# UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
# INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO


# Informação Oceanográfica no InforM@r

Desenvolvimento e Interoperabilidade de dados


**Maria do Rosário Botelho Simões**

(Licenciada)


Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre
em Sistemas de Informação Geográfica

**DOCUMENTO PROVISÓRIO**

**Dezembro 2007**

# Agradecimentos

Aos meus Orientadores: Prof. Alberto Silva, Prof. Rogério Chumbinho e Mestre Luís Sousa, pelo acompanhamento e orientação no desenvolvimento deste trabalho;

Ao Professor Doutor Manuel Pinto de Abreu mais uma vez por pelo apoio, paciência, disponibilidade, estímulo e palavra protectora, que sempre me prestou e por acreditar em mim;

Aos meus amigos, Sara, Joana e António pela paciência e amizade; e,

Por último, à minha família, em especial ao Filipe, pelo apoio incondicional 24 horas por dia, 7 dias por semana.

A todos

Muito Obrigado!

# Resumo

A gestão da informação sobre o ambiente marinho pressupõe a execução eficiente de várias tarefas: aquisição, arquivo, controlo de qualidade, catalogação, exploração e disseminação. A rentabilização dos dados adquiridos por parte das instituições detentoras reveste-se de grande importância. No entanto, tal só será possível se estas instituições investirem meios na divulgação dos seus próprios dados, de forma a manifestar o interesse de comunidades alvo, como por exemplo, a científica e a universitária.

O InforM@r (Sistema Nacional de Informação do Ambiente Marinho) surge para tentar responder aos problemas relacionados com a gestão de dados do ambiente marinho e costeiro em Portugal, contribuindo para a mudança necessária ao real avanço das ciências do mar no nosso país através do desenvolvimento de um sistema de informação com o mesmo nome.

O presente trabalho tem como objectivo principal solucionar o problema do carregamento de diferentes formatos e organizações dos dados marinhos, através de um estudo comparativo dos diferentes mecanismos de carregamento identificados em três bases de dados oceanográficas, pretendendo-se implementar o procedimento que melhor responde aos requisitos de integração, o XML.

**Palavras-chave:** InforM@r, Oceanografia, bases de dados, carregamento de dados, xml, interoperabilidade

# Abstract

The management of marine environment information must take on the efficient execution of several tasks, such as, acquisition, archive, quality control, cataloguing, exploration and dissemination. In order to take advantage from ocean data, data holders must publish it and, therefore, instigate the target community's interest such as, the scientific community and universities.

InforM@r (a Marine Environment Information System for Portugal) appears to take action on problems associated with marine and coastal environment data management, contributing to a necessary change in Marine Science's advance.

The present work has as its main goal the solution for data loading from different types of data files deriving from various ocean data holders. In order to do so a comparative study of different data loading mechanisms of three oceanographic databases was executed. The implemented procedure is the one that better accomplishes data integration requirements, that is XML.

**Keywords:** InforM@r, Oceanography, databases, data loading, xml, interoperability

# Acrónimos

**ADCP** – *Acoustic Doppler Current Profilers*

**AODC** – *Australian Oceanographic Data Centre*

**ASCII** – *American Standard Code for Information Interchange*

**BD** – Base de Dados

**BODC** – *British Oceanographic Data Centre*

**CCMAR** – Centro de Ciências do Mar do Algarve

**CD** – Centro de Dados

**CIIMAR** – Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental

**CIMAR** – Centro de Investigação Marinha e Ambiental

**CLPC** – Comissão de Limites da Plataforma Continental

**CQ** – Controlo de Qualidade

**CSV** – *Comma Separated Value*

**CTD** – *Conductivity, Temperature, Depth*

**DDL** – *Data Definition Language*

**EDDF** – *Electronic Data Description Format*

**EDMED** – *European Directory of Marine Environmental Data*

**EMEPC** – Estrutura de Missão para Extensão da Plataforma Continental

**ESEAS** – *European Sea Level Service*

**ESRI** – *Environmental Systems Research Institute*

**EUA** – Estados Unidos da América

**FGDC** – *Federal Geographic Data Committee*

**ftp** – *File Transfer Protocol*

**GMES** – *Global Monitoring for Environmental Security*

**GODAR** – *Global Oceanographic Data Archaeology and Rescue*

**GTSPP** – *Global Temperature & Salinity Profile Project*

**ICES** – *International Council for the Exploration of the Sea*

**IFREMER** – *Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer*

**IH** – Instituto Hidrográfico

**InforM@r** – Sistema Nacional de Informação do Ambiente Marinho

**INSPIRE** – *Infrastructure for Spatial Information in Europe*

**IOC** – *International Oceanographic Comission*

**IODE** – *International Oceanographic Data and Information Exchange*

**ISO** – *International Organization for Standartization*

**KML** – *Keyhole Markup Language*

**MAST** – *Marine Science and Technology Programme*

**MDM** – *Marine Data Model*

**MED** – *Marine Environmental Data*

**MEDAR** – *Mediterranean Data Archaelogy and Rescue*

**MEDATLAS** – *Mediterranean Hydrographic Atlas*

**NetCDF** – *Network Common Data Form*

**NOAA** – *National Oceanic and Atmospheric Administration*

**NODB** – *National Oceanographic Database*

**NODC** – *National Oceanographic Data Center*

**NU** – Nações Unidas

**RDBMS** – *Relational Database Management System*

**ROSCOP** – *Report of Observations/Samples collected by Oceanographic Programmes*

**ROV** – *Remotely Operated Vehicle*

**SDE** – *Spatial Data Engine*

**SGBDR** – Sistema de Gestão de Base de Dados Relacional

**SIG** – Sistema de Informação Geográfica

**SIGAMAR** – Sistema de Informação Geográfica sobre o Ambiente Marinho

**SISMER** – *Systèmes d'Informations Scientifiques pour la MER*

**SQL** – *Structured Query Language*

**SVP** – *Sound Velocity Profiler*

**UML** – *Unified Modelling Language*

**W3C** – *World Wide Web Consortium*

**WDC** – *World Data Center*

**WGS84** – *World Geographic System 1984*

**WOD** – *World Ocean Database*

**WWW** – *World Wide Web*

**XBT** – *eXpendable BathyThermograph*

**XMI** – *XML Metadata Interchange*

**XML** – *eXtensible Markup Language*

**XSD** – *eXtensible Schema Definition*

**XSL** – *eXtensible*

**XSLT** – *eXtensible Stylesheet Language Transformations*

**ZEE** – Zona Económica Exclusiva

# Índice

**1. INTRODUÇÃO ..... 1**

1.1. O PROBLEMA ..... 1

1.2. METODOLOGIA ..... 4

1.3. ORGANIZAÇÃO ..... 4

**2. TRABALHO RELACIONADO ..... 7**

2.1. MODELO DE REFERÊNCIA PARA BASES DE DADOS OCEANOGRÁFICAS ..... 7

*2.1.1. NODC – National Oceanographic Data Center ..... 7*

*2.1.2. BODC – British Oceanographic Data Centre ..... 11*

*2.1.3. SISMER – Systèmes d'Informations Scientifiques pour la MER ..... 14*

2.2. ANÁLISE COMPARATIVA ..... 17

**3. CONCEPÇÃO DO INFORM@R ..... 19**

3.1 INTRODUÇÃO ..... 19

3.2 METODOLOGIA INFORM@R ..... 20

3.3 MODELO DE DOMÍNIO UML ..... 22

*3.3.1. Conceitos de Suporte ..... 23*

3.4. VISÃO FUNCIONAL ..... 33

*3.4.1. Actores ..... 33*

*3.4.2. Casos de Utilização ..... 35*

**4. OCEANOGRAFIA FÍSICA NO INFORM@R ..... 39**

4.1. DIFERENTES FONTES DE INFORMAÇÃO ..... 42

*4.1.1. Tipos de Dados ..... 43*

*4.1.2. Organização dos Dados ..... 46*

*4.1.3. Integração da informação oceanográfica no InforM@r ..... 47*

4.2. CARREGAMENTO DOS DADOS - XML ..... 49

*4.2.1.Procedimentos adoptados ..... 50*

4.2. VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO ..... 53

**5. COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO ..... 59**

**6. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO ..... 63**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 67**

