pinos existente no painel frontal.



#### MANUAL TÉCNICO DA UNIDADE DE VISUALIZAÇÃO PARA APARELHOS «AANDERAA» (AANDERAA DISPLAY UNIT)

REL. MT-SE-05/92

Em alternativa aos pesados e velhos *printers* «Aanderaa» 2152 foi projectada e realizada uma original unidade de visualização dos dados fornecidos pelos aparelhos da referida marca (correntómetros, registadores para cadeias de termistores, marégrafos, estações meteorológicas, etc.).

Embora não possua impressora própria, esta unidade poderá facilitar não só os trabalhos de campo como também as intervenções em bancada, dada as suas reduzidas dimensões (pode-se transportar no bolso) e a grande longevidade da sua pilha de alimentação, sendo os dados apresentados num amplo visor de cristais líquidos (LCD).

Dispõe, também, de um avisador acústico piezoeléctrico que assinala a recepção dos bits provenientes do aparelho «Aanderaa» e um botão de disparo remoto para obtenção imediata de registos.

De grande simplicidade de operação, a unidade constituiu o elo de ligação primário entre qualquer «Aanderaa» (das várias gerações) e o operador, em tempo real.



#### MANUAL TÉCNICO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS «AANDERAA» DL-1 APÓS RECONVERSÃO ELECTRÓNICA

REL. MT-SE-06/92

Devido ao baixo índice de fiabilidade e frequentes intervenções de manutenção das estações meteorológicas Aanderaa da velha geração, foram introduzidas modificações que actuam em dois pontos do sistema: os componentes electromecânicos do Datalogger DL-1 e a placa de ligações dos sensores (externa ao primeiro).

Para substituição desta, foi construída uma caixa de ligações mais completa, utilizando fichas de conexão mais fiáveis, fornecendo os sinais provenientes dos sensores ao Datalogger sequencialmente, através de multiplexagem, o que permite o emprego de um cabo de ligação com um número de condutores reduzido e, consequentemente, maior fiabilidade de conexão.

Esta nova caixa permite, ainda a ligação de uma memória do estado sólido Aanderaa DSU 2990 para armazenamento dos dados e dispõe de terminais para monitorização externa das tensões de alimentação, interruptor de alimentação, terminais para ligação de um *printer* (saída de dados em formato PDC-4) e dois modos de conexão dos sensores: individualmente (uma ficha para cada sensor) ou através de um cabo de mastro (tornando-a compatível com as estações Aanderaa 2700, mais recentes).

Possui, também, uma ficha de ligação externa (6 pilhas alcalinas tipo D ou conjunto de células solares/acumuladores).

Quanto ao Datalogger DL-1, foram eliminados todos os componentes electromecânicos e concebido um programador electrónico de baixo consumo e maior fiabilidade, com possibilidade de ser configurado para o número de as duas estações resultantes desta transformação apresentam maior versatilidade de instalação eléctrica e operação e uma apreciável autonomia de funcionamento, livre de paragens para manutenção.

RESUMOS DE RELATÓRIOS

**1993**



### COMISSÃO COORDENADORA DO PROJECTO SIVCEN IH-DT — RELATÓRIO DE PROGRESSO DE TRABALHOS PROJECTO «(SIVCEN)»

REL. PT-DT-01/93

Este relatório descreve o progresso de trabalhos com o projecto SIVCEN entre Agosto e Dezembro de 1993.



### RELATÓRIO FINAL DE TRABALHO — CAMPANHA SIDIMINHO I/SEDIMIN G

REL. FT-GM-01/93

Este relatório descreve a forma como decorreu a campanha SEDIMINHO I-93/Sedimin G, promovida pelo Instituto Hidrográfico com a cooperação do Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industriais e do Museu Nacional de História Natural.

A designação de Sediminho I-93/Sedimin G advém do facto desta campanha constituir a primeira realizada em 1993 para estudo dos sedimentos dos rios do Minho e a 7.<sup>a</sup> efectuada para completar os trabalhos conducentes à publicação das diferentes folhas da carta dos sedimentos superficiais da plataforma.

Esta campanha integrou-se no âmbito de outros projectos nomeadamente do programa SEPLAT, em execução no IH, e teve em vista a aquisição de dados para produção da folha I da carta dos sedimentos superficiais da plataforma que abrange a área aproximadamente entre os paralelos de Espinho e de Caminha. Realizou-se, também, no âmbito do projecto PETDS — Pesquisa e Caracterização de Elementos Tracadores da Dinâmica Sedimentar, subsidiado pela JNICT (N. PMCT-MAR-706/90), cuja instituição proponente e o INETI e que tem como instituições participantes o IH e o MNHN.

No decurso da campanha ocuparam-se 113 estações (17 no rio Douro, 17 no rio Ave, 31 no rio Cávado, 25 no rio Lima e 23 no rio Minho), em cada uma das quais, geralmente, se procedeu à colheita de sedimentos do fundo, a determinação de temperaturas e salinidades e a recolha de águas para estudo da matéria em suspensão.

Obtiveram-se, assim, 95 amostras de sedimentos para estudo geoquímico, 62 amostras para estudo da microfauna e 126 amostras para estudo da matéria em suspensão.



### SONDAS DUVIDOSAS DO MAR DA PALHA

REL. FT-GM-02/93

O presente relatório descreve os métodos, resultados e conclusões do levantamento a sonar lateral efectuado no Mar da Palha, tendo em vista a delimitação de áreas passíveis de um adensamento de sondagem hidrográfica, bem como a detecção e discriminação de objectos jacentes ao fundo.



### CRUZEIRO RAG 1/93 REALIZADO A BORDO DO NRP ANDROMEDA

REL. FT-GM-03/93

Este relatório descreve a forma como decorreu o cruzeiro científico RAG 1/93, promovido pelo Instituto Hidrográfico, a bordo do NRP *Andromeda*, no âmbito do projecto «Sismotectónica da Margem Continental Oeste-Ibérica» — SMCOI (Projecto JNICT/97.429), entre os dias 24 e 26 de Junho de 1993. A designação RAG 5/93 advém do facto deste cruzeiro constituir o 1.<sup>o</sup> cruzeiro realizado em 1993 para estudos de estruturas geológicas activas com utilização do ROV, a bordo da lancha hidrográfica *Andromeda*.

Este cruzeiro integrou-se igualmente no âmbito de outros projectos de investigação actualmente em execução, nomeadamente do projecto «Dinâmica Sedimentar da Plataforma e Vertente Continentais» — DISEPLA II (projecto JNICT/PMCT/MAR/692.90) e do projecto «Estudo do Beiral de Viana e do Canhão Submarino do Porto» — BEVICAP (projecto JNICT/PMCT/MAR/690.90), ambos em execução no Museu Nacional de História Natural e dos quais o IH é instituição participante, e do programa «Sedimentos Superficiais da Plataforma» — SEPLAT em execução na Divisão.

Como principais resultados deste cruzeiro realçaram-se a observação de evidências de uma falha associada ao sistema da falha Porto-Tomar e da observação do traço de falha da própria falha Porto-Tomar. Estes resultados foram obtidos através de mais de 6 horas de imersão do ROV (distribuídos por dois mergulhos em locais distintos).





## RELATÓRIO DE PROGRESSO DO PROJECTO PROCOST

REL. PT-GM-01/93

Referem-se às principais actividades desenvolvidas e os resultados obtidos no decurso do segundo ano de execução do projecto PROCOST «Os Processos Costeiros e a Evolução do Litoral Português entre Espinho e Nazaré: Causas Naturais e Influências Antrópicas», subsidiado pela JNICT (N. PMCT/C/MAR/714.90).



## RELATÓRIO DO LEVANTAMENTO A SONAR LATERAL DA ZONA DE IMPLANTAÇÃO DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE VILA NOVA DE GAIA

REL. TF-GM-01/93

O presente relatório descreve os métodos e resultados do levantamento a sonar lateral da zona de implantação do emissário submarino de Vila Nova de Gaia.

Este trabalho foi realizado a pedido da Companhia Portuguesa de Trabalhos Portuários.



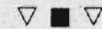
## RECONHECIMENTO GEOFÍSICO DA BAÍA DO PORTO GRANDE — ILHA DE S. VICENTE — CABO VERDE

REL. TF-GM-02/93

O presente relatório descreve todas as fases do projecto GM 41.02/93, constituído por um levantamento geofísico e hidrográfico que decorreu em Agosto e Setembro de 1992, na baía do Porto Grande, na Ilha de S. Vicente, na República de Cabo Verde e que foi efectuado pela equipa de Métodos Geofísicos da Divisão de Geologia Marinha e pela Brigada Hidrográfica N.º 1 do Instituto Hidrográfico, a pedido do LNEC — Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

O objectivo do trabalho foi a obtenção de informação relativa à natureza e morfologia do fundo, nomeadamente dos valores das espessuras de sedimentos não-consolidados, por forma a facultar ao cliente dados que permitam avaliar os custos de dragagens a efectuar naquela zona e permitir o acesso ao porto de navios de maior deslocamento.

Para execução do levantamento efectuaram-se fiadas de sonar lateral, reflexão sísmica ligeira contínua e sondagem hidrográfica, cobrindo-se uma área aproximadamente de 700 000 m<sup>2</sup> dentro do referido porto. O fundo apresenta-se regular e homogéneo, de natureza predominantemente arenosa, assentando os sedimentos não-consolidados sobre antigas escoadas lávicas e/ou mantos piroclásticos, de forma irregular.



## ESTUDO DAS ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DE EXUTORES NA CALHETA, PONTA DO SOL E PORTO MONIZ — ILHA DA MADEIRA

REL. TF-GM-03/93

O presente relatório descreve os métodos e resultados dos levantamentos hidrográficos, a sonar lateral e de sísmica ligeira de reflexão aplicados nas áreas da Calheta, Ponta do Sol e Porto Moniz. Foi possível através da análise dos registos obter um conhecimento preciso da morfologia dos fundos e da estrutura da camada sedimentar sobrejacente ao solo rochoso.

Este trabalho foi realizado a pedido da Secretaria Regional do Equipamento Social da Região Autónoma da Madeira. (Emissário).



## ESTUDO GRANULOMÉTRICO DE SEDIMENTOS (TRABALHO REALIZADO A PEDIDO DA PARQUE EXPO SA)

REL. TF-GM-05/93

Descrevem-se as campanhas de colheitas de amostras verticais e superficiais de sedimentos realizadas na zona do estuário do Rio Tejo envolvente da futura EXPO'98, bem como os resultados das análises granulométricas obtidas.

Os trabalhos de mar decorreram a 23 e 24 de Agosto de 1993 a bordo da lancha *Rotork*, e foi suportado pela empresa PARQUE EXPO S.A., que solicitou o trabalho.



## REUNIÃO DO SG4 DO TSGCE DA NATO 3.ª REUNIÃO CONJUNTA DO SG4 E DO SC DO NATO PROJECT, 31.ª REUNIÃO DO SC DO NATO GPS PROJECT (32.ª)

REL. MR-MN-01/93

Neste relatório faz-se uma descrição dos pontos mais importantes das agendas de trabalhos da 32.<sup>a</sup> Reunião do sub-Group Four (SG4) — Navigation — do tri-Service Group on Communications and Electronics (TSGCE) da NATO, da 3.<sup>a</sup> reunião conjunta do SG4 e do Steering Committee (SC) do NATO Navstar-GPS Pproject (N-GPS-P). Estas reuniões realizaram-se sucessivamente de 13 a 16 de Abril de 1993 no Quartel-General da NATO (QG NATO) em Bruxelas.



#### **PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA DO UAM CREOULA**

REL. TF-MN-01/93

Este relatório descreve as provas de determinação dos elementos evolutivos da UAM *Creoula*. Este trabalho decorreu em Sesimbra, no dia 26 de Março de 1993, tendo sido efectuadas curvas de giração para os dois bordos e com diferentes ângulos de leme, provas de extinção natural e extinção forçada de velocidade e uma prova de simulação da manobra de largada.



#### **PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA DO NRP DRAGÃO**

REL. TF-MN-02/93

Este relatório descreve as provas de determinação dos elementos evolutivos do NRP *Dragão*. Este trabalho decorreu em Sesimbra, no dia 5 de Maio de 1993, tendo sido efectuadas curvas de giração para os dois bordos e provas de governo a vante.



#### **PROVAS E GOVERNO E MANOBRA DO NRP VASCO DA GAMA**

REL. TF-MN-03/93

Este relatório descreve a realização das provas que completam a determinação dos elementos evolutivos do NRP *Vasco da Gama*. Este trabalho decorreu em Sesimbra, no dia 25 de Agosto de 1993, tendo sido efectuadas curvas de giração para os dois bordos, com diferentes regimes de máquinas e ângulos de leme, bem como provas de velocidade a dez regimes diferentes.



#### **PARTICIPAÇÃO NA XI REUNIÃO DA COMISSÃO DE METEOROLOGIA MARÍTIMA. ANEXOS D E E**

REL. MR-SN-01/93

Este relatório relata a participação do representante do Instituto Hidrográfico e simultaneamente da organização internacional na XI Reunião da Comissão de Meteorologia Marítima da Organização Meteorológica Mundial.



#### **PARTICIPAÇÃO NA XI REUNIÃO DA COMISSÃO DE METEOROLOGIA MARÍTIMA. ANEXO C. PARTE II**

REL. MR-SN-01/93

Este relatório relata a participação do representante do Instituto Hidrográfico e simultaneamente da organização internacional na XI Reunião da Comissão de Meteorologia Marítima da Organização Meteorológica Mundial.



#### **PARTICIPAÇÃO NA XI REUNIÃO DA COMISSÃO DE METEOROLOGIA MARÍTIMA. ANEXO C. PARTE I**

REL. MR-SN-01/93

Este relatório relata a participação do representante do Instituto Hidrográfico e simultaneamente da organização internacional na XI Reunião da Comissão de Meteorologia Marítima da Organização Meteorológica Mundial.



#### **PARTICIPAÇÃO NA XI REUNIÃO DA COMISSÃO DE METEOROLOGIA MARÍTIMA**

REL. MR-SN-01/93

Este relatório relata a participação do representante do Instituto Hidrográfico e simultaneamente da organização internacional na XI Reunião da Comissão de Meteorologia Marítima da Organização Meteorológica Mundial.



### REUNIÃO ESTATUTÁRIA DO ICES – 30 SET. 1993

REL. MR-OF-02/93

Documenta-se a participação do técnico superior António Jorge da Silva nas sessões científicas da reunião estatutária de 1993, do Conselho Internacional para a Exploração do Mar (CIEM-ICES), nomeadamente nas sessões do Comité Hidrográfico. Dedicou-se particular atenção à sessão temática sobre dinâmica do afloramento, da qual o autor do relatório foi co-promotor.

Dá-se conta de algumas modificações ocorridas na estrutura da reunião estatutária e de modificações com vista a aprofundar a participação nacional nas actividades científicas enquadradas pelo ICES, nomeadamente nas relacionadas com projectos internacionais em que o Instituto Hidrográfico participa.



### APOIO DE POSICIONAMENTO E MEDIÇÃO DE CORRENTES NA CAMPANHA DE MONITORIZAÇÃO DAS ÁGUAS DA COSTA DO ESTORIL

REL. FT-OF-01/93

Descreve-se o apoio de posicionamento com GPS a bordo da UAM *Actínia* para aquisição de dados de qualidade ambiental, no rio Tejo, por uma equipa do Instituto de Tecnologias Ambientais do INETI. Este relatório apresenta ainda o perfil vertical da corrente observada em cada estação, a três profundidades, no início de cada amostragem de qualidade.

Este trabalho realizou-se por solicitação do Gabinete de Saneamento Básico da Costa do Estoril, inserindo-se no projecto de monitorização da área, tendo decorrido nos dias 21 e 22 de Outubro de 1993.

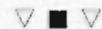


### AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS DE CORRENTES NA AMPLIAÇÃO DO CAIS DE DESCARGA DE COMBUSTÍVEIS DO CARREGADO

REL. PT-OF-01/93

Este relatório descreve as acções de campo, o processamento efectuado e apresenta os resultados obtidos com três correntómetros Aanderaa fundeados nas posições 39° 00' 32.5" N 8° 56' 21.1" W,

39° 00' 21.4" N 8° 56' 21.7" W e 39° 00' 16.1" N 8° 56' 29.6" W a 1.8 m da superfície na zona adjacente aos cais de descarga de combustível da Central Térmica do Carregado, durante o período de 22/10/92 a 2/3/93.



### AMPLIAÇÃO DO CAIS DE DESCARGA DE COMBUSTÍVEL EDP CARREGADO: AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS DE METEOROLOGIA

REL. PT-OF-02/93

Este relatório descreve os resultados obtidos com uma estação meteorológica automática Aanderaa 2700, instalada no parque de bombas da Central Térmica do Carregado, posição 39° 00' 30.1" N, 8° 56' 25.1" W nos meses de Dezembro de 1992, Janeiro e Fevereiro de 1993.



### DADOS DE TEMPERATURA 1991-1992

REL. PT-OF-03/93

Com o objectivo de alimentar a futura base de dados batitermográficos, processou-se à informação disponível dos dois últimos anos. Partindo de uma cobertura da Zona Económica Exclusiva por uma malha com elementos de 1, seleccionaram-se as estações correspondentes à mesma área geográfica e por época sazonal e fez-se o estudo comparativo dos perfis de temperatura identificando as estruturas da camada superficial e da termoclina.

É apresentada a implantação geográfica das estações BT realizadas por navios da Armada, assim como das efectuadas a bordo do NRP *Almeida Carvalho*, no cruzeiro oceanográfico CECIR-XIX, no âmbito do projecto de cooperação com a Universidade dos Açores.



### AMPLIAÇÃO DO CAIS DE DESCARGA DE COMBUSTÍVEL EDP-CARREGADO: AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS DE METEOROLOGIA

REL. PT-OF-04/93

Este relatório descreve os resultados obtidos com uma estação meteorológica automática Aanderaa 2700,

instalada no parque de bombas da Central Termoelétrica do Carregado, posição  $39^{\circ} 00' 30.1''$  N,  $8^{\circ} 56' 25.1''$  W nos meses de Março a Junho de 1993.



### CONTRIBUIÇÃO DO INSTITUTO HIDROGRÁFICO PARA O PROJECTO JNICT 87344: RESULTADOS DO CRUZEIRO CECIR XIV, MAIO DE 1988

REL. TF-OF-01/93

O cruzeiro CECIR XIV, realizado a bordo do NRP *Almeida Carvalho*, visava observar o devir de uma postura de sardinha e relacioná-la com o transporte de massa. No presente relatório dá-se apenas conta das investigações de natureza física. Do ponto de vista dinâmico, o cruzeiro permitiu estudar a resposta do oceano costeiro à passagem de um sistema depressionário, que deu origem a uma rotação completa do vento. Associado às condições de vento variável, parecem ter-se desenvolvido ondas Rossby topográficas cuja manifestação mais nítida foi a presença de um sistema de dois jactos opostos junto ao bordo da plataforma, com uma largura próxima da do raio darcoclínico de deformação. Sobre a plataforma era observável uma célula de circulação ciclónica, centrada aproximadamente ao largo de Aveiro, delimitada junto ao bordo da plataforma pelo jacto interno, para S e provável que a resposta do oceano costeiro ao vento N tenha sido modulada pela presença de ondas topográficas, obliterando as manifestações de afloramento, excepto na parte mais interna da plataforma, onde a resposta parece ter sido dominada pelo atrito.



### CONTRIBUIÇÃO DO INSTITUTO HIDROGRÁFICO PARA O PROJECTO JNICT 87344

REL. TF-OF-02/93

O cruzeiro CECIR XV, realizado a bordo do NRP *Almeida Carvalho*, visou a obtenção de uma imagem, com boa resolução espacial, da estrutura de massa sobre toda a plataforma continental norte fora da época de afloramento.

Iniciado após uma semana de vento N moderado, o cruzeiro decorreu durante um período de forçamento muito fraco. Ao longo do bordo da plataforma foi identificada uma corrente para Norte com valores máximos

à superfície, atingindo 38 cm... nas secções realizadas nos primeiros dias de cruzeiro, foi ainda possível detectar a ocorrência de afloramento costeiro, embora com uma circulação limitada a plataforma continental e, por isso, com fraca expressão superficial. A plataforma continental estava invadida por água do largo, apresentando grande homogeneidade vertical, com excepção das áreas sob influência directa do escoamento fluvial que parecia constituir a principal fonte de estratificação nas áreas mais perto da costa e junto à superfície. Sugere-se que eventuais áreas de retenção de larvas, a existirem sobre a plataforma, estariam relacionadas com este tipo de estratificação.



### EMISSUB. DA CALHETA, PONTA DO SOL E PORTO MONIZ: AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS DE CORRENTES

REL. TF-OF-03/93

Este relatório descreve as acções de campo, o processamento efectuado e apresenta os resultados obtidos com 6 correntómetros Aanderaa RCM 4s, fundeados nas zonas previstas para os emissários submarinos da calheta, Ponta do Sol e Porto Moniz, respectivamente nas posições  $32^{\circ} 42' 43.8''$  N,  $17^{\circ} 10' 35.1''$  W;  $32^{\circ} 42' 51.3''$  N,  $17^{\circ} 10' 33.5''$  W;  $32^{\circ} 40' 02.1''$  N,  $17^{\circ} 06' 41.0''$  W;  $32^{\circ} 40' 22.1''$  N,  $17^{\circ} 06' 14.4''$  W;  $32^{\circ} 53' 03.2''$  N,  $17^{\circ} 10' 39.9''$  W;  $32^{\circ} 52' 37.2''$  N,  $17^{\circ} 10' 29.2''$  W, no período de 17 de Junho a 1 de Julho de 1992.

Este relatório constitui o vol. II do REL. TF-GM-03/93.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO CANAL DO TERMINAL DE SÓLIDOS DA QUIMIGAL E BACIAS DE MANOBRA E ESTACIONAMENTO

REL. FT-LH-01/93

Levantamento hidrográfico do canal do terminal de sólidos da Quimigal e bacias de manobra e estacionamento, efectuado à escala 1:1000, a pedido da empresa Atlanport, SA, com o objectivo de verificar uma dragagem e permitir o cálculo de volume de dragados.

A área de sondagem compreendeu o canal de acesso, bacia de manobra e bacias de estacionamento dos cais

1, 2, e 5 do terminal de sólidos da Quimigal. O posicionamento foi assegurado pelo sistema Polarfix.