**ANEXO I ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

**ANEXO II ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

**ANEXO III** ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

**ANEXO IV** ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

**ANEXO V** ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

**ANEXO VI** ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

**ANEXO VII** ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

**ANEXO VIII** ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

**ANEXO IX** ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

**ANEXO X** ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

# Índice de Figuras

FIGURA 1 – MÚLTIPLOS SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS NO MAR. ..... 3
FIGURA 2 – CRITÉRIOS DE PESQUISA DOS DADOS NO *WOD*. ..... 10
FIGURA 3 – ESCOLHA DO FORMATO PRETENDIDO PARA *DOWNLOAD* DOS DADOS. ..... 11
FIGURA 4 – INTERFACE DE ACESSO AOS DADOS CTD DO BODC. ..... 13
FIGURA 5 – MAPA PARA INTERACÇÃO E VISUALIZAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS DADOS DO *SISMER*. ..... 16
FIGURA 6 – FORMULÁRIO ON-LINE DE REQUISIÇÃO E PESQUISA DE DADOS NO *SISMER*.... 17
FIGURA 7 – AMBIENTE INFORM@R ..... 19
FIGURA 8 – ESQUEMA DO MODELO *ARCGIS MARINE DATA MODEL.* ..... 21
FIGURA 9 – SEQUÊNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DO INFORM@R. ..... 22
FIGURA 10 – DIAGRAMA DE CLASSES DE PONTOS MARINHOS. ..... 24
FIGURA 11 – DIAGRAMA DE CLASSES DE LINHAS MARINHAS. ..... 26
FIGURA 12 – DIAGRAMA DE CLASSES DE ÁREAS MARINHAS..... 27
FIGURA 13 – DIAGRAMA DE CLASSES DAS SÉRIES TEMPORAIS E MEDIÇÕES. ..... 28
FIGURA 14 – DIAGRAMA DE CLASSES DA INFORMAÇÃO DE SUPORTE. ..... 29
FIGURA 15 – DIAGRAMA DE CLASSES DE RASTERS. ..... 30
FIGURA 16 – DIAGRAMA DE CLASSES DE SÉRIES. ..... 30
FIGURA 17 – DIAGRAMA DE CLASSES DE REFERÊNCIAS. ..... 31
FIGURA 18 – DIAGRAMA DE CLASSES DE INFORMAÇÃO GEODÉSICA. ..... 32
FIGURA 19 – ACTORES DO SISTEMA INFORM@R. ..... 33
FIGURA 20 – DIAGRAMA DE *USE CASES* PARA O UANONIMO. ..... 35
FIGURA 21 – DIAGRAMA DE *USE CASE* PARA O UREGISTADO. ..... 36
FIGURA 22 – DIAGRAMA DE *USE CASE* PARA O UPARCEIRO. ..... 36
FIGURA 23 – DIAGRAMA DE *USE CASE* PARA O UGESTOR. ..... 37
FIGURA 24 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM LEVANTAMENTO OCEANOGRÁFICO.. 39
FIGURA 25 – EXEMPLO DA INFORMAÇÃO CONSTANTE NA 1ª E 2ª PÁGINAS DE UMA FICHA *ROSCOP*. ..... 41
FIGURA 26 – FORMULÁRIO UTILIZADO NO IH. ..... 41
FIGURA 27 – FICHEIRO 'TIPO' DE DADOS *CTD* DO IH. ..... 44
FIGURA 28 – FICHEIRO DE METADADOS DO IH. ..... 44
FIGURA 29 – FICHEIRO 'TIPO' DE DADOS *CTD* DO PROJECTO *MEDAR*. ..... 45
FIGURA 30 - DISPOSIÇÃO DOS PARÂMETROS E OBSERVAÇÕES RELACIONADAS. ..... 47
FIGURA 31 – EXEMPLO SIMPLIFICADO DO MODELO DE DOMÍNIO DE OCEANOGRAFIA..... 48
FIGURA 32 – ILUSTRAÇÃO DAS TRÊS ZONAS DE INFORMAÇÃO CONSTANTES DE UM FICHEIRO DE DADOS DO TIPO *MEDAR*. ..... 49

FIGURA 33 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DO *INPUT* E *OUTPUT* DOS DADOS NO SISTEMA INFORM@R. ..... 50
FIGURA 34 – ESQUEMA (.*XSD*) RESPEITANTE À TABELA *INSTITUTION*. ..... 51
FIGURA 35 – DOCUMENTO *XSLT* DE TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS. ..... 52
FIGURA 36 – PERFIL *CTD* ONDE É POSSÍVEL OBSERVAR A DISTRIBUIÇÃO DOS PARÂMETROS TEMPERATURA, SALINIDADE, DENSIDADE E OXIGÉNIO DISSOLVIDO, EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE. ..... 53
FIGURA 37 – VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO ATRAVÉS DA APLICAÇÃO *ARCMAP*. ..... 54
FIGURA 38 – VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO PRESENTE NO CD-ROM, ATRAVÉS DA APLICAÇÃO *ARCREADER*. ..... 55
FIGURA 39 – VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO ON-LINE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO *ARCIMS*. . 56
FIGURA 40 – VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO ATRAVÉS DA APLICAÇÃO *GOOGLE EARTH*. .. 57

## Índice de Tabelas

TABELA 1 – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS DIFERENTES BD OCEANOGRÁFICAS ANALISADAS. ..... 18
TABELA 2 – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS BD ANALISADAS E O INFORM@R. ..... 59

# 1. Introdução

## *1.1. O Problema*

A gestão da informação sobre o ambiente marinho pressupõe a eficaz execução de várias tarefas, desde a aquisição ao arquivo, passando pelo controlo de qualidade, exploração, disseminação e catalogação de dados. Em Portugal estas tarefas são executadas por uma grande diversidade de instituições e organismos. Constata-se que, apesar dos esforços para tornar eficiente e racional a exploração e salvaguarda dos dados que as instituições laboriosamente obtêm, existe uma generalizada desarticulação entre os vários intervenientes no processo de estudo do meio marinho no que se refere aos dados e à informação[1] existente. Esta falta de concertação verifica-se tanto intra como inter-organismos, e tem origens diversas, como a escassez de recursos ou de conhecimentos específicos, a falta de conhecimento da existência dos dados ou ainda uma tradição arreigada no *modus operandi* dos investigadores marinhos de se afeiçoarem aos dados por si obtidos *(Abreu, M. P., Chumbinho, R. A., 1996)*.

Quando se pretende realizar um estudo que utiliza dados marinhos de diferentes origens, compreendidos num intervalo temporal ou área de estudo alargados, é-se confrontado com uma enorme disparidade de formatos, organização e documentação. Este cenário deve-se a vários factores como a evolução tecnológica dos equipamentos e métodos de armazenamento (bandas magnéticas, disquetes, *CD-ROM e outros*), ao *modus operandi* de cada instituto e investigador e à falta de aplicação de normas definidas internacionalmente. Estes factores são entrave à simplificação e automatização dos processos de carregamento, obrigando a uma duplicação de esforços visto que cada tipo diferente de ficheiro necessitará de um tratamento específico. Geralmente, cada instituto utiliza um formato definido internamente, o qual pode ser diferente do adoptado aquando da participação num projecto multinacional, e ainda diferente do empregue em dados mais antigos. O mesmo sucede a nível internacional salvo raras excepções que seguem as normas estabelecidas.

O Projecto InforM@r (Sistema Nacional de Informação do Ambiente Marinho: http://www.emepc.gov.pt/informar.htm) pretende contribuir para a solução destes problemas, em Portugal, pela criação de um sistema de inventariação, tratamento e exploração de

[1] Apesar de vulgarmente tratados como sinónimos, **dados** e **informação** têm, no contexto deste trabalho, significados distintos *(Thomas Davenport, Information Ecology, 1997).* Dado é encarado como elemento discreto, atómico, que não tem relação com qualquer outro tipo de dados nem tem qualquer contexto associado que isoladamente não tem qualquer valor, que pode ser manipulado de forma a extrair-se ou gerar-se informação. Dados só se transformam em informação quando processados, relacionados ou interpretados de alguma forma. Pode-se dizer que *"Dado é a matéria bruta que depois de processada gera um produto"*, sendo o produto correspondente a Informação. Como tal possuir apenas dados não é suficiente para tomar decisões. No entanto, as Ciências da Informação definem **dado** como informação não processada.

dados marinhos, encontrando-se preparado para acomodar dados e informação inter e multidisciplinar gerados por diferentes entidades que estudam o meio marinho.

Este projecto desenvolve-se e dá apoio à Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC), criada pela resolução do Conselho de Ministros nº 9 de 2005 (Resolução n.º9/2005, publicada no DR n.º11, I SÉRIE – B, de 17 de Janeiro de 2005). Nesta, são expressos os três principais objectivos do InforM@r:

> *" c) Criar um dicionário de dados oceanográficos e preparar a estrutura de base de dados de apoio ao projecto de extensão da plataforma continental de forma a poder servir, no futuro, um sistema de monitorização e gestão integrada do oceano;*
>
> *d) Promover o desenvolvimento de projectos de investigação e desenvolvimento orientados para a exploração dos dados e informação obtidos no desenvolvimento do projecto de extensão da plataforma continental;"*

e

> *"f) Promover a publicação de um atlas de dados e informação do projecto de extensão da plataforma continental de Portugal;"*.

Uma das áreas contempladas pelo InforM@r é a oceanografia, ciência que se dedica ao estudo, entre outros, de: dinâmica do oceano (correntes, ondas e marés); composição química de massas de água; geologia do fundo submarino (forma, composição e formação do fundo) e recursos minerais marinhos; organismos marinhos, biodiversidade e ecologia marinha. Estes estudos são agrupados, respectivamente, em quatro áreas distintas: oceanografia física, oceanografia química, oceanografia geológica e oceanografia biológica.

No âmbito da oceanografia física os dados adquiridos dizem respeito essencialmente a dados de detecção remota e de medição indirecta como são, entre outros, os parâmetros pressão, temperatura e salinidade. Na sua medição é necessário recorrer a aparelhos específicos, onde os mais frequentemente utilizados são o *CTD (Conductivity, Temperature, Depth), o XBT (eXpendable BathyThermograph) e o SVP (Sound Velocity Profiler).* Com estes dados é possível fazer a identificação de massas de água, estudar os processos associados à circulação oceânica (ex: correntes) com o apoio de modelação apropriada, prever o seu comportamento futuro (ex: modelos de circulação oceânica) e também calibrar equipamentos (ex: sondador multi-feixe).