Na sondagem foi utilizada a embarcação *Formigão*, onde foi montada uma sonda Atlas Deso 20 CH.

Os trabalhos de campo decorreram entre 19 e 26 de Janeiro de 1993 e o levantamento foi redigido nas pranchetas 47A1/93S, 47B1/93S, 47C1/93S e 47D1/93ST.



### APOIO DE POSICIONAMENTO À PROSPECÇÃO GEOFÍSICA NO LOCAL DA NOVA PONTE SOBRE O TEJO

REL. FT-LH-03/93

O apoio de posicionamento à prospecção geofísica no local da nova ponte sobre o rio Tejo foi solicitado pelo LNEC tendo sido executado a bordo da embarcação *Fisália* onde embarcou uma equipa do LNEC com respectivo equipamento.

O trabalho começou no dia 9 de Dezembro de 1992, tendo-se trabalhado nos períodos de 9 a 11 de Dezembro, 4 a 8 de Janeiro e 15 a 19 de Fevereiro, durante os quais a maré era mais favorável e quando a equipa do LNEC tinha disponibilidade.

O posicionamento foi assegurado por duas distâncias Trisponder e foi usada uma sonda Atlas Deso 20.

O levantamento foi redigido à escala 1:5000, nas pranchetas 48A1/93HS e 48B1/HS.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO EXPEDITO DO CANAL DE ALCOCHETE

REL. FT-LH-04/93

O levantamento hidrográfico expedito do canal de Alcochete foi efectuado no dia 1 de Fevereiro de 1993, tendo como objectivo avaliar as condições de navegabilidade do canal, por uma embarcação que iria transportar S. Ex.<sup>a</sup> o Presidente da República, no dia 3 de Fevereiro numa visita a Alcochete integrada na «Presidência Aberta na Área Metropolitana de Lisboa».

O posicionamento foi assegurado por duas distâncias Trisponder e foi usada a embarcação *Formigão* equipada com sonda Atlas Deso 20.

O levantamento foi redigido na prancheta 48A2/93S à escala 1:5000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NA ZONA DE SONDAS DUVIDOSAS DO MAR DA PALHA

REL. FT-LH-05/93

O levantamento hidrográfico na zona de sondas duvidosas no «Mar da Palha» foi efectuado durante os meses de Janeiro/Fevereiro, para investigação e localização de sondas duvidosas naquela área, em virtude do navio mercante *Berge Helene* ter referido que no dia 9 de Maio de 1992 encalhou em fundos de 8.5 metros, numa posição onde a carta náutica indica cerca de 12 metros.

Foi ainda efectuado um levantamento a sonar lateral, que para o efeito contou com o apoio do NRP *Andromeda*, tendo sido um posicionamento assegurado por um sistema misto Trisponder/Teodolito T16. Estes levantamentos destinaram-se a completar a informação obtida no levantamento efectuado em 1992 naquela mesma zona.

O levantamento hidrográfico foi efectuado à escala 1:2500 tendo-se utilizado as embarcações de sondagem UAM *Fisália* e *Formigão* equipadas com sistema de posicionamento Trisponder e sondador Atlas Deso 20. Nos locais onde este levantamento ou o levantamento a sonar lateral indicaram a existência de obstruções foi adensada a sondagem à escala 1:500, sendo neste caso o posicionamento assegurado por teodolitos Wild T16. A embarcação de sondagem utilizada foi a *Formigão* equipada com um sondador Atlas Deso 20.

A sondagem foi redigida nas pranchetas 47A2/93S; 47B2/93S; 47C2/93S à escala 1:2500 para a primeira, e 1:500 para as seguintes. O levantamento a sonar lateral foi redigido na prancheta 47A2/93SL à escala 1:5000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO CANAL DO ALFEITE

REL. FT-LH-06/93

O presente levantamento hidrográfico do canal do Alfeite e bacia de manobra, foi executado por uma equipa da BHI com o objectivo de confirmar a cota da dragage 7.5 m ao ZH.

Este levantamento foi solicitado pelo Estado-Maior da Armada.

Foi utilizada a embarcação *Formigão* equipada com sondador Atlas Deso 22. O posicionamento foi obtido com o sistema de radiolocalização laser Polarfix.

Foram executadas 86 fiadas espaçadas de 25 metros e 5 fiadas de verificação, que cobriram no total uma

área de 0.81 km<sup>2</sup>, tendo sido percorridos 48.5 km de perfis.

O levantamento hidrográfico foi redigido na prancheta 47A4/93S.



### TRABALHO DE APOIO À ADMINISTRAÇÃO DO PORTO DE SINES (FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PORTUÁRIAS) FEVEREIRO DE 1993

REL. FT-LH-07/93

Refere-se o presente relatório aos levantamentos hidrográficos efectuados no Porto de Sines, no período de 24/2/93 a 1/3/93 no apoio à fiscalização de obras portuárias, conforme acordo firmado entre o Instituto Hidrográfico (IH) e a Administração do Porto de Sines (APS).

Foram efectuados levantamentos no molhe Oeste e no porto de construção. Todos os levantamentos foram redigidos à escala 1:500.

Na execução da sondagem foi utilizado um sondaador ultra-sonoro Atlas Deso 20, sendo o posicionamento obtido por Polarfix (sistema de posicionamento por laser).

As sondagens foram reduzidas ao Zero Hidrográfico (ZH).



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PORTO DE SESIMBRA

REL. FT-LH-09/93

O presente trabalho tem por objectivo a actualização da Carta 79 devido a alterações resultantes do prolongamento do molhe Sul e das recentes construções portuárias junto à Praínha.

Foi utilizado um bote *Zebro IV* equipado com sonda Atlas Deso 10. O posicionamento foi assegurado por métodos visuais (Teodolito T16) para as escalas 1:1000 e 1:2000, tendo sido utilizado o sistema Trisponder para guiamento no levantamento à escala 1:2000.

Foram executadas fiadas num total de cerca de 57 km com espaçamento correspondendo a uma área de 0.8 km<sup>2</sup>.

O trabalho foi redigido em material indeformável nas pranchetas 79A1/92ST, 79B1/92S e 79C1/92S.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DA BARRA E RIA DE ALVOR

REL. FT-LH-10/93

O levantamento hidrográfico da barra e ria de Alvor foi efectuado na última semana de Maio e na primeira de Junho de 1993, tendo em vista a actualização de informação para a nova edição da Carta 88, e vem na sequência de trabalhos de construção de molhes de protecção da barra do Alvor e da dragagem de um canal e de uma bacia de manobra na ria de Alvor. Este levantamento compreendeu uma área exterior, na vizinhança da barra, e uma área interior da ria.

A área exterior foi limitada a Norte pela linha de costa, a Oeste pelo meridiano 8° 38' W, a Sul por uma linha recta sensivelmente paralela à linha de costa e distante desta entre 900 e 1200 metros e a Este pelo meridiano 8° 36' W. Desta área, a parte mais próxima da barra foi levantada à escala 1:2500 da bacia de manobra, junto ao Alvor, e do canal que liga a barra a esta bacia.

Procedeu-se também ao levantamento topográfico da linha de praia-mar ao longo da praia, para ambos os lados da barra, dos dois molhes de protecção da barra e, no interior da ria, da linha de praia-mar correspondente às áreas modificadas em virtude das obras portuárias efectuadas.

A redacção do levantamento foi efectuada nas pranchetas 88A1/93ST, à escala 1:5000, 88B1/93ST e 88C1/93ST, à escala 1:2500.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PORTO DE ABRIGO DE PORTO SANTO

REL. FT-LH-11/93

O presente levantamento hidrográfico foi executado, com a finalidade de verificar o estado de assoreamento do interior do porto de abrigo de Porto Santo, por uma equipa da Brigada Hidrográfica n.º 1, em colaboração com a guarnição do NRP *Auriga*, durante a deslocação que este navio efectuou à Região Autónoma da Madeira.

O levantamento decorreu de 5 a 9 de Junho. Foi utilizado um bote *Zebro IV* equipado com uma sonda ultra-sonora Atlas Deso 22.

O posicionamento foi obtido a teodolito sendo a escala de trabalho de 1:2000.

Foi coberta uma área de cerca de 0.32 km<sup>2</sup>, tendo sido percorridos 19 km em fiadas. Executou-se a topo-

grafia do Molhe W e de outras estruturas portuárias alteradas.

O levantamento foi implantado na prancheta 155A1/935 à escala 1:2000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PASSE DA BARRA GRANDE DO PORTO DE LISBOA

REL. FT-LH-12/93

A primeira fase do levantamento hidrográfico do passo da barra grande do Porto de Lisboa para o controlo da dragagem e estudo da evolução dos fundos foi executado por uma equipa da BHI em Abril de 1993 por solicitação da Administração do Porto de Lisboa.

Foi utilizada a embarcação *Coral* equipada com um sondador Atlas Deso 20, assegurando-se o posicionamento através do sistema de radiolocalização Trisponder.

Foram executadas 90 fiadas de sondagem perpendiculares ao eixo da barra, e 15 paralelas a Este, no extremo SW da mesma, com espaçamento médio de 50 metros, cobrindo uma área de 3.64 km<sup>2</sup> num total de 87.7 km de perfis percorridos.

O levantamento foi redigido na prancheta 45A1/93S à escala 1:5000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO JUNTO À ESTACADA 3 NO PORTO DE SETÚBAL

REL. FT-LH-13/93

Este levantamento hidrográfico junto à estacada 3, foi executado nos dias 5 e 6 de Maio, por uma equipa da BHI, por solicitação da Capitania do Porto de Setúbal, a fim de verificar as condições de utilização deste cais pelas fragatas classe *Vasco da Gama*.

Aproveitou-se a oportunidade para estender a área de sondagem de forma a cobrir uma zona que não foi sondada entre as áreas cobertas pelos levantamentos executados em 1991 e 1992.

Foi utilizada uma sonda Atlas Deso 20, acoplada ao sistema Polarfix, instalado na embarcação *Dory*.

Foram efectuados 24 km de perfis correspondendo a uma área de 0.3 km<sup>2</sup>.

O levantamento foi redigido na prancheta 81A1/93S, à escala 1:2000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO CANAL/BACIA DE MANOBRA ESTACIONAMENTO DO TERMINAL DA QUIMIGAL

REL. FT-LH-14/93

O presente relatório refere-se ao levantamento hidrográfico do canal e da bacia de manobra e estacionamento do terminal de sólidos da Quimigal, no Barreiro, efectuado nos dias 18, 19 e 20 de maio de 1993, por uma equipa da BHI, a pedido da empresa Atlantport, SA destinando-se a verificar a dragagem efectuada.

A zona sondada do canal e as bacias de manobra e estacionamento foram sondadas com a embarcação *Dory*, equipada com uma sonda Atlas Deso 22 sendo o posicionamento assegurado com o sistema Polarfix.

A sondagem foi redigida à escala 1:100 na prancheta 47A3/93S.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NO RIO DOURO — ALBUFEIRA

REL. FT-LH-15/93

O presente relatório refere-se ao levantamento hidrográfico efectuado em Junho de 1993 no rio Douro (albufeira de Crestuma/Lever) na zona compreendida entre a barragem e uma secção transversal sensivelmente a meio do troço do rio entre as curvas de Pé de Mouro e Esposade.

O levantamento foi solicitado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) para a realização de um estudo em modelo matemático da albufeira de Crestuma, junto à central térmica da Tapada do Outeiro.

A sondagem foi redigida à escala 1:5000.

Na execução do levantamento foi utilizada a embarcação *Dory* equipada com um sondador ultra-sonoro Atlas Deso 20.

O posicionamento foi assegurado pelo sistema Polarfix.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DA ZONA ADJACENTE AO CAIS DE MUNIÇÕES NATO — PORTINHO DA COSTA

REL. FT-LH-18/93

Com o objectivo de estudar a evolução batimétrica e controlo pós-dragagem numa zona adjacente ao cais

de munições (NATO) do Portinho da Costa, a BH2, efectuou no mês de Junho de 1993, um levantamento hidrográfico desta área na escala de 1:500.

O posicionamento foi assegurado por Polarfix e por três azimutes de Teodolito TI6.

No levantamento, foi utilizada a embarcação *Formigão*, equipada com sondador acústico Deso 20-2 canais.

O levantamento foi solicitado pela Direcção do Depósito de Munições NATO.



## LEVANTAMENTO OCEÂNICO — CARTA 22

REL. FT-LH-19/93

O presente levantamento hidrográfico teve como objectivo a actualização da Carta 22. O levantamento foi efectuado à escala de 1:50 000 numa área entre Aveiro e a Figueira da Foz, limitada a Sul pelo paralelo de 40° 14' N, a Oeste pela batimétrica dos 500 metros, a Norte pelo paralelo de 40° 25' N e a Leste pelo meridiano de 09° 14' W.

O posicionamento foi assegurado por sistema GPS Diferencial, utilizando transmissão de dados via HF, com a estação de referência montada na Praia de Mira (Aveiro). Foi utilizado o sistema Hidrosis para condução de sondagem e aquisição de dados.

Os trabalhos de campo decorreram entre 14 e 30 de Julho de 1992 a bordo do NRP *Andromeda*.

O resultado final do levantamento foi redigido na prancheta 22A1/93S.



## LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO CANAL DE ACESSO À DOCA DE COMÉRCIO E AOS ESTALEIROS NAVAIS DE VIANA DO CASTELO

REL. FT-LH-20/93

O presente levantamento foi executado a pedido dos Estaleiros Navais de Viana do Castelo para o controlo da dragagem efectuada no novo canal de acesso aos estaleiros, tendo por vista o posterior estudo de um novo enfiamento de entrada para o anteporto e bacia de manobra dos estaleiros.

O levantamento teve 3 fases distintas compreendendo sondagem a sonar lateral, sondagem hidrográfica e posterior sondagem de adensamento para investigar eventual existência de rochas.

Foram assim utilizadas as embarcações UAM *Fisália*, embarcação semi-rígida e bote *Zebro IV* equipados com sonda Atlas Deso 22, sendo o posicionamento assegurado a teodolito para a 1.<sup>a</sup> e última fase, e sistema Polarfix para a sondagem hidrográfica.

O levantamento foi executado à escala 1:1000 sendo efectuadas 100 fiadas de verificação.

A fase de adensamento compreendeu a cobertura de 4 pequenas zonas à escala de 1:250.

O levantamento foi redigido nas pranchetas 53A2/93S, 53A2/93SL, 53D2/93S e 53E2/93S à escala 1:250.



## LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PASSO DA BARRA GRANDE DO PORTO DE LISBOA

REL. FT-LH-22/93

A segunda fase do levantamento hidrográfico do passo da barra do Porto de Lisboa para controlo de dragagem e estudo de evolução dos fundos foi efectuado pela BH2 em Setembro de 1993, por solicitação da Administração do Porto de Lisboa.

Foi utilizada a embarcação *Coral* equipada com um sondador Atlas Deso 20, assegurando-se o posicionamento através do sistema de radiolocalização Trisponder. Foram efectuados 90 fiadas de sondagem perpendiculares ao eixo da barra, e 15 paralelas a Este, no extremo SW da mesma, com um espaçamento médio de 50 metros, cobrindo uma área de 3,25 km<sup>2</sup> num total de 89 km de perfis percorridos.

O levantamento foi redigido na prancheta 45A2/93S à escala 1:5000.



## LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO JUNTO À PONTE-CAIS DA BASE AÉREA N.º 6 DO MONTIJO

REL. FT-LH-23/93

O presente relatório refere-se ao levantamento hidrográfico efectuado por um grupo da BHI, em Agosto de 1993, junto à ponte-cais da Base Aérea n.º 6 (BA6) no Montijo.

Este levantamento foi solicitado pela Força Aérea Portuguesa, com o objectivo de verificar o assoreamento e calcular o volume de dragados.



A sondagem foi redigida à escala 1:500 na prancheta 47A6/93ST.

Na execução da sondagem foi utilizada a embarcação *Formigão* equipada com sonda Atlas Deso 20 e sistema de posicionamento Polarfix.



### PESQUISA DE SONDA DUVIDOSA NA ÁREA DA CARTA 108, JUNHO DE 1992

REL. FT-LH-25/93

O presente levantamento hidrográfico tem como objectivo a verificação da existência de uma sonda duvidosa de 60 metros, assinalada na Carta 107. A referida sonda situa-se a Oeste da ilha de Santa Maria, na latitude 36° 58' N e longitude 25° 20' W.

A sondagem foi efectuada no NRP *Almeida Carvalho*, com uma equipa mista constituída pela guarnição deste navio e pessoal da BH2.

O posicionamento foi assegurado pelo sistema GPS Diferencial, utilizando transmissão de dados via HF.

Os trabalhos de campo decorreram entre 24 e 25 de Junho de 1992. O resultado final do levantamento foi redigido na prancheta 108A1/92S.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NO CANAL DE S. VICENTE

REL. FT-LH-27/93

O presente levantamento foi solicitado ao Instituto Hidrográfico pela Direcção-Geral de Marinha Mercante e Portos de Cabo Verde para o estudo da implantação duma conduta submarina ligando a ilha de Sto. Antão e Ilha de S. Vicente. Foi utilizado o rebocador *Damão*, cedido pela Enapor, com um sondador Atlas Deso 20 com 2 feixes de emissão e sistema de posicionamento Trisponder.

Foram executadas 21 fiadas de sondagem ao longo duma faixa rectangular com 15 km de comprimento e 1 km de largura, com um espaçamento de 50 metros até à profundidade de 200 metros e 100 metros para profundidades superiores.

A sondagem foi redigida em 3 pranchetas 205A1/92S, 205B1/92S e 205C1/92S à escala 1:5000.



### LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO EM ALGÉS

REL. FT-LH-28/93

Levantamento topográfico de um aterro junto à praia de Algés.

Este levantamento destina-se a actualizar a Carta 46.

Foi executado por uma equipa da Divisão de Levantamentos e nele participaram alguns alunos do curso de especialização em Hidrografia, que na altura estagiavam na Divisão.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PORTO DE SETÚBAL (2.ª FASE)

REL. FT-LH-29/93

O presente levantamento hidrográfico executado por uma equipa da BH1, constituiu a 2.ª fase do levantamento hidrográfico do porto de Setúbal, destinado à edição de uma nova carta da zona. Foi executado entre 11 de Novembro de 17 de Dezembro de 1992.

Foram utilizadas as embarcações *Bertran*, *Fisália* e *Zebro IV*. O posicionamento foi obtido com o sistema de radioposicionamento Trisponder, para a escala 1:5000 e teodolito para a escala 1:500.

Foi coberta uma área de sondagem de 23.37 km<sup>2</sup> tendo sido percorridos 554.9 km de perfis. Foi ainda efectuado um levantamento topográfico na zona Norte do estuário entre os estaleiros da Saúde e a descarga da água da central termoeléctrica, encontrando-se implantado na prancheta 81C1/92ST à escala 1:5000. Além desta prancheta, foram ainda redigidas as pranchetas 81A1/92S, 81B1/92S e 81D1/92S à escala 1:5000 e 81E1/92ST a 1:500, correspondendo esta última à pesquisa de uma pedra relatada como existente junto ao Molhe W da doca de pesca.



### APOIO DE POSICIONAMENTO A INSPECÇÃO AO EMISSÁRIO SUBMARINO DA GUIA

REL. FT-LH-33/93

A empresa Neosub solicitou ao Instituto Hidrográfico apoio para a inspecção do emissário submarino da Guia.

Em resposta ao solicitado o Instituto Hidrográfico participou nos trabalhos disponibilizando a UAM *Fisá-*

lia, um oficial e 2 praças para apoio de posicionamento com GPS Diferencial.

O trabalho decorreu nos dias 27, 28 e 29 de Outubro e dias 11 e 12 de Novembro tendo sido usado um sistema auxiliar de visão de fundo do mar.

Foram também efectuados vários mergulhos de inspecção por mergulhadores embarcados em pontos previamente escolhidos.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DA ZONA ADJACENTE À PONTE-CAIS DA AZINHEIRA

REL. FT-LH-16/92

O presente relatório refere-se ao levantamento hidrográfico efectuado por uma equipa da Divisão de Levantamentos em Novembro de 1992 na zona adjacente à ponte-cais das Instalações Navais da Azinheira, tendo em vista o estudo das medidas adequadas à futura utilização da referida ponte-cais pelas UAM's do IH.

O levantamento foi redigido à escala 1:1000.

Na execução da sondagem foi utilizada a embarcação *Formigão* equipada com um sondador ultra-sonoro Atlas Deso 20. O posicionamento foi assegurado pelo sistema Polarfix.



### PARECER SOBRE ALTURAS DE ONDA E NÍVEIS DE MARÉ NO FUNCHAL

REL. FT-OM-01/93

A fim de apoiar as obras previstas no aeroporto de Santa Catarina, foi solicitado ao Instituto Hidrográfico (IH) pela Sociedade de Construções Erg, SA., um parecer sobre níveis de maré e alturas significativas das ondas na faixa costeira junto ao aeroporto.

Em face dos dados disponíveis do IH, e uma vez que se supõe serem valores naquela zona praticamente idênticos aos observados no Funchal, foi elaborado o presente relatório contemplando:

a) Alturas de onda com base em dados recolhidos pelo ondógrafo fundeado a Sul da Ponta da Cruz, no período de Ago/89 a Nov/92.

b) Níveis de maré com base em dados recolhidos pelo marégrafo do Funchal nos anos de 1986 a 1991.



### ESTAÇÃO ONDÓGRAFO DA PONTA DE KA-HO/MACAU

REL. FT-OM-05/93

Este relatório apresenta a descrição do estabelecimento de uma estação ondógrafo com processamento em tempo real e observação da direcção da ondulação com o equipamento Simatha em Abril de 1993 na zona de Ka-Ho em Macau. O trabalho foi realizado sob proposta do Instituto Hidrográfico e a concordância da Direcção dos Serviços de Marinha de Macau, pelo facto do conjunto de equipamentos da estação de recepção, existentes desde Maio de 1984 se encontrarem obsoletos e fora de uso no IH.



### MEDIÇÃO DE CORRENTES, TEMPERATURAS E SALINIDADES NAS IMEDIAÇÕES DA DOCA DOS OLIVAIS E FOZ DO RIO TRANCÃO

REL. FT-OM-11/93

O presente relatório, da autoria do primeiro-tenente Oliveira Lemos, adjunto da Divisão de Ondas e Marés, contempla a apresentação dos resultados do processamento das medições de correntes, temperaturas e salinidades colhidas, de 19 a 26 de Agosto de 1993, nas imediações da doca dos Olivais e foz do Rio Trancão.