Tal como já referido, a evolução dos equipamentos e técnicas de aquisição (Figura 1) promovem a diversidade de formatos existentes *(Wright, D. J. et al, 2007).*

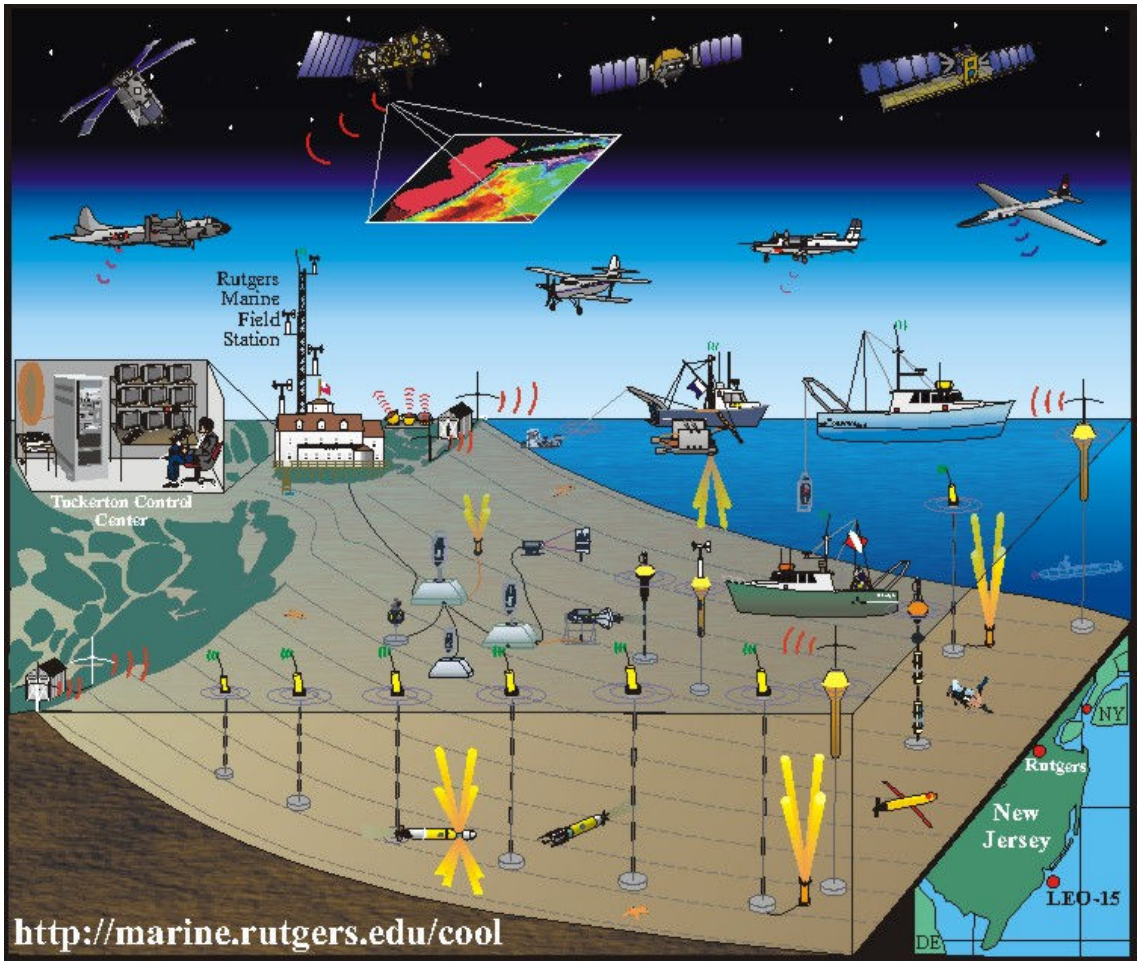



**Figura** 1 **–** Múltiplos sistemas de aquisição de dados no mar *(Halpin, P. N., Treml, E. A., 2002)*.

Acresce que esta evolução é acompanhada de um maior rigor nas observações, maior volume de metadados e também suportes informáticos mais evoluídos aos quais está associada uma maior complexidade de manipulação e integração em bases de dados (BD) dedicadas.

O encontro de soluções que obviem os problemas identificados (falta de um sistema centralizador de dados a nível nacional e a disparidade de ficheiros e métodos de carregamento dos mesmos) na área da oceanografia física, constituíram o problema fundamental abordado neste trabalho. As estratégias desenvolvidas passaram por:

1. Idealizar e desenvolver a arquitectura da BD InforM@r na sua componente Oceanográfica, tendo por base o *Marine Data Model (MDM)* desenvolvido por investigadores de *Oregon State University*, *Duke University*, *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)*, *Danish Hydrologic Institute* e, conjuntamente, pela *ESRI* (*Environmental Systems Research Institute*) (Anexo I);
2. Realizar um estudo comparativo dos diferentes mecanismos de carregamento de dados existentes em três bases de dados oceanográficas: NODC *(National*

*Oceanographic Data Center)*, BODC *(British Oceanographic Data Center)*, SISMER *(Systémes d'Information Scientifiques pour la MER),* para identificar aquele que melhor satisfaria a concretização de procedimento análogo no InforM@r;

E, de forma a concretizar o objectivo fundamental deste trabalho, dotar o InforM@r de um meio eficiente e versátil de carregamento, integração e interoperabilidade de diferentes BD oceanográficas ou de dados em formatos nativos gerados por diferente instrumentação oceanográfica.

## *1.2. Metodologia*

A metodologia adoptada para a realização do presente trabalho consistiu, de uma forma geral, nas seguintes tarefas:

1. Identificação do problema a resolver;
2. Análise de bases de dados oceanográficas;
3. Concepção do InforM@r;
4. Análise de diferentes formatos de ficheiros;
5. Escolha do *XML (eXtensible Markup Language)* como tecnologia de carregamento e integração de dados de oceanografia física no InforM@r;
6. Análise comparativa das vantagens e desvantagens dos procedimentos de carregamento de dados das BD analisadas e do adoptado pelo sistema InforM@r;
7. Visualização e disseminação da Informação.

## *1.3. Organização*

A presente tese encontra-se organizada em seis capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se um breve enquadramento do trabalho com identificação dos problemas que se pretende resolver e os objectivos a alcançar, referindo ainda a metodologia adoptada no presente trabalho. No Capítulo 2, são analisadas três BD oceanográficas nomeadamente no que se refere aos dados que contemplam e quais as suas proveniências, que formato e organização de ficheiros aceitam, quais os métodos de carregamento e disponibilização que utilizam. O Capítulo 3 diz respeito ao Projecto InforM@r, desde a sua concepção à sua implementação contemplando o modelo domínio e visão funcional.

O Capítulo 4 descreve a abordagem da Oceanografia física no InforM@r, desde as fontes de dados, passando pela organização dos ficheiros, até à sua migração, acabando com a

visualização. A comparação e discussão das várias bases de dados analisadas e o InforM@r, com especial ênfase aos métodos de migração de dados, encontram-se no Capítulo 5. Finalmente, no Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais e perspectivas de trabalho futuro de modo a melhorar o sistema desenvolvido.

# 2. Trabalho Relacionado

## *2.1. Modelo de Referência para Bases de Dados Oceanográficas*

As bases de dados marinhas disponíveis na Internet armazenam informação e observações, de diversos domínios marinhos, efectuadas ao longo de várias décadas por diferentes tipos de equipamentos, provenientes de diversos institutos nacionais e internacionais e também de projectos multinacionais. Qualquer uma das iniciativas a seguir descritas apresenta abordagens e soluções diferentes para o mesmo fim: armazenamento e disponibilização de dados oceanográficos.

No desenvolvimento seguinte são analisados os itens considerados mais relevantes de cada BD designadamente: que dados as integram e quais as suas proveniências, que formas de submissão apresentam, que formatos e por que processamentos passam os ficheiros a carregar, que formas de disponibilização oferecem e quais os custos associados. No Capítulo 5 é feita uma comparação mais exaustiva entre as diferentes BD analisadas e o InforM@r, com análise das vantagens e desvantagens que cada uma apresenta.

### 2.1.1. NODC – National Oceanographic Data Center

O *NODC* é um dos muitos centros de dados sob responsabilidade da *NOAA*. Não é um organismo que proceda à aquisição de dados *in situ*; é acima de tudo um centro de dados encarregue de processar, armazenar e disponibilizar dados oceanográficos e produtos deles derivados.

No início, o *NODC* surgiu apenas para satisfazer a necessidade de armazenamento e compilação de dados oceanográficos históricos, adquiridos nos Estados Unidos da América (EUA); actualmente gere a maior colecção de dados oceanográficos disponíveis publicamente, dos quais uma quantidade considerável foi coligida por organismos estrangeiros ligados ao meio marinho. Os dados que detém são de três tipos: físicos, químicos e biológicos, quer oceânicos quer costeiros (até à zona onde se faz sentir a acção das marés em rios e estuários), compreendidos desde a superfície até ao fundo do mar, adquiridos *in situ*, por detecção remota ou ainda resultantes de modelos oceânicos.

As principais pretensões do *NODC* são o processamento, controlo de qualidade, armazenamento e divulgação de dados oceanográficos, tendo por primeira missão assegurar que os dados coligidos com elevados custos são mantidos num arquivo permanente, de fácil acesso à comunidade científica mundial e outros utilizadores interessados.

Os dados recebidos pelo *WDC* acessíveis para processamento e incorporação no *NODC*, fazem também parte da base de dados *World Ocean Database (WOD) (Johnson.D. et al, 2006)*, e estão disponíveis no *website* do *NODC* em www.nodc.noaa.gov/.

O *WDC for Oceanography* obtém, cataloga e arquiva dados, publicações e formulários para inventariação, disponibilizando-os dentro da comunidade científica internacional. Entre os formulários encontram-se os *ROSCOP* (*Report of Observations/Samples collected by Oceanographic Programmes*) (ver Capítulo 4 e Anexo II).

A submissão de metadados para o *NODC* pode ser feita directamente via e-mail, (acompanhados de uma descrição do tipo de dados que se quer submeter) ou efectuando uma transformação dos mesmos, de uma das seguintes formas:

- *Electronic Data Description Format (EDDF);*
- Formato *FGDC (Federal Geographic Data Committee).*

O método *EDDF* consiste no preenchimento de um formulário electrónico, disponibilizado on-line, que depois de preenchido e salvo, deverá ser submetido juntamente com os respectivos ficheiros de dados.

*FGDC* é o formato de metadados adoptado pelos EUA, equivalente à norma *ISO* (*International Organization for Standartization*) 19115, o qual define a informação relevante para documentar os dados *(ISO 19115, 2003)*.

De forma a alargar o horizonte de utilizadores e facilitar a interpretação, definição e avaliação dos dados presentes no *NODC*, é providenciado acesso à informação a eles associada. Por esta razão é exigido que os metadados contenham as seguintes informações (http://www.nodc.noaa.gov/General/NODC-Submit/submit-guide.html):

- Como, onde e quando foram medidos/observados;
- Investigador principal;
- Instituto responsável e navio;
- Equipamento de medição;
- Parâmetros/observações medidos/as;
- Unidades, precisão e exactidão dos parâmetros medidos;
- Processamentos, análises e metodologias realizadas;
- Formato dos dados e o suporte informático de submissão; e,
- Referências literárias pertinentes para os dados.

O formato de ficheiro e meio preferencial de submissão é formato *ASCII (American Standard Code for Information Interchange*) via *ftp*.

O formato e organização interna dos ficheiros de dados submetidos deverão estar de acordo com o estabelecido pelo *NODC*, caso contrário serão devolvidos para que as devidas alterações e correcções sejam efectuadas.

Relativamente à estrutura interna dos ficheiros de dados, nos casos em que apresentem formatos devidamente documentados e em *ASCII* mas com organização interna diferente da adoptada, é necessário acompanhamento na sua transformação.

Existem ainda as *NODC Data Submission Guidelines*, que apoiam a transformação de ficheiros. Caso seja necessário, o *NODC* colabora na transformação de forma a garantir que não é perdida qualquer informação neste processo e que o formato está de acordo com as suas definições.

Dos processamentos a realizar sobre os dados, após a sua submissão no formato adoptado e aquando da introdução na base de dados, referem-se quatro:

- Confronto com a documentação associada para assegurar que a informação está correcta, concordante e completa;
- Transformação para formato *ASCII*, caso não se encontrem já neste formato, de forma a preservar a sua utilização no futuro;
- Realização de uma cópia do ficheiro original a qual é arquivada e à qual é atribuído um endereço de recepção. Este endereço diz respeito a uma base de dados de registos de dados submetidos *(NODC Accession Tracking Database)*; e,
- Introdução de metadados específicos na base de dados produzida pelo *NODC* para o efeito, a *NODC Metadata Repository*.

A disponibilização dos dados e produtos *NODC* faz-se *on-line*, em diversos suportes informáticos como o *CD-ROM*/*DVD* ou via *ftp.*

É possível pesquisar por dados através do sítio do *NODC* realizando uma pesquisa personalizada, isto é, uma pesquisa construída à medida das necessidades e interesses do utilizador (Figura 2).

Terminada a formulação da pesquisa, os dados podem ser obtidos em dois formatos (Figura 3): formato básico do *NODC* (*ASCII*), ou *CSV* (*Comma Separated Value*).

Escolhido o formato, é solicitado ao utilizador um endereço de *e-mail* que será utilizado apenas para envio de uma notificação com o nome do ficheiro, instruções de *download* e/ou

um endereço *ftp* de acesso aos dados e também custos e disponibilidade, sendo que a maioria dos dados é gratuita.

Os produtos disponibilizados são, por exemplo o *International Ocean Atlas Series* ou o *Warming of the World Ocean 1955-2003*, gratuitos para parceiros dos projectos ou a um custo tal que permita custear a selecção dos dados e a sua aquisição (http://www.nodc.noaa.gov/General/getdata.html).

**Figura 2** – Critérios de pesquisa dos dados no *WOD*.

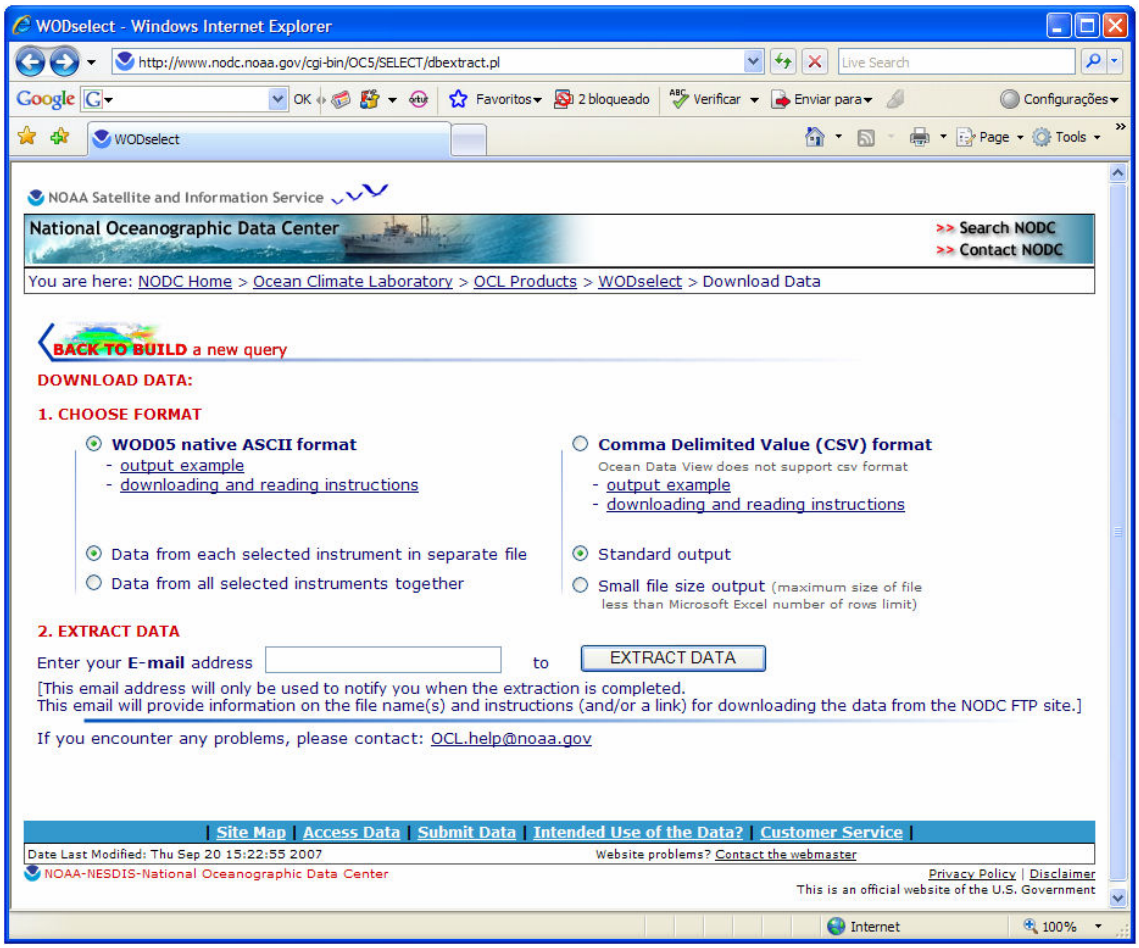



**Figura 3** – Escolha do formato pretendido para *download* dos dados.

## 2.1.2. BODC – British Oceanographic Data Centre

O *BODC*, é um centro de dados britânico que se encarrega de processar, armazenar e distribuir dados sobre o ambiente marinho, de quatro tipos: biológicos, químicos, físicos e geofísicos; adquiridos por diversos equipamentos e oriundos de diversas fontes.

Entre os objectivos do *BODC*, podem-se realçar:

1. Armazenamento, controlo de qualidade e arquivo de uma cópia dos ficheiros originais;
2. Disseminação dos dados para investigação, educação, indústria e público em geral;
3. Acompanhamento e auxílio na gestão dos dados, na realização de projectos marinhos; e
4. Desenvolvimento de produtos inovadores e atlas digitais.

O *BODC* subdivide-se em três bases de dados distintas, com fins diferentes: *National Oceanographic Database - NODB*, *Project Database* e *Web Database.* Dependendo da

finalidade dos dados, estes são destinados ao *NODB* ou ao *Project Database*, uma vez que a *Web Database* está ainda em fase de desenvolvimento.

Ambas as bases de dados foram desenhadas e implementadas em *Oracle*® *Relational Database Management System – RDBMS.*

Cabe ao *BODC* a migração dos ficheiros de dados, independentemente do formato em que se encontrem. No entanto, antes de serem armazenados, são primeiro arquivados no seu formato original com a respectiva documentação associada, por segurança e salvaguarda de utilização futura.

No caso de existirem dados relativos a parâmetros derivados, é exigido um documento descritivo do método e algoritmo utilizado para o respectivo cálculo.

Estão disponíveis no sítio do *BODC* vários guias de orientação para a submissão de dados que permitem saber quais os padrões adoptados, o formato de ficheiro e qual a informação a constar do ficheiro.

Uma vez que o *BODC* se encarrega da migração dos dados independentemente do formato, exige documentação detalhada (metadados), salvaguardando que os mesmos sejam afectados pela evolução tecnológica e para que possam ser utilizados no futuro. A informação considerada relevante diz respeito a:

- Onde, quando, como foram coligidos os dados;
- Qual a nomenclatura adoptada (ex.: nome da estação, número do levantamento);
- Quem é o cientista responsável pela aquisição dos dados (com referência ao nome, instituto);
- O que foi feito aos dados (ex.: já foram processados?, calibrados?); e,
- Anotações relevantes a futuros utilizadores dos dados (ex.: problemas encontrados).

Completados os procedimentos acima descritos os dados estão prontos para serem divulgados. A disseminação faz-se por três vias:

- Acesso *web*;
- Suporte digital (ex.: *CD-ROM*); ou,
- Transferência electrónica (ex.: *ftp*).

Os dados armazenados e produtos elaborados a partir deles e/ou de projectos realizados, disponíveis através do sítio http://www.bodc.ac.uk, apresentam diferentes graus de acessibilidade. Alguns estão acessíveis *on-line* para *download* (ex.: grelha batimétrica –

*General Bathymetric Chart of the Oceans*), outros para requisição (ex.: perfis *CTD*), consulta de informação (ex.: dados biológicos ou químicos), consulta de inventários (ex.: cruzeiros) e de catálogos (Figura 4). No inventário dos cruzeiros a informação registada provém de formulários *ROSCOP*.