O trabalho insere-se numa prestação de serviços pelo Instituto Hidrográfico e Sociedade Parque Expo, SA., e destina-se a apoiar estudos em curso no LNEC, que conduzam ao enquadramento de soluções para minorar alguns dos problemas hidráulicos e de qualidade da água na zona do estuário do Tejo envolvente do espaço destinado à Expo'98.



### PARTICIPAÇÃO NA DELEGAÇÃO NACIONAL À XVII ASSEMBLEIA DA COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL

REL. MR-OM-03/93

O relatório refere-se à participação do representante Instituto Hidrográfico, na delegação portuguesa à XVII Assembleia da COI, realizada em Paris, no período de Março de 1993.

São descritos os objectivos, pontos de situação e orientações para os diversos programas, que sob a coor-

denação da COI, tratam das ciências do mar, serviços/sistemas de medições oceanográficas e cooperação entre países no respeitante à formação e transferência de tecnologia. São referidas as intervenções de outras representações consideradas de interesse.



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-04/93

No presente relatório indicam-se os contactos relevantes estabelecidos com as firmas presentes à Oceanology International 92, no sentido de encontrar equipamento adequado à medição dos movimentos de navios atracados, assim como às principais conclusões retiradas.

(NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-05/93

O presente relatório apresenta os principais resultados da missão ao laboratório de hidráulica de Delft, na Holanda, realizada pelos investigadores do LNEC eng. Tavares Cardoso e eng. Almeida Garrett, team-leaders das tarefas B1-4, B1-6, B1-8 e B1-9 do subprojecto B, e que ocorreu de 93-5-13 a 95-5-16, com o objectivo de discutir a aplicabilidade e possível aquisição de um sistema medidor do movimento de navios atracados desenvolvido pelo laboratório de Delft. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. MR-OM-06/93

Durante a reunião foram criticados os resultados da 1.<sup>a</sup> intercalibração realizada no âmbito do projecto e tomadas medidas para os melhorar.

Foram estabelecidas as tarefas a desempenhar no período seguinte e algumas com implicações até ao final do projecto.



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. PT-OM-01/93

Apresenta-se o balanço da actividade do projecto PO-WAVES realizada de 1 de Novembro de 1992 a 30 de Abril de 1993, assim como o relatório financeiro relativo ao mesmo período.

Dão-se conta das actividades técnicas e dos trabalhos publicados.

O relatório financeiro é apresentado na última parte. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. PT-OM-03/93

Apresenta-se o balanço da actividade do projecto PO-WAVES realizada de 1 de Maio de 1993 a 31 de Outubro de 1993, assim como o relatório financeiro relativo ao mesmo período.

Dão-se conta das actividades técnicas e dos trabalhos publicados.

O relatório financeiro é apresentado na última parte. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-01/93

Neste relatório, apresentam-se os resultados da passagem ao largo da agitação marítima local obtida na zona marítima adjacente à Figueira da Foz. Foram elaborados estudos de refacção com ondas irregulares para um ponto na zona marítima junto à Figueira da Foz e, com base em valores extrapolados de alturas de onda e períodos e direcções de onda associados locais, foi determinado o regime de agitação marítima ao largo. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-03/93

Neste relatório, apresentam-se os resultados da passagem ao largo da agitação marítima local obtida na zona marítima adjacente ao porto de Viana do Castelo. Foram elaborados estudos de refacção com ondas irregulares para um ponto na zona marítima junto ao porto de Viana do Castelo e, com base em valores extrapolados de alturas de onda e períodos e direcções de onda associados locais, foi determinado o regime de agitação marítima ao largo. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-04/93

Neste relatório faz-se o inventário de todos os dados de agitação marítima colhidos pelo Instituto Hidrográfico (IH) na estação da Figueira da Foz, entre Junho de 1981 e Março de 1990. Apresentam-se também alguns resultados referentes a parâmetros característicos da agitação marítima. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-07/93

Neste relatório, apresentam-se os resultados do tratamento estatístico dos extremos anuais das alturas de onda máximas e significativas observadas localmente nas proximidades de Sines. Aos valores extrapolados de alturas são associados períodos e direcções. (NATO PO-WAVES).

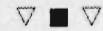


### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-08/93

Descrevem-se neste relatório os programas de computador auxiliares que, no âmbito deste projecto, foram

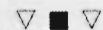
expressamente desenvolvidos para o tratamento de dados, com excepção do programa principal adapta, que já foi objecto de relatório específico. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-09/93

Neste relatório, apresentam-se os resultados da passagem ao largo da agitação marítima local obtida na zona marítima adjacente ao porto de Sines. Foram elaborados estudos de refacção com ondas irregulares para dois pontos na zona marítima junto a Sines e, com base em valores extrapolados de alturas de onda e períodos e direcções de onda associados locais, foi determinado o regime de agitação marítima ao largo. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-10/93

Neste relatório, apresentam-se os resultados das correlações entre alturas significativas (HMO), direcções médias para o período de pico (THTPI) e direcções médias para as baixas frequências (THLFI), na estação «offshore» SINESDW1 situada a 97 metros de profundidade e na estação «onshore» SINESDW6 situada a 50 metros de profundidade, na proximidade da cabeça do molhe Oeste do porto de Sines.

Os cálculos foram feitos com base em medições simultâneas efectuadas no período de Agosto de 1989 a Dezembro de 1990. As referidas estimas foram obtidas pelo método espectral, e foram apenas considerados os valores correspondentes à situação  $HMO > 3$  m na estação SINESDW1.

Em geral, foi encontrado um forte coeficiente de correlação, quer entre valores de HMO, quer entre valores de THTPI. No entanto, em regime de tempestade na estação ao largo de SINESDW1 ( $HMO > 5$  m), o coeficiente de correlação baixa e os modelos ajustados perdem consistência.

No que respeita aos períodos de pico (ou frequências de pico), todos os modelos considerados (quer lineares) conduzem a resultados insatisfatórios. (NATO PO-WAVES).



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-12/93

Dado o comportamento **claramente** não-linear do sistema navio — amarrações — defesas é necessário utilizar uma formulação no domínio do tempo, relacionando valores instantâneos de forças e movimentos, para determinar o comportamento de um navio amarrado. Contudo, o cálculo, quer das forças hidrodinâmicas devidas ao movimento do navio na água parada — problema de radiação — quer das forças de excitação exercidas pela agitação incidente do navio parado — problema de difracção — baseia-se, normalmente, num conjunto de coeficientes, obtidos para os mesmos problemas num conjunto discreto de frequências. Isto é, resolve-se primeiro um conjunto de problemas no domínio da frequência para estudar um problema no domínio do tempo. Neste relatório descreve-se o conjunto de testes realizados com um modelo numérico, composto de programas disponíveis comercialmente e reunidos pelo LNEC, que permite resolver o problema do navio amarrado numa situação exposta às ondas. (NATO PO-WAVES).



### ESTÁGIO NA UNIVERSIDADE DE LIVERPOOL — OCEANOGRAPHY LABORATORIES

REL. MR-QP-01/93

Este relatório descreve os temas tratados no estágio realizado de 14 a 21 de Março de 1993 na University of Liverpool — Oceanography Laboratories, Earth Sciences Department.



### REUNIÃO DOS RESPONSÁVEIS DO PROJECTO «EUROCRUDE» (2)

REL. MR-QP-02/93

Descreve-se neste relatório a deslocação da eng. Maria Teresa Leal Gonçalves Veloso dos Reis, do Núcleo de Portos e Praias do Departamento de Hidrau-

lica do LNEC, a Wallingford (Reino Unido), com o objectivo principal de participar no seminário «Waves at the Coast-Recent Developments», organizado pelo laboratório HR Wallingford Ltd.

Esta deslocação, realizada nos dias 26 a 30 de Maio de 1993, justificou-se pelo inegável interesse para o projecto dos assuntos abordados durante o seminário. (NATO PO-WAVES).



### RELATÓRIO SOBRE A PARTICIPAÇÃO NA CONFERÊNCIA MEET'N'93 (CHARLOTTESVILLE, VIRGINIA, 6-9 DE JUNHO DE 1993)

REL. MR-OM-07/93

Neste relatório, descrevem-se os aspectos essenciais da participação do primeiro-tenente Carlos Miguel R. S. Oliveira Lemos na Conferência MEET'N'93, que decorreu em Charlottesville, Virginia, entre os dias 6 e 9 de Junho de 1993.



### MISSÃO À REUNIÃO ANUAL DO PROJECTO LMER, REALIZADA EM ASTORIA, OREGON, EUA DE 16 A 19 DE OUTUBRO DE 1993

REL. MR-OM-08/93

Relatório elaborado pelo comandante Lopes da Costa, chefe da Divisão de Ondas e Marés do IH, relativo à sua participação na reunião anual do Projecto LMER, realizada em Astoria, Oregon, EUA, de 16 a 19 de Outubro de 1993, na qualidade de representante do director-geral do IH no Comité Coordenador do Programa de Cooperação Luso-Americano no domínio das ciências do mar. A participação naquela reunião foi precedida por uma visita ao Chesapeake Bay Laboratory, em Solomons, Maryland, EUA, de 14 a 15 de Outubro de 1993.

A missão foi apoiada financeiramente pela FLAD.

Dos encontros havidos com os restantes quatro elementos do Comité foi possível preparar sugestões, respeitantes à programação de actividades e orçamento, para a continuidade da cooperação luso-americana no domínio das ciências do mar.



### ESTÁGIO NO IFREMER — CENTRE DE BREST (FRANCA)

REL. MR-QP-03/93

De 5 a 9 de Outubro decorreu no «Institut Français de Recherche pour L'Exploration de la Mer — IFREMER, Centre de Brest» um estágio sobre a determinação de carbono e azoto total em sedimentos sob orientação do investigador Mr. Alain Aminot.



### ESTÁGIO NO BUNDESAMT FUR SEESCHIFFAHRT UND HYDROGRAPHIE — HAMBURG, ALEMANHA

REL. MR-QP-04/93

Este relatório descreve os temas tratados no estágio realizado de 20 a 27 de Junho de 1993 no Bundesamt fur Seeschiffahrt und Hydrographie — BSH, Hamburg, Alemanha.



### POLUIÇÃO POR HIDROCARBONETOS EM ZONAS OCEÂNICAS — 1991 E 1992

REL. TF-PQ-01/93

Têm sido efectuadas periodicamente colheitas para permitir a avaliação da qualidade da água da zona oceânica portuguesa no que respeita ao seu teor em hidrocarbonetos. Este relatório diz respeito a três séries de amostragens: uma efectuada em Julho/Agosto de 1991 na costa dos Açores, as outras duas em Outubro de 1991 e em Novembro de 1992 na costa de Portugal Continental.

Foram utilizados dois métodos de análise, um por espectrofotometria de infravermelho (I.R.) e outro por espectrofluorimetria de ultravioleta (U.V.F.). Os padrões utilizados não foram os mesmos e os dois métodos não são directamente comparáveis.

Os resultados obtidos permitem concluir que os valores determinados por I.R. não são indicadores de qualquer tipo de poluição. Os valores determinados por U.V.F. não são preocupantes.



### POLUIÇÃO POR HIDROCARBONETOS. ZONAS COSTEIRAS E INTERIORES

REL. TF-QP-02/93

Em 1991 e 1992 procedeu-se à recolha de amostras de água para determinação do teor em hidrocarbonetos nos estuários dos rios Tejo e Sado e nas rias de Aveiro e Faro.

As análises foram efectuadas por espectrofotometria de infravermelhos.

De acordo com critérios estabelecidos tendo em conta os teores normalmente encontrados em «mar aberto» conclui-se que para a totalidade dos pontos de amostragem foram encontrados doze teores em hidrocarbonetos que podem ser considerados elevados, distribuídos pela ria de Aveiro, rio Tejo e rio Sado.



### APOIO À AUTORIDADE PORTUÁRIA — RIA DE AVEIRO

REL. TF-QP-03/93

Na Ria de Aveiro, durante 1991 e 1992, decorreu um trabalho de amostragem e análise de água em cinco zonas consideradas prioritárias pela Capitania do Porto de Aveiro. Posteriormente as zonas de amostragem foram adoptadas pela Junta Autónoma do Porto de Aveiro, devido à maior frequência de acidentes de poluição ali ocorridos.

O trabalho contribuiu para melhor caracterizar a zona.



### VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA RIA DE AVEIRO

REL. TF-QP-04/93

Na Ria de Aveiro, durante 1992, efectuaram-se amostragens de água de dois em dois meses, de mexilhões e sedimentos uma vez no ano para controlo da qualidade do meio marinho.

Verificou-se que, exceptuando os casos do Largo do Laranjo e do Largo da Coroa, na generalidade dos pontos amostrados todos os parâmetros se encontravam dentro dos limites estabelecidos pelas directivas da CEE.

Não se verificou variação significativa dos vários parâmetros entre 1986 (VINHAS, 1987) e 1992.



### QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTOS NAS IMEDIAÇÕES DA DOCA DOS OLIVAIS E FOZ DO RIO TRANCÃO

REL. TF-QP-06/93

Apresentação de toda a informação solicitada pelo Parque Expo, SA, no âmbito da qualidade da água e sedimentos nas imediações da doca dos Olivais e rio Trancão.

Foram efectuadas colheitas de água de modo a cobrir dois ciclos de maré, sendo uma maré viva e outra maré média. Os parâmetros determinados foram o oxigéneo dissolvido, pH, sólidos em suspensão, nutrientes, metais pesados e hidrocarbonetos.

Foi ainda efectuada uma colheita de sedimentos de profundidade para a determinação de metais pesados, policlorobifenilos e pesticidas organoclorados e hidrocarbonetos.



### TOMOGRAFIA ACÚSTICA PARA OBSERVAÇÃO DO FUNDO DO MAR EM FUNDOS BAIXOS. PROJECTO MAST II-CEE

REL. MR-SE-01/93

Relatório que descreve a missão do comandante Valente Zambujo, do comandante Silva Dias e do técnico Tomás Ribeiro ao Saclant Undersea Research Center em La Spezia — Itália, de 16 a 23 de Janeiro de 1993.

O objectivo desta missão foi a familiarização dos técnicos responsáveis pelo projecto do IH com os restantes elementos da equipa do projecto, o qual é liderado pelo dr. Sergio de Jesus, e o estabelecimento de contactos com a tecnologia associada ao «Array» acústico existente no Saclant Center.



### RELATÓRIO DO ESTÁGIO SOBRE OS MARÉGRAFOS NGWLMS MAR 93

REL. MR-SE-02/93

Relatório do estágio efectuado nas instalações do AOS (Atlantic Operations Section) em Chesapeake, Norfolk, VA-USA, centro coordenado pela NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration),

no âmbito do programa GLOSS (Global Level of the Sea Surface), em que participaram dois elementos do Serviço de Electrotecnia do IH: comandante Eduardo Silva Dias e o técnico João Carlos Ribeiro, de 1 de Junho a 12 de Junho de 1992.

O objectivo da deslocação foi a tomada de conhecimentos técnicos sobre um marégrafo de tecnologia avançada, o NGWLMS (Next Generation Water Level Measurement System), concebido pela Sutron, de modo a permitir futura instalação, operação e manutenção destes equipamentos em território nacional, ao abrigo do referido programa.



### RELATÓRIO DO ESTÁGIO SOBRE EQUIPAMENTO AANDERAA DO CHEFE DO SERVIÇO DE ELECTROTECNIA COMANDANTE VALENTE ZAMBUJO

REL. MR-SE-03/93

Relatório do estágio efectuado na fábrica Aanderaa Instruments em Bergen, Noruega, do chefe do Serviço de Electrotecnia capitão-de-fragata Herlander Valente Zambujo no período de 12 a 16 de Outubro de 1992.

O objectivo da deslocação foi efectuar um curso de operação, manutenção e métodos de calibração dos equipamentos Aanderaa, e obter conhecimento dos vários sistemas e equipamentos concebidos e manufacturados pela Aanderaa Instruments.



### MANUAL TÉCNICO DAS CAIXAS ALIMENTADORAS PARA MEMÓRIAS DE ESPAÇO SÓLIDO AANDERAA DSU 2990

REL. MT-SE-01/93

Os instrumentos Aanderaa da nova geração (correntómetros, registadores de cadeias de termístores, marégrafos, estações meteorológicas, etc.) armazenam os dados que recolhem em unidades de memória de estado sólido (Data Storage Unit — DSU Modelo 2990).

Cada DSU possui uma pilha interna de lítio, absolutamente essencial para manter os dados em memória.

As DSU's 2990 da primeira versão permitem a substituição dessa pilha, cuja duração máxima não ultrapassa os 8 meses, mas os dados «volatilizam-se» com o esgotamento da pilha enquanto que nas DSU's da segunda versão (com EEPROM's) a duração pode atingir 7 anos,

embora a pilha não seja acessível do exterior, obrigando a recorrer ao fabricante para sua substituição.

Se as DSU's estiverem alimentadas a partir de uma fonte externa, o consumo eléctrico da pilha interna é eliminado e conseguir-se-á uma maior autonomia da mesma, além da maior segurança na manutenção dos dados até à utilização seguinte, especialmente em relação às DSU's mais antigas.

Com este objectivo, foram construídas para 12 unidades, operando a partir dos 220 V da rede e possuindo uma pilha de 9 v interna como segurança em caso de falha da tensão da rede.



## **PARTICIPAÇÃO DO INSTITUTO HIDROGRÁFICO NA EXPOSIÇÃO «TEMÁTICA DE MARINHA»**

REL. MR-PB-01/93

O presente relatório refere-se às reuniões preparatórias para a exposição «Temática de Marinha» que teve lugar no Forum Luísa Todi, em Setúbal, por ocasião do Dia da Marinha e das Forças Armadas.

Descreve ainda o modo como decorreu a exposição e enumera o material exposto por parte do Instituto Hidrográfico.





RESUMOS DE RELATÓRIOS

**1994**



**CRUZEIRO (PLUTUR) 2/93**

REL. FT-GM-03/94

Este relatório descreve a forma como decorreu o cruzeiro Plutur 2/91, promovido pelo Instituto Hidrográfico, de 22 de Novembro a 3 de Dezembro de 1993.

O cruzeiro integrou-se no projecto europeu (OMEX), subsidiado pelo programa Mast II e visou o estudo dos processos de transferência de matéria particulada de origem continental, na área compreendida entre o cabo Raso e o canhão submarino de Setúbal.

No decurso do cruzeiro ocuparam-se 78 estações, sendo 43 na zona dependente do rio Tejo e 35 na do rio Sado. Em cada uma delas, geralmente, procedeu-se à recolha de águas para estudos da matéria em suspensão, colheitas de amostras de fundo e realização de perfis de CTD com nefelometria.

**ESTUDO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE VIANA DO CASTELO**

REL. TF-GM-02/94

O presente relatório descreve os métodos e os resultados dos levantamentos hidrográfico, a sonar lateral e de sísmica de reflexão aplicados na área em estudo que permitiriam um melhor conhecimento da morfologia e natureza dos fundos bem como da estrutura da camada sedimentar não consolidada.

Este trabalho foi realizado a pedido da Câmara Municipal de Viana do Castelo.

**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DA DOCA DA MARINHA**

REL. FT-LH-01/94

O levantamento hidrográfico da Doca da Marinha, que foi efectuado entre 24 e 28 de Janeiro de 1994 tendo por objectivo o controlo de fundos, foi integrado no curso prático de Hidrografia, como estágio, tendo sido coordenado pela BH2.

Este levantamento compreendeu o interior da doca e a área exterior frente à embocadura da doca até à batimétrica dos 10 metros.

Foi utilizado um bote *Zebro III*, equipado com um motor de 25 HP e uma sonda Atlas Deso 20, sendo o posicionamento assegurado com três azimutes de teodolito.

A redacção do levantamento foi efectuada na prancheta 47A1/94S, à escala 1:5000.

**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO CANAL DO ALFEITE, BACIA DE MANOBRA E ACESSO AO CAIS 2 DA B.N.L.**

REL. FT-LH-03/94

O presente relatório refere-se ao levantamento hidrográfico efectuado por uma equipa da BHI em Janeiro de 1994 no canal do Alfeite, bacia de manobra e acesso ao cais 2 da BNL.

Este levantamento foi solicitado pela Direcção de Infra-Estruturas navais (DIN) e teve por objectivo a verificação dos fundos, tendo em vista entrada do NE *Sagres* na BNL (cais 2).

Na execução da sondagem foi utilizada a embarcação *Formigão*.

O posicionamento foi assegurado pelo sistema Polarfix.

O levantamento foi redigido à escala 1:2500.

**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NA BASE NAVAL DE LISBOA**

REL. FT-LH-04/94

O presente relatório refere-se ao levantamento hidrográfico efectuado por uma equipa da BHI, em Janeiro de 1994, na Base Naval de Lisboa, na zona entre pontes compreendida entre as pontes 3 e 6.

Este levantamento foi solicitado pela Direcção de Infra-Estruturas Navais (DIN) tendo por objectivo a verificação da dragagem à cota de -7.5 m/ZH da zona correspondente à 2.<sup>a</sup> fase de remodelação das infra-estruturas portuárias da BNL. Na execução da sondagem foi utilizada a embarcação *Formigão*.

O posicionamento foi assegurado pelo sistema Polarfix.

O levantamento foi redigido à escala 1:500.



### LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA AZINHEIRA

REL. FT-LH-05/94

O levantamento topográfico da Azinheira foi efectuado durante os dias 10 e 11 de Março de 1994 para actualização do último levantamento, tendo sido redigida uma prancheta à escala 1:1000. Efectuou-se também a perenização de pontos de apoio de modo que possam ser utilizados em futuros levantamentos. Todo o levantamento foi efectuado usando teodolito TI600 e distanciómetro DI3000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO PARA A CARTA DE CÂMARA DE LOBOS A PONTA DE S. LOURENÇO

REL. FT-LH-16/94

Este levantamento hidrográfico foi executado a fim de recolher dados para a nova carta, à escala 1:30 000, de Câmara de Lobos à Ponte de S. Lourenço.

O levantamento decorreu de 10 de Junho a 3 de Julho e incluiu:

- sondagem à escala 1:2500 do porto do Funchal, utilizando bote *Zebro IV*;
- sondagem da área do porto do Funchal à escala 1:5000, utilizando o bote *Zebro IV* até à batimétrica dos 50 metros e o NRP *Auriga* para fora desta batimétrica.
- sondagem da restante área até à batimétrica dos 1000 metros à escala 1:15 000, utilizando o NRP *Auriga*.