É possível visualizar os dados carregados no *NODB* através de um mapa interactivo, o qual tem indicação da disponibilidade dos mesmos:

- Disponibilização imediata;
- Com restrições mas possibilidade de negociação; e,
- Restritos ao autor e/ou projecto.

Só é possível fazer *download* dos dados após registo e logo que forem aceites as condições impostas de utilização e exclusividade. Caso contrário, terá que ser feita requisição por *e-mail*.

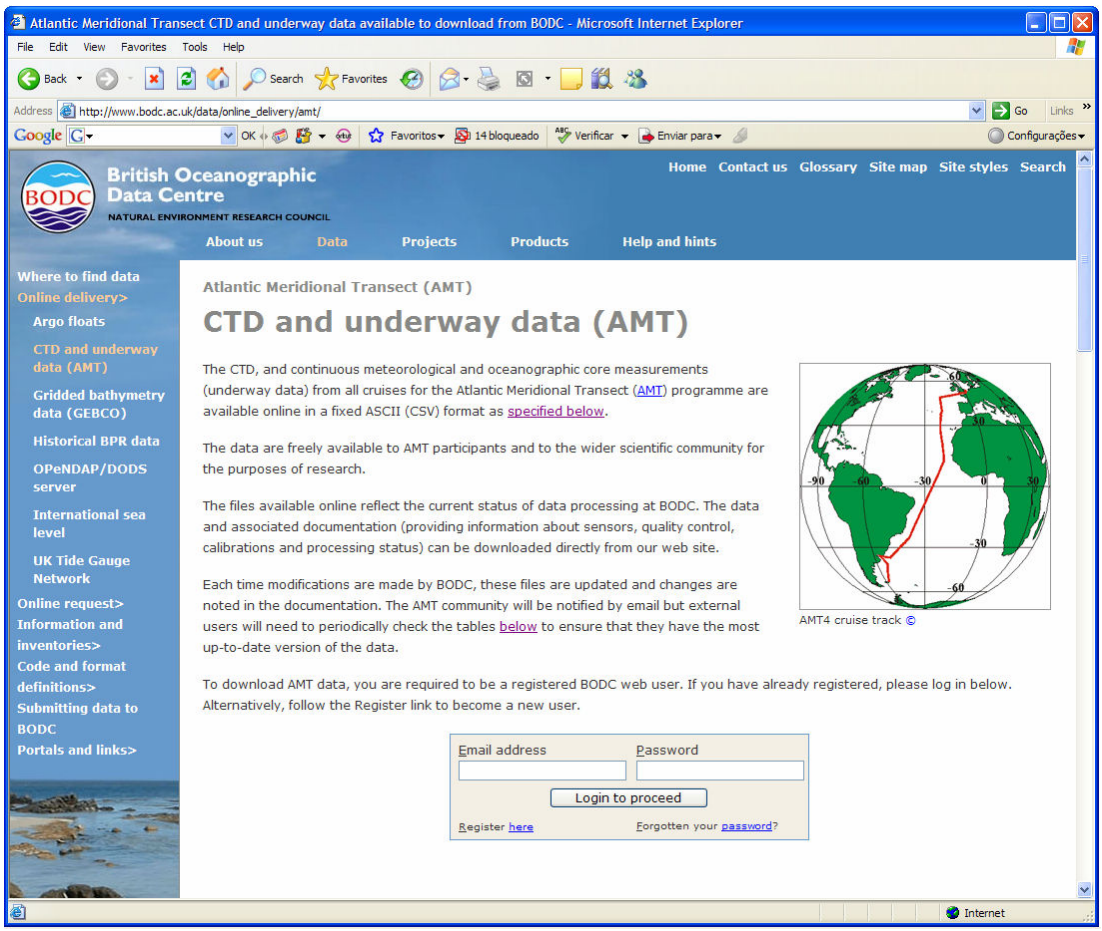



**Figura 4 –** Interface de acesso aos dados CTD do BODC.

O output dos dados pode vir em três formatos de ficheiro: *QXF*, *ASCII* ou *AXF*.

Os dados e toda a documentação a eles relativa são enviados por e-mail, *CD-ROM* ou atribuindo ao utilizador uma área de acesso anónimo por *ftp*.

### 2.1.3. SISMER – Systèmes d'Informations Scientifiques pour la MER

*SISMER* é o centro de dados oceanográficos Francês. É constituído por diversos sistemas de informação sobre o mar, da responsabilidade do Instituto de Investigação Francês para a Exploração do Mar, *IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer)*. Os tipos de dados geridos pelo *SISMER* são principalmente físicos, químicos e geofísicos.

Das suas competências fazem parte:

- Compilação, controlo de qualidade, salvaguarda e disseminação de dados marinhos;
- Apoio e gestão de sistemas de informação e bases de dados de projectos nacionais e internacionais; e,
- Gestão e definição de estruturas de dados de diversos projectos científicos internacionais no quadro do programa europeu *MAST (Marine Science and Technology Programme).*

Os dados e metadados do *SISMER* estão distribuídos da seguinte forma:

- *DATABASES directory* – inventaria os conjuntos de dados marinhos coligidos pela comunidade científica francesa e bases de dados internacionais de interesse geral, representando a contribuição francesa no *EDMED* (*European Directory of Marine Environmental Data*);
- *OCEANOGRAPHIC CRUISES directory* – reúne mais de 6700 relatórios de cruzeiros (*ROSCOP*) levados a cabo por navios de investigação franceses e por projectos de cooperação com institutos estrangeiros; e,
- *Data archived at SISMER* – repositório de dados do *SISMER.*

O *Database directory* e o *Oceanographic Cruises directory* são ambos só de metadados; o *Data Archived at SISMER* contém dados/observações.

Um dos sistemas inseridos neste último é o *Coriolis (Carval, T. et al, 2000)*, o qual é um sistema dedicado à oceanografia operacional, para monitorização e previsão do comportamento do oceano.

O *SISMER* assenta numa infraestrutura onde se incluem um *Oracle RDBMS*, um servidor *web*, interfaces gráficos para interacção por parte dos utilizadores, diverso *software* para gestão de dados e um catálogo com a localização lógica dos ficheiros de dados.

Estão ainda incluídas diversas ferramentas de gestão que permitem, entre outros, a salvaguarda de dados e metadados, a actualização dos catálogos, consultas usando a linguagem *SQL* (*Structured Query Language*), extracção, formatação e disponibilização de dados e a produção de relatórios destes processos. A gestão dos dados inclui ainda informação sobre a metodologia e formatos (metadados) adoptados, e a implementação de controlos de qualidade para assegurar a sua comparabilidade quando provenientes de diversas fontes.

Os dados podem ser submetidos ao *SISMER* através do envio de uma cópia ao responsável da base de dados ou para um endereço de Internet específico.

Não é necessário efectuar qualquer alteração ou transformação aos dados a submeter.

Alguns dados presentes no sistema estão disponíveis na Internet (quase) em tempo-real, e à cobrança. Podem ser adquiridos através do portal do *SISMER* (Figura 5) ou por requisição através de um formulário *on-line* (Figura 6).

Também é possível interrogar o sistema através da interacção com um mapa onde se visualiza a distribuição espacial dos dados carregados, que respondem à pesquisa efectuada.

No caso do formulário, a transferência de dados pode ser feita de cinco formas:

- *ftp* anónimo;
- *CD-ROM*;
- *Disquette DOS*;
- *Cassette SUN*; e,
- *Cassette Exabyte*.

O seu uso é público mas com direitos de privacidade e exclusividade concedidos pelo *IFREMER* e pode apresentar diferentes formatos:

- *NetCDF multiprofile*;
- *NetCDF grid*;
- *ASCII multiprofile*; e,
- *GTSPP* (*Global Temperature & Salinity Profile Project*).

O formato *NetCDF* ou *ASCII multiprofile* apresentam uma organização interna particular onde num único ficheiro estão todos os levantamentos realizados num cruzeiro, por um

determinado tipo de equipamento *(Carval, T. et al, 2000)* ao passo que o *GTSPP (Wilson, J.R., 1998)* é o formato adoptado pelo projecto com o mesmo nome.

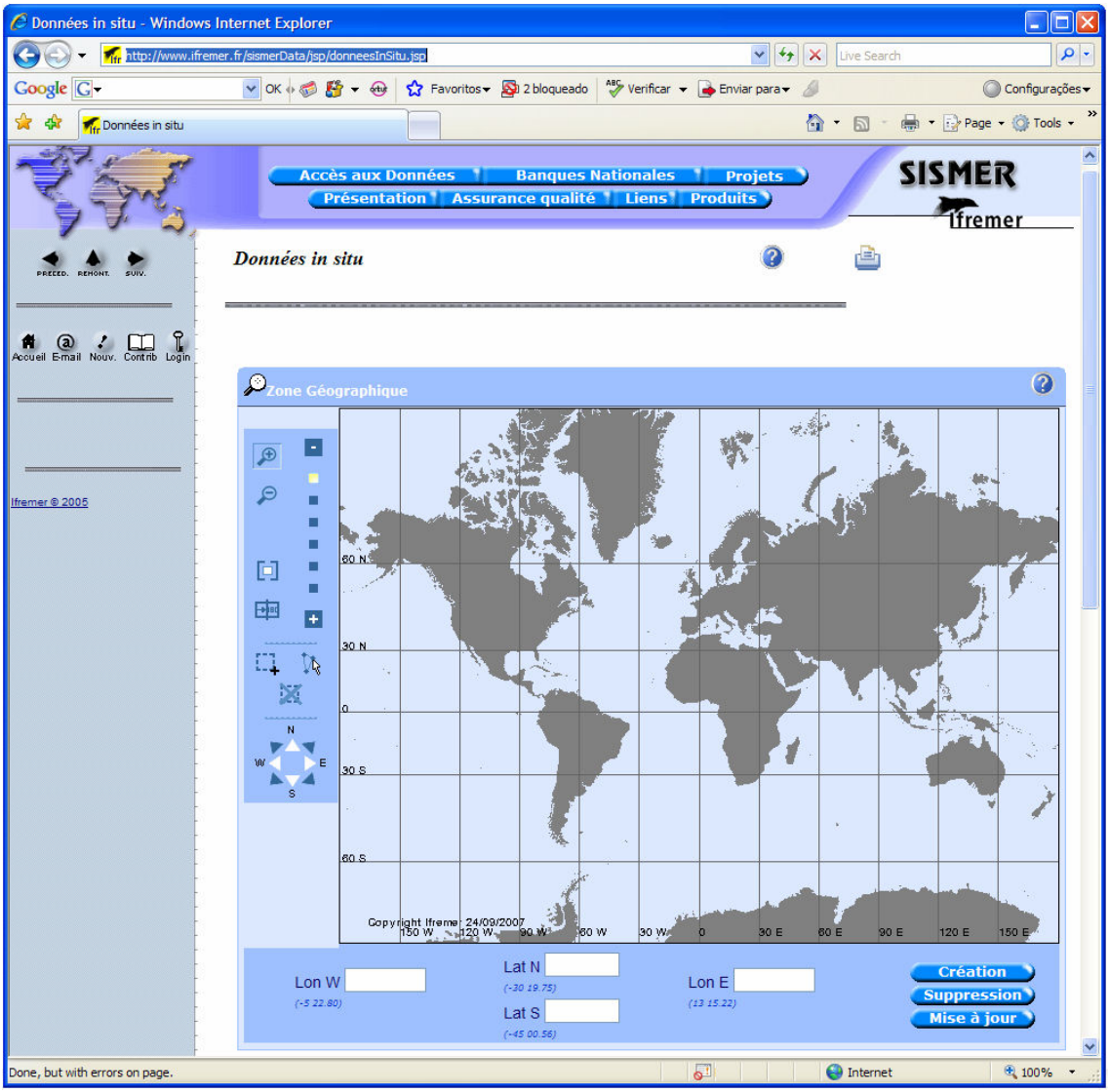



**Figura 5** – Mapa para interacção e visualização da localização geográfica dos dados do *SISMER*.

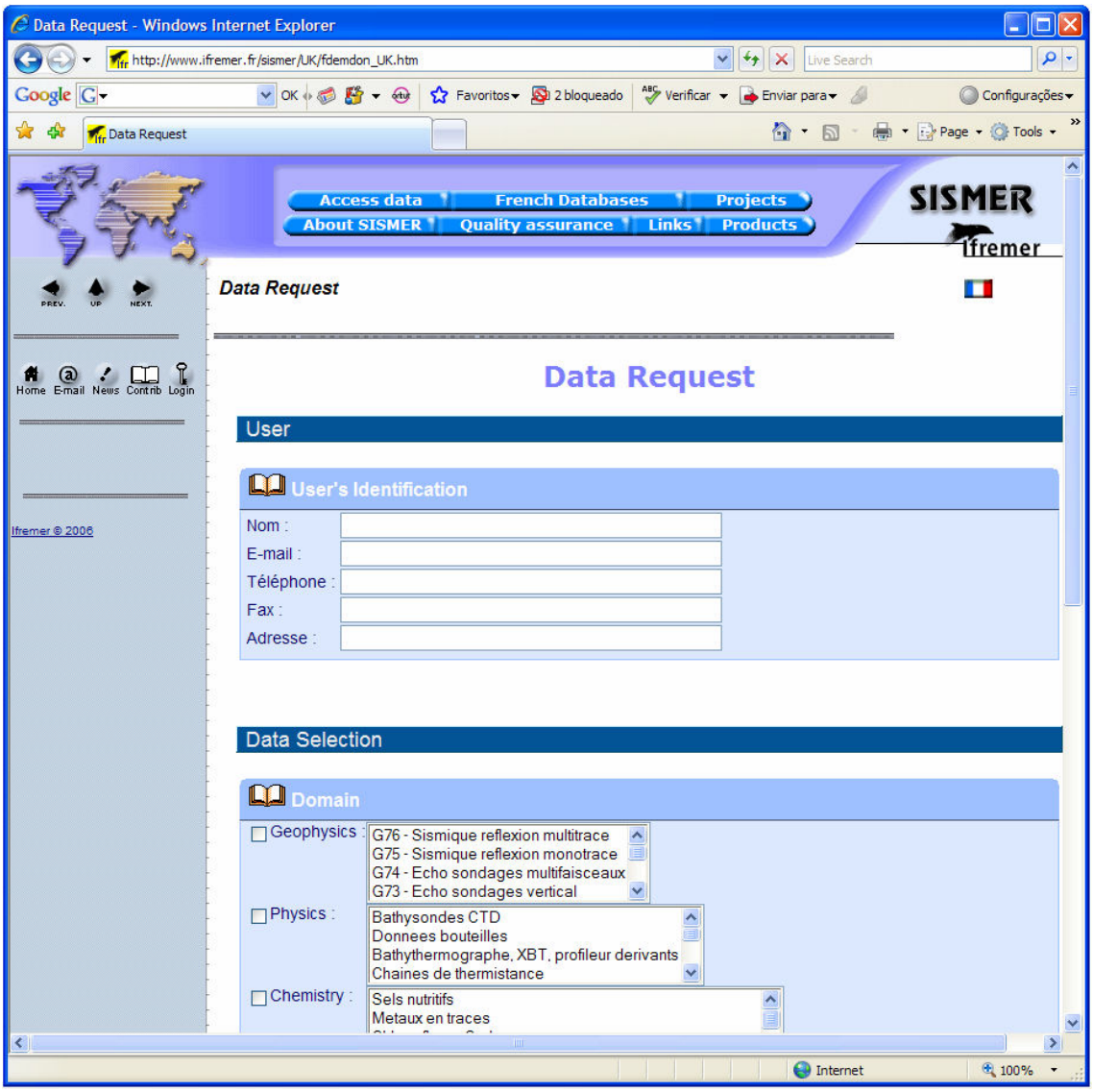



**Figura 6** – Formulário on-line de requisição e pesquisa de dados no *SISMER*.

## *2.2. Análise Comparativa*

Do estudo realizado às três BD, resulta a Tabela 1.

No capítulo 5 (Vantagens e Desvantagens) é efectuada uma análise mais aprofundada, com referência às vantagens e desvantagens de cada um dos diferentes métodos de carregamento de dados identificado nas 3 BD estudadas, e, também, a comparação com o método adoptado pelo InforM@r.

**Tabela 1 –** Análise comparativa entre as diferentes BD Oceanográficas analisadas.

| | **NODC** | **BODC** | **SISMER** |
|---|---|---|---|
| **Tipo de Dados** | Físicos, químicos e biológicos, ligados ao meio marinho. | Físicos, químicos, biológicos e geofísicos, ligados ao meio marinho. | Físicos, químicos e geofísicos, ligados ao meio marinho. |
| **Fontes de Dados** | Organismos Nacionais e Internacionais, e Projectos multinacionais. | Organismos Nacionais e Internacionais, e Projectos multinacionais. | Organismos Nacionais e Internacionais, e Projectos multinacionais. |
| **Formato e organização do ficheiro para carregamento** | ASCII; segundo as especificações NODC. | Vários formatos (rotinas de processamento para cada diferente ficheiro de dados); segundo as especificações BODC. | Não especificado; estrutura dos dados adoptada é a utilizada nos projectos pertencentes ao programa europeu MAST. |
| **Formas de disponibilização** | Web, CD-ROM/DVD, ftp | Web, CD-ROM/DVD, ftp | CD-ROM/DVD, disquette DOS, cassete SUN e Exabyte |
| **Formato de Ficheiro a disponibilizar** | ASCII ou CSV. | QXF, ASCII ou AXF. | NetCDF Multiprofile, NetCDF grid, ASCII multiprofile ou GTSPP. |
| **Custos** | A maioria dos dados são públicos embora detenham alguns dados com custos associados. | - | A maioria dos dados são públicos com direitos de privacidade e exclusividade concedidos pelo IFREMER. |

# 3. Concepção do InforM@r

## *3.1 Introdução*

A primeira fase deste projecto teve como orientação principal o apoio à EMEPC. Como tal, inclui fisicamente os dados essenciais para a elaboração dos estudos e documentos necessários para suportar as pretensões desta estrutura.

O InforM@r é responsável pela execução das tarefas de gestão dos dados e informação. No domínio dos dados directamente necessários aos estudos técnicos e científicos a realizar na EMEPC, encontram-se os de geodesia, geologia marinha, hidrografia e oceanografia física.

No entanto, o InforM@r não pretende restringir-se aos trabalhos e dados da EMEPC. Pretende representar um ponto centralizador da informação do oceano e que, através do desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), seja possível a sua visualização e interpretação através dos serviços da Internet.