Foi utilizado o sondador Atlas Deso 22, no bote *Zebro IV* e os sondadores Atlas Deso 20 e Atlas Deso 25 no NRP *Auriga*.

O posicionamento foi assegurado pelo sistema Trisponder, ou recorrendo a um método misto com teodolito TI6 + Trisponder.

Foi coberta uma área de cerca de 139.16 km<sup>2</sup>, tendo sido percorridos 1266.2 km<sup>2</sup>, em fiadas.

O levantamento foi implantado nas pranchetas: 151A1/933ST à escala 1:2500, 1511B1/933S à escala 1:5000, 102A1/933S à escala 1:15 000, 192B1/933S à escala 1:15 000, 102C1/933S à escala 1:15 000.



### LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO DO BUGIO À COVA DO VAPOR

REL. FT-LH-21/94

O levantamento topo-hidrográfico do Bugio à Cova do Vapor foi efectuado durante os meses de Out./Nov., a pedido da Administração do Porto de Lisboa, e inseriu-se numa série de trabalhos solicitados por aquela administração tendo em vista o estudo da evolução batimétrica daquela zona.

O levantamento compreende uma zona envolvente no areal do Bugio entre a batimétrica dos 8 metros, no lado adjacente à barra e linha de costa na zona do Esporão da Ponta da Calha, perfazendo uma área de 7.0 km<sup>2</sup>.

O levantamento hidrográfico foi efectuado com as embarcações UAM *Coral* e *Rotork*, equipadas com sistema de posicionamento Trisponder e sondadores Atlas Deso 10 e Atlas Deso 20 respectivamente.

O levantamento topográfico do areal do Bugio, foi efectuado com teodolito Wild TI600 e distanciómetro Distomat DI3000.

O levantamento resultante foi redigido na prancheta 45A3/93ST à escala 1:5000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO CANAL DO MONTIJO

REL. FT-LH-24/94

O presente relatório refere-se ao levantamento hidrográfico efectuado por um grupo da BHI em Setembro de 1993 no canal do Montijo. Numa zona compreendida entre a ponte-cais da Base Aérea n.º 6 e o cais do terminal de líquidos da Tanquipor, com o objectivo de obter informação actualizada dos fundos.

Na execução da sondagem foi utilizada a embarcação *Formigão* equipada com sonda Atlas Deso 20 e sistema de posicionamento Polarfix.

A redacção da sondagem foi efectuada na prancheta 47A7/93S à escala 1:2500.



### LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA ACTUALIZAÇÃO DA CARTA 53

REL. FT-LH-25/94

No prosseguimento da estadia de uma equipa da BHI para a execução do apoio ao estudo do emissário sub-

marino de Viana do Castelo, e do levantamento hidrográfico do canal de acesso aos ENVC., foi atribuída a esta equipa a execução do presente levantamento topográfico para actualização da carta 53.

Foi utilizado teodolito T1600 acoplado ao distanciómetro DI3000, tendo sido coordenados/cotados 624 pontos.

A topografia foi redigida à escala 1:2000 nas pranchetas 53A3/93T e 53B3/93T.

O trabalho decorreu de 2 a 6 de Agosto de 1993.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO PORTO DE SETÚBAL 3.ª FASE

REL. FT-LH-26/94

O presente levantamento hidrográfico foi executado por uma equipa da BHI e constitui a 3.ª e última fase dos trabalhos hidrográficos para a edição de uma nova carta INT abrangendo a zona de aproximação à barra de Setúbal e todo o interior do estuário do Sado.

Este trabalho decorreu de 21 de Setembro a 16 de Novembro de 1993.

Foram utilizadas 2 embarcações de sondagem: um bote *Zebro IV* e a *Formigão*, equipadas com sistema de radiolocalização Trisponder e sondas Atlas Deso 22 com 2 feixes de emissão de 33 e 210 KHz.

O levantamento foi executado às escalas de 1:5000 e 1:7500 correspondendo esta zona de montante do estuário.

Foi ainda executado o levantamento hidrográfico, à escala 1:15 000, de uma área a Leste de Sesimbra entre o cabo de Ares e a ponta dos Lagosteiros sendo para o efeito utilizada a UAM *Coral* equipada com os mesmos meios de sondagem e posicionamento.

No total foi coberta uma área de sondagem de cerca de 73 km<sup>2</sup> tendo sido percorridos 1160 km em fiada.

O resultado deste trabalho encontra-se implantado em 8 pranchetas de sondagem com as seguintes designações: 81A2/93S, 81B2/93S, 81C2/93S, 81D2/93S, à escala 1:5000; 81E2/93S, 81F2/93S e 81G2/93S, à escala 1:7500 e 38A1/93S à escala 1:15 000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DO BUGIO E DO PASSE DA BARRA GRANDE DE LISBOA

REL. FT-LH-28/94

O levantamento hidrográfico do Bugio e do passe

da Barra Grande do Porto de Lisboa foi efectuado durante o mês de Novembro e destinou-se ao estudo das alterações da morfologia do fundo devidas ao meu tempo que se fez sentir nestas áreas posteriormente aos levantamentos hidrográficos efectuados em Setembro, Outubro e Novembro de 1993.

O levantamento compreendeu, a área a SW do areal do Bugio e o passe da Barra Grande do Porto de Lisboa sendo as fiadas de sondagem espaçadas de 100 m.

Foi utilizada a UAM *Fisália* equipada com sistema de posicionamento Trisponder e sonda Atlas Deso 20.

O levantamento resultante foi redigido nas pranchetas 45A4/93S e 45B4/93S à escala 1:5000.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO DA BARRA DA FIGUEIRA DA FOZ

REL. FT-LH-29/94

O levantamento hidrográfico da barra da Figueira da Foz foi efectuado entre 25 e 27 de Novembro de 1993, tendo em vista a confirmação da existência de um baixo localizado no enfiamento da barra a cerca de 530 Jardas do molhe Sul com uma sonda reduzida de 4.10 m em local onde na Carta 64 se assinalam 9.8 m, conforme «Comunicado hidrográfico» do NRP *Andromeda* de 21 de Outubro de 1933.

Este levantamento compreendeu uma área exterior, na vizinhança do enfiamento da barra da Figueira da Foz, e uma área interior entre molhes.

A área exterior foi limitada a Norte pelo azimuth 260 do ... molhe N, a Oeste do ... molhe S e a Este pelo alinhamento dos ... dos molhes e a área interior foi limitada a Norte pelo alinhamento do ... molhe N e do ... retenção marginal N, a Este pelo alinhamento do ... retenção marginal N e do ... retenção marginal S e do ... molhe S e a Oeste alinhamento dos ... dos molhes.

O levantamento foi efectuado à escala 1:2500 e a sua redacção foi efectuada na prancheta 64A1/93S, à escala 1:2500.



### LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO PARA ACTUALIZAÇÃO DA CARTA 22

REL. FT-LH-32/94

O presente levantamento insere-se no PTB hidrográfico do NRP *Almeida Carvalho* e tem como objectivo a recolha de informação actualizada para a Carta 22.

O levantamento foi efectuado à escala 1:50 000 numa área frente a Aveiro, limitada a Sul por  $Y=98\ 000$  e a Oeste pela batimétrica dos 2000 metros.

O posicionamento foi assegurado por sistema GPS Diferencial utilizando transmissão de dados via HF, com a estação de referência montada na Praia de Mira (Aveiro). Foi utilizado o sistema Hidrosis para condução da sondagem e aquisição de dados.

Os trabalhos de campo decorreram entre 19 e 20 de Dezembro a bordo do NRP *Almeida Carvalho*.

O resultado final do levantamento foi redigido na prancheta 22A2/93S.



### PROVAS DE GOVERNO E MANOBRA DO N/M BERND

REL. TF-MN-01/94

Este relatório descreve as provas de determinação dos elementos evolutivos do N/M *Bernd*. Este trabalho decorreu a Oeste de Viana do Castelo nos dias 16 de Dezembro de 1993, 19 e 24 de Janeiro de 1994, tendo sido efectuadas provas de velocidade, curvas de giração para os dois bordos com 35 de ângulo de leme, provas de extinção natural e de extinção forçada de velocidade.



### EMISSUB. VIANA DO CASTELO

REL. TF-OF-01/94

O presente relatório descreve as acções de campo e os resultados obtidos com cinco correntómetros e uma estação meteorológica Aanderaa na zona de Viana do Castelo.

As observações de correntes tiveram lugar nas seguintes posições:

41° 41' 56.2" N, 8° 52' 19.8" W, à superfície;

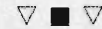
41° 41' 48.0" N, 8° 52' 41.6" W, à superfície, meio e fundo;

41° 41' 05.1" N, 8° 52' 20.9" W, à superfície.

A estação meteorológica foi montada na posição: 41° 42' 17.4" N, 8° 51' 31.0" W, à cota de 5.3 m.

As observações decorreram entre 17/6/93 e 8/7/93.

Esta aquisição de dados tem em vista fornecer elementos de estudo para concepção do emissário submarino de Viana do Castelo.



### AMPLIAÇÃO DO CAIS DE DESCARGA DE COMBUSTÍVEL EDP-CARREGADO; AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS DE CORRENTE E METEOROLOGIA

REL. TF-OF-02/94

Este relatório, resume as acções de campo, o processamento efectuado e sintetiza os resultados obtidos com três correntómetros e uma estação meteorológica, durante cerca de um ano de observação na zona adjacente ao cais de descarga de combustível da central termoeléctrica do Carregado.

Foram ocupadas as seguintes posições, correntómetros:

39° 00' 32.5" N, 8° 56' 21.1" W;

39° 00' 21.2" N, 8° 56' 21.7" W;

39° 00' 16.1" N, 8° 56' 29.6" W.

As observações foram efectuadas a 1.8 m da superfície e decorreram nos seguintes períodos 9/6/92 a 7/10/92 e 22/10/92 a 3/3/93.

Estação meteorológica: 39° 00' 30.1" N, 8° 56' 25.1" W; observações contínua entre 9/6/92 e 2/7/93.



### CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. FT-OM-05/94

The characterization of the wind waves along the portuguese coast has been a subject that in the last two decades has had increasing importance in coastal engineering, coastal environmental assessment studies. As far as the design of coastal and harbor structures are concerned, for instance, the lack of consistent information on storm waves, has been responsible for either under-dimensioning or over-dimensioning of those structures, with strong economic implications.

On the other hand, long period waves, rather than storm waves, can easily penetrate harbor basins and cause harbor resonance which in turn induces severe motions on moored ships. Bound long waves, in particular, through the slow drift forces they exert on ships, are an important causing agent of moored ship problems, specially the large ships, increasing berth downtime and so having a strong influence in the economics of the harbors and, consequently, of the country.

The knowledge of the coastal wave regime seems, therefore, essential to understand the hydrodynamics of coastal processes which is the basis for proper coastal and harbor protection design. In addition, it is also extremely important and useful for a variety of other sea activities, such as, fishing, ship design, ship routing and it has also applications in wave forecasting, wave energy evaluation and protection against oil spills.

The main objective of the PO-Waves project was to gain knowledge on both the short and long wave climates along the portuguese coast and the response of moored vessels to these wave conditions... (NATO PO-WAVES).