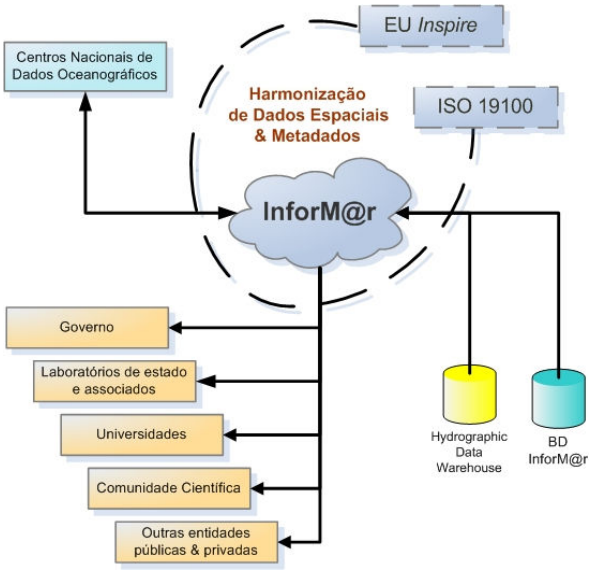



**Figura 7** – Ambiente InforM@r

Neste contexto, o InforM@r é encarado como um Centro de Dados virtual (Figura 7), contendo dados e metadados de acordo com as normas *ISO* 19100 (referentes a informação geográfica) e compatíveis com a iniciativa *INSPIRE (Fonseca, A., 2006)* com a pretensão de englobar dados de outros centros temáticos mantidos por organismos nacionais da área das Ciências do Mar e das Ciências da Terra (institutos públicos, universidades, etc.). Para o arranque deste projecto e para monitorização do seu interesse público serão disponibilizados os metadados coligidos durante os trabalhos da EMEPC.

Como colaboradores do projecto existem até ao momento três instituições portuguesas ligadas ao meio marinho:

- EMEPC[2];
- IH – Instituto Hidrográfico[3]; e,
- CIIMAR – Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental[4].

Através da cooperação com as referidas instituições, que funcionarão como fontes de informação (Ver Secção 4.1), será possível aceder aos dados e metadados disponibilizados por cada uma, via Internet ou *CD-ROM* por intermédio do InforM@r.

Este capítulo pretende abordar a modelação do sistema, recorrendo a *UML* (*Unified Modelling Language*), nomeadamente nas componentes de modelação do domínio e dos vários casos de utilização associados ao mesmo. Será apresentado o modelo de domínio, os vários diagramas de classes que compõem o sistema e a sua aplicação ao caso específico da Oceanografia física, e de seguida será abordada a visão funcional, com identificação de cada um dos actores e a forma como eles interagem com o InforM@r.

## *3.2 Metodologia InforM@r*

O InforM@r tem por base uma proposta para modelo de dados, de aplicação genérica ao ambiente marinho, de nome *ArcGIS® Marine Data Model (Wright, D. J. et al, 2007)* (Figura 8). O MDM foi desenvolvido por investigadores de *Oregon State University*, *Duke University*, *NOAA*, *Danish Hydrologic Institute* e, conjuntamente, pela *ESRI*, estando disponível para *download* gratuito na Internet em http://dusk.geo.orst.edu/djl/arcgis/.

A escolha recaiu na abrangência que o MDM contempla, desde o oceano profundo até às zonas costeiras e estuários, tendo tido em consideração as necessidades de diversos sectores ligados ao meio marinho como: académico, governamental, militar, científico, tecnológico, entre outros não menos importantes *(Wright, D. J. et al, 2007)*.

O seu desenvolvimento começou em 2001 e teve como objectivo primário a criação de um modelo de dados que facilitasse a gestão e troca de dados e permitisse análises espaciais complexas com uma variedade de aplicações ao meio marinho, através da utilização de uma estrutura de base de dados que pudesse ser partilhada e implementada em diversas plataformas e aplicações *(Wright, D. J. et al, 2007)*.

[2] http://www.emepc.gov.pt/
[3] http://www.hidrografico.pt/
[4] http://www.ciimar.up.pt/

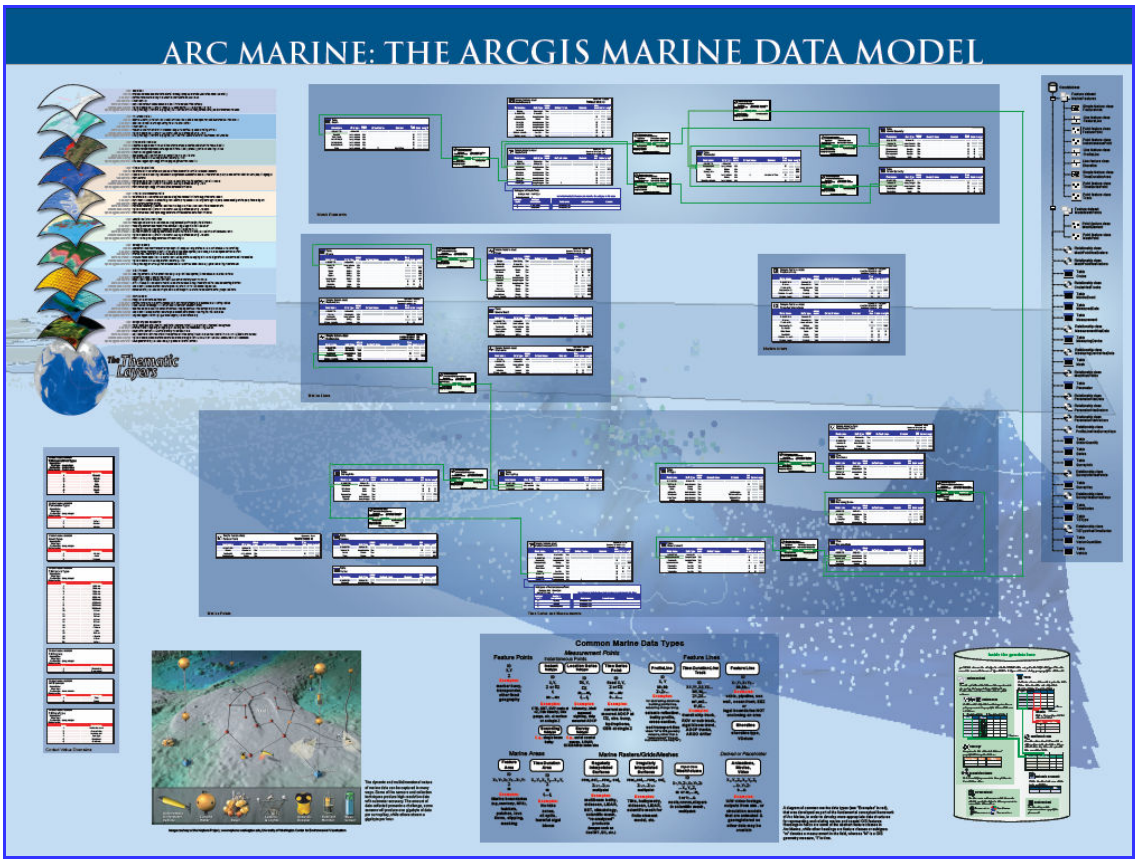



**Figura 8** – Esquema do modelo *ArcGIS Marine Data Model.*

O modelo original está desenhado em linguagem de modelação *UML (Wright, D. J. et al, 2007).* Esta linguagem permite e facilita a adaptação do modelo original para o modelo de dados a implementar, uma vez que é possível visualizar o modelo conceptual original e reestruturá-lo às necessidades identificadas e após um levantamento dos requisitos funcionais dos futuros utilizadores do InforM@r, utilizando para tal o *software Microsoft Office Visio 2003®* *(Visio 2003).*

As alterações efectuadas ao modelo conceptual são analisadas e verificadas por consistência, o que permite alterar e reformular todo o desenho do modelo com introdução de novas entidades, atributos e respectivas relações e eliminação de outras. Assim, houve uma etapa inicial de análise de todas as áreas funcionais do InforM@r, incluindo a Oceanografia e sem esquecer os requisitos funcionais da missão da EMEPC. Desta análise resultou um conjunto bastante extenso de alterações e adaptações do MDM, consubstanciando o modelo final do InforM@r. A estrutura das tabelas de dados foi então readaptada de acordo com a informação a guardar e o âmbito de cada área funcional para os dados que lhe são inerentes.

A modelação em *Visio 2003* teve em atenção os requisitos necessários a uma posterior exportação do ficheiro para formato *XMI* (*XML Metadata Interchange*), com todas as

definições que permitem que o mesmo seja importado pelo *ArcCatalog*® (Figura 9) para geração directa da base de dados (incluindo tabelas, relações e especificações associadas). Através do *ArcCatalog* é possível efectuar uma ligação a um SGBDR (Sistema de Gestão de Base de Dados Relacional), como por exemplo *Oracle*, via *SDE* (*Spatial Data Engine*), o qual funciona como *middleware* entre BD empresariais e o *ArcGIS*.

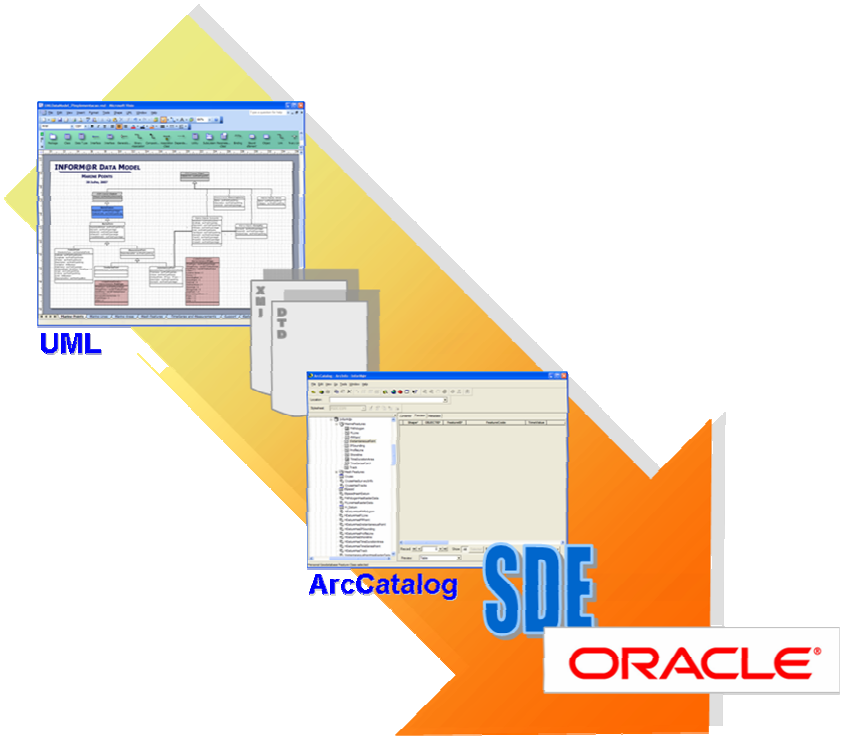



**Figura 9 –** Sequência da implementação do InforM@r.

## *3.3 Modelo de Domínio UML*

Com o objectivo de promover uma nova abordagem a nível nacional, no que diz respeito à gestão dos dados espaciais relacionados com o oceano, foi definido um conjunto de entidades espaciais e não espaciais, de forma a integrar toda a informação relevante sobre a realidade do meio marinho.