### **AMPLIAÇÃO DO CAIS DE DESCARGA DE COMBUSTÍVEL DA EDP-CARREGADO. MARÉS NO CARREGADO. CONCORDÂNCIAS COM LISBOA**

REL. FT-OM-10/94

O presente relatório técnico final Rel.TFOM.10/94 apresenta a caracterização das marés na zona do Carregado, no âmbito do projecto de prestação de serviços do Instituto Hidrográfico (IH) à Companhia Portuguesa Electricidade de Portugal (EDP) com a finalidade de apoiar o projecto de ampliação do cais de descarga de combustível da central eléctrica da EDP no Carregado.

Para a caracterização da maré do Carregado, procedeu-se à medição no local, de 3 de Junho de 1992 a 14 de Junho de 1993, tendo os registos sido digitalizados a intervalos horários. Com as alturas da maré horárias, obtiveram-se os níveis diários e mensais da superfície da água, as constantes harmónicas e não-harmónicas, os elementos de maré. Finalmente, com base em período de Verão (3/6/92 a 16/9/92) e de Inverno (7/10/92 a 16/3/92) estabeleceram-se as concordâncias, isto é, as diferenças em tempo e em altura, e relações de amplitude para regimes de marés-vivas e marés-mortas, com a estação maregráfica de referência do estudo do Tejo (Lisboa — Terreiro do Paço).



### **PARTICIPAÇÃO DE TRÊS ASSESSORES DA DIVISÃO DE ONDAS E MARÉS NAS I JORNADAS DE CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS**

REL. MR-OM-01/94

Realizaram-se entre 13 e 15 de Dezembro de 1993, na Faculdade de Psicologia e das Ciências da Educação, em Lisboa, as I Jornadas de classificação e análise de dados promovidas pelo Laboratório de Estatística e Análise de Dados (LEAD) e pela referida faculdade.

Nelas participaram três assessores da Divisão de Ondas e Marés que neste relatório apresentam os principais temas abordados bem como um breve resumo do teor das palestras que se consideraram particularmente interessantes.

Algumas das técnicas estatísticas referidas poderão revelar-se interessantes no futuro, quer desta divisão, quer noutras áreas de trabalho do IH como por exemplo no domínio da química, da geologia e dos recursos humanos.



### **CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA**

REL. MR-OM-02/94

Relatório da missão do comandante H. Zambujo e do comandante Lopes da Costa, chefes do Serviço de Electrotecnia e da Divisão de Ondas e Marés do Instituto Hidrográfico, à exposição Oceanology International 94, realizada em Brighton, de 8 a 11 de Março de 1994. São abordados aspectos gerais e específicos sobre os sistemas e equipamentos expostos, particularmente os de maior interesse para aplicação nos projectos do Instituto Hidrográfico, nas áreas de agitação marítima, marés, geologia marinha, oceanografia física, levantamentos hidrográficos, navegação e cartografia.



### **PARTICIPAÇÃO NO 28.º CONGRESSO INTERNACIONAL DE NAVEGAÇÃO**

REL. MR-OM-03/94

Descreve-se neste relatório a participação do investigador-coordenador Manuel Mendes de Carvalho no 28.º Congresso Internacional de Navegação da PIANC, o qual decorreu de 20 a 28 de Maio de 1994 em Sevilha, Espanha. (NATO PO-WAVES).





## CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. PT-OM-01/94

Apresenta-se o balanço da actividade do projecto PO-WAVES realizada de 1 de Novembro de 1993 a 30 de Abril de 1994, assim como o relatório financeiro relativo ao mesmo período.

Dão-se conta das actividades técnicas e de gestão desenvolvidas, das missões realizadas pelo pessoal do projecto e dos trabalhos publicados.

O relatório financeiro é apresentado na última parte. (NATO PO-WAVES).



## RESUMO DA INFORMAÇÃO MAREGRÁFICA DE PONTA DELGADA — AÇORES

REL. TF-OM-01/94

O presente relatório expõe o resumo da informação maregráfica disponível no Instituto Hidrográfico (IH) relativamente ao maregrafo de Ponta Delgada, Açores, anos de 1978 a 1991. São apresentados os esquemas da estação maregráfica e marcas de nivelamento, as séries temporais com dados, os níveis médios do mar (diários, mensais, anuais e característicos) e as constantes harmónicas e não-harmónicas. Fica assim aquela informação concentrada neste documento e disponível para a utilização no IH ou pela comunidade particularmente interessada na evolução do nível médio do mar.



## CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-01/94

Apresenta-se a base de dados Valext, construída com o SGBD Microsoft Access para conter toda a informação que, sobre temporais na costa portuguesa, foi possível recolher até ao presente no LNEC. Incluem-se uma listagem das características dos locais de recolha e uma listagem-exemplo dos dados da costa oeste relativos ao temporal de Fevereiro de 1979. (NATO PO-WAVES).



## CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-02/94

Neste relatório, apresenta-se a metodologia utilizada na passagem ao largo das características da agitação marítima local. Esta metodologia foi utilizada nos estudos efectuados para a Figueira da Foz, Viana do Castelo e Sines (6), (8) e (7), no âmbito do projecto de investigação «Wave Climatology of the Portuguese Coast».



## CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA PORTUGUESA

REL. TF-OM-07/94

Este relatório apresenta o trabalho desenvolvido no estágio de fim de curso de licenciatura em matemática (Prob. e Estatística) da Universidade de Évora, pela aluna Dulce Gomes, efectuado no Instituto Hidrográfico (IH) no âmbito da tarefa «Directional Spectra» do projecto NATO PO-WAVES.

De modo a se introduzir a definição de espectro direccional e de função de análise espectral de campos aleatórios.

O estudo de agitação marítima é feito com base nas teorias desenvolvidas e em técnicas aplicáveis a dados colhidos por bóias ondógrafo direccionais do tipo «Pitch and Roll».

São apresentados os métodos de estimação do espectro direccional, respectivamente o da máxima verosimilhança (EMLM) e os ajustamentos de modelos autoregressivos, nomeadamente AR (1) e AR (2).

Como exemplo de aplicação são feitos ensaios com dados com reais colhidos pela bóia ondógrafo direccional situada em Sines, no período de Dezembro de 1988 a Janeiro de 1989, dos quais são apresentados alguns exemplos dos resultados obtidos.

São apresentadas ainda as conclusões a que foi possível chegar com a informação disponível, bem como alguns comentários sobre o trabalho efectuado.

Com vista à obtenção de conhecimentos sobre a circulação local observaram-se perfis de correntes em profundidade num único pólo, numa secção próxima do miradouro, na ria de Aveiro, em 19 e 26 de Setembro de 1990, respectivamente em regime de marés vivas e marés mortas.

Neste volume são apresentados em listagens e gráficos das correntes observadas, bem como toda a informação adicional necessária ao cálculo do prisma de maré naquele local.

Apresenta-se ainda uma análise sumária dos valores observados para a direcção e intensidade da corrente, onde se inclui informação sobre as direcções predominantes de enchente e de vazante, os valores máximos observados para a intensidade da corrente e os instantes de maré próximos dos quais se verificaram as inversões da corrente.



### RELATÓRIO DO ESTUDO DA EXECUÇÃO DA SALA 121 PARA INSTALAÇÃO DO PLOTER/SCANNER SCITEX

REL. FT-SE-05/94

Em consequência da aquisição do traçador Iasser ELP em 1993, foi necessário efectuar um estudo e execução para a sua instalação.

Por despacho exarado na CI n.º 107/CN de 28 de Maio de 1993 pelo director dos Serviços de Apoio, foi nomeado o chefe do SE para coordenação de todas as acções convenientes para a concretização do projecto, classificado com carácter altamente prioritário para o IH.

A preparação da Sala 121, para instalação do Scitex seguiu criteriosamente todos os requisitos técnicos prescritos na documentação fornecida pela Radio Holland Group, nomeadamente:

- o isolamento completo da sala à humidade do terreno;
- uma instalação eléctrica eficaz, estabilizada e isolada, com protecções térmicas, falhas de fase e anti-estática;
- um controle ambiental rigoroso de temperatura, humidade e esterilização do ar a poeiras.



### REUNIÃO DOS RESPONSÁVEIS NACIONAIS DO PROJECTO «EUROCRUDE»

REL. MR-QP-01/94

Descreve a 4.ª reunião dos responsáveis do projecto «Eurocrude» em que foram discutidas e criticadas as intercalibrações já realizadas e estabelecido o trabalho

futuro para executar o projecto dentro do período de contrato vigente com UE.



### MANUAL TÉCNICO DA UNIDADE INDICADORA DE PERFIL (LEFT/RIGHT INDICATOR VERSÃO II)

REL. MT-SE-01/94

Este manual descreve, do ponto de vista técnico, o novo indicador de perfil (Left/Right Indicator) destinado a operar a partir de um vulgar computador (IBM compatível), no âmbito do sistema Hidrosis, em substituição dos computadores HP9000 série 300.

Torna-se agora possível funcionar com um computador portátil, dotando o sistema de maior mobilidade e facilidade de instalação.

Esta nova unidade comunica com o computador através da porta-série deste, o que simplifica os cabos de ligação. Eventuais anomalias de comunicação são prontamente detectáveis tanto por parte do *software* que corre no computador como pelo próprio indicador, pois cada informação que este recebe, após descodificada, é novamente codificada e retransmitida ao computador.

O painel tem uma apresentação muito semelhante à das versões anteriores para facilidade de interpretação dos utilizadores já familiarizados com este sistema, e baseia-se em díodos emissores de luz de elevada qualidade funcionando com oscilação (150 Hz) para maior longevidade.

A concepção do circuito electrónico AE à escolha dos componentes visam a fiabilidade e robustez, tendo-se recorrido a materiais resistentes à corrosão na elaboração da caixa exterior e elementos acessórios.

O Left/Right Indicador II pode ser alimentado directamente a partir da rede de 220 VAC ou, alternativamente, a partir de baterias (entre os 15 e os 30 VDC). Testes exaustivos foram efectuados durante os últimos meses.



### MANUAL TÉCNICO DO CONVERTOR DE TENSÃO DC/DC 24V/16 V

REL. MT-SE-02/94

Durante trabalhos de sondagem efectuados pela Divisão de Levantamentos Hidrográficos, em que se utilizava um dos dois computadores portáteis da marca

Dell, foram detectadas anomalias de funcionamento do computador por dificuldade de obtenção de uma alimentação estabilizada a 16 VDC.

Uma vez que esses trabalhos recorreram a um grupo de baterias de 24 V c, sendo este o valor da tensão de alimentação disponível na maioria das embarcações, foi construído, por solicitação do L.H., um conversor de tensão DC 24/16 V de elevado rendimento (75 a 90%) apresentando, conseqüentemente, uma dissipação térmica baixa, mesmo funcionando à máxima corrente de saída que pode fornecer (cerca de 4 A).

Devido à possibilidade de ajuste interno de tensão de saída, este conversor poderá ser utilizado em diferentes aplicações que requeiram outros valores de alimentação.

Este conversor DC/DC encontra-se montado em caixa de alumínio dispondo de fichas apropriadas para conexão do novo indicador de perfil (Left-Right Indicator II) de modo que os sinais de comunicação com o computador e a alimentação sejam estabelecidos apenas por um único cabo elétrico, para facilidade de instalação a bordo.

EXECUÇÃO GRÁFICA  
INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
LISBOA — 1995