O modelo de base ao InforM@r está organizado em duas grandes temáticas: observações (*Marine*) e modelos (*Mesh*). Cada uma destas temáticas tem um componente organizado em classes de objectos com representação geográfica (*Marine Features* e *Mesh Features*) e um componente organizado em classes de entidades caracterizadoras desses mesmos objectos (*Marine Objects* e *Mesh Objects*) *(Serpa, P., Wright, D., 2005)*.

A temática constituída pelo grupo lógico *Marine Features* contém classes que representam objectos reais e artificiais do meio marinho que, dependendo da sua natureza, são representados em classes de objectos com geometria do tipo ponto (*Point*), linha (*Line*) ou polígono (*Area*).

As representações geográficas são depois relacionadas com atributos caracterizadores, incluídos no grupo designado por *Marine Objects*.

Para além do posicionamento geográfico (Latitude (φ), Longitude (λ)), o modelo permite também a integração de dados marinhos e costeiros considerando outras propriedades dos mesmos, nomeadamente o seu carácter tridimensional ou mesmo o tempo como uma quarta dimensão.

Um conjunto de dados geográficos composto por pontos tem, tipicamente, um posicionamento bidimensional (φ, λ) mas, no caso de dados marinhos, tem também com frequência um valor de Z que representa a profundidade, pelo que o modelo explicita esse atributo na geometria de diversas colecções de dados.

Outro factor ao qual foi dado relevância foi o tempo. As medições registadas no oceano são tipicamente dele dependentes, pelo que foram contemplados no modelo de dados diferentes tipos de dependência. Foram distinguidos explicitamente conjuntos de dados geográficos associados a medições num determinado momento específico (*InstantaneousPoint*), e conjuntos de dados cujos atributos estão relacionados com um determinado intervalo de tempo (*TimeDurationPoint*, *TimeDurationLine*, *TimeDurationArea*). Existem ainda conjuntos de dados geográficos cuja dependência temporal é desprezada não estando por isso associados a um instante no tempo (*FeaturePoint*, *FeatureLine* ou *FeatureArea*).

### 3.3.1. Conceitos de Suporte

Na elaboração do modelo de domínio do sistema (Anexo III) optou-se por uma subdivisão em 9 áreas temáticas, para uma melhor compreensão do mesmo:

*3.3.1.1. Marine Points*

*3.3.1.2. Marine Lines*

*3.3.1.3. Marine Areas*

*3.3.1.4. TimeSeries and Measurement*

*3.3.1.5. Support*

*3.3.1.6. LReference*

*3.3.1.7. Rasters*

*3.3.1.8. Series*

*3.3.1.9. Geodetic Info*

Em seguida são descritos os diagramas de classes acima referidos. Não são especificados os atributos de cada uma das classes, encontrando-se estes em anexo (ver Anexo IV).

*3.3.1.1. Marine Points*

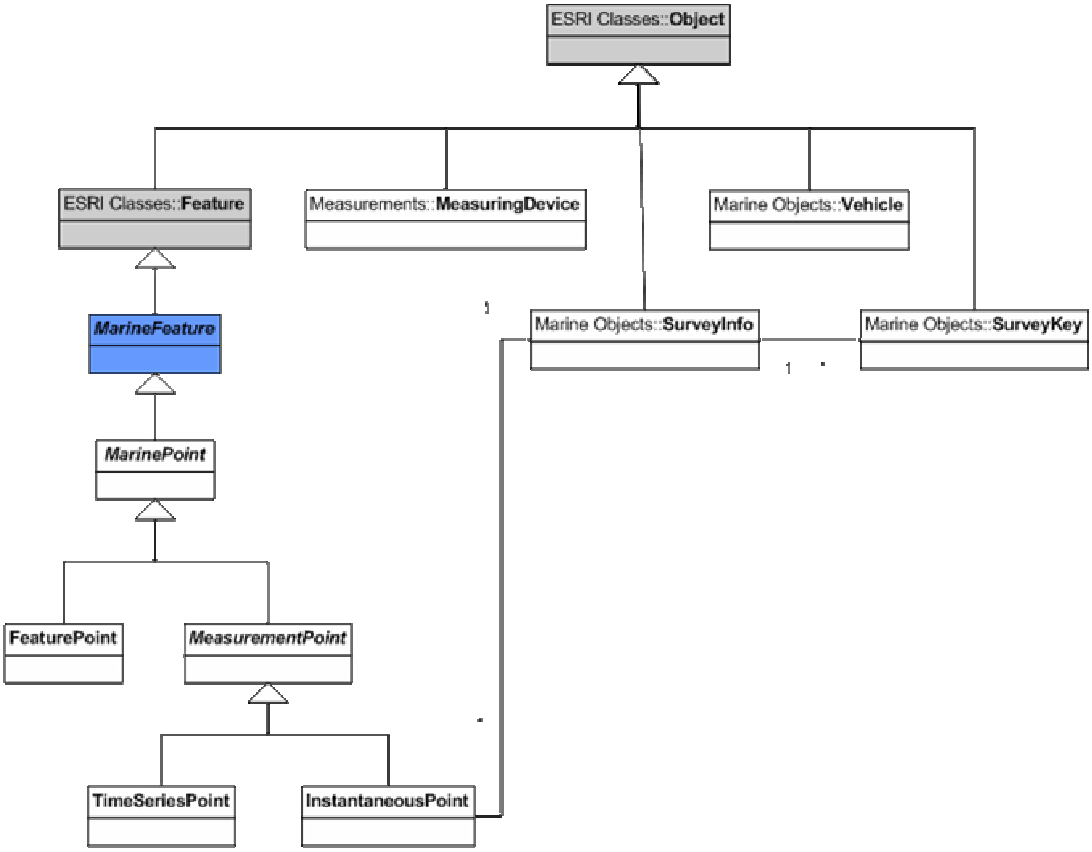



**Figura 10** – Diagrama de Classes de Pontos Marinhos.

No diagrama de classes da Figura 10 existem três classes que originam as classes instanciáveis de objectos geográficos:

- *FeaturePoint*: Classe de *MarinePoints* utilizada para objectos geográficos com coordenadas geodésicas fixas em φ, λ e Z, que não têm tempo ou amostra associada. O *FeaturePoint* representa objectos geográficos fixos (ex.: faróis, bóias de sinalização, sondas batimétricas).
- *TimeSeriesPoint*: Classe de *MeasurementPoint* que representa objectos geográficos fixos no espaço (φ e λ) associados a uma instância de *TimeSeries*, isto é, representa observações com variação temporal (ex.: bóias ondógrafo, amarrações de correntómetros, ADCP *(Acoustic Doppler Current Profilers*) de fundo). Um *TimeSeriesPoint* pode ter múltiplos Z através da sua ligação à classe *Measurement*.
- *InstantaneousPoint:* Classe de *MeasurementPoint* que representa objectos correspondentes a observações simples no tempo e no espaço, ou seja, observações instantâneas (ex.: amostras de superfície, sondador multifeixe, avistamentos). Cada um dos pontos é identificado univocamente através de um φ, um λ e um valor temporal (t), podendo estar associado a diferentes profundidades

através da sua ligação com a tabela *Measurement*. Os *InstantaneousPoints* podem ser agrupados em levantamentos os quais podem ser definidos mais especificamente na classe *SurveyInfo*.

À classe *InstantaneuosPoint* está também associada uma subclasse *instanciável*, *IPSounding*, que agrupa todos os pontos que dizem respeito a levantamentos hidrográficos. Este tipo de pontos não se encontra associado a uma amostra (*Measurement*), sendo o valor de Z o valor da profundidade medida no respectivo ponto. A opção por esta solução resulta da enorme quantidade de pontos gerados durante um levantamento hidrográfico e na simplificação da sua manipulação.

Existem ainda duas classes abstractas de objectos geográficos:

- *MarinePoint*: Classe abstracta que define características comuns de subclasses de objectos do tipo ponto.
- *MeasurementPoint*: Subclasse abstracta de *MarinePoint* utilizada para catalogar pontos associados a um tempo ou a uma amostra.

Para os objectos não geográficos, relacionados com pontos definidos no oceano, são de salientar as seguintes classes de objectos:

- *SurveyInfo*: Classe utilizada para guardar características dos levantamentos de colecções de dados.
- *SurveyKey*: Classe utilizada para associar várias linhas de perfis a um determinado levantamento e vice-versa (surge da relação de muitos-para-muitos entre as classes *ProfileLine* e *SurveyInfo*).
- *MeasuringDevice*: Classe utilizada para definir o equipamento de medição utilizado na determinação das análises contempladas na classe *MeasuredData* (ex.: CTD, XBT, SVP).
- *Vehicle*: Classe utilizada para definir o aparelho ao qual são acoplados os instrumentos de medição (ex.: *ROV- Remotely Operated Vehicle*).

### 3.3.1.2. Marine Lines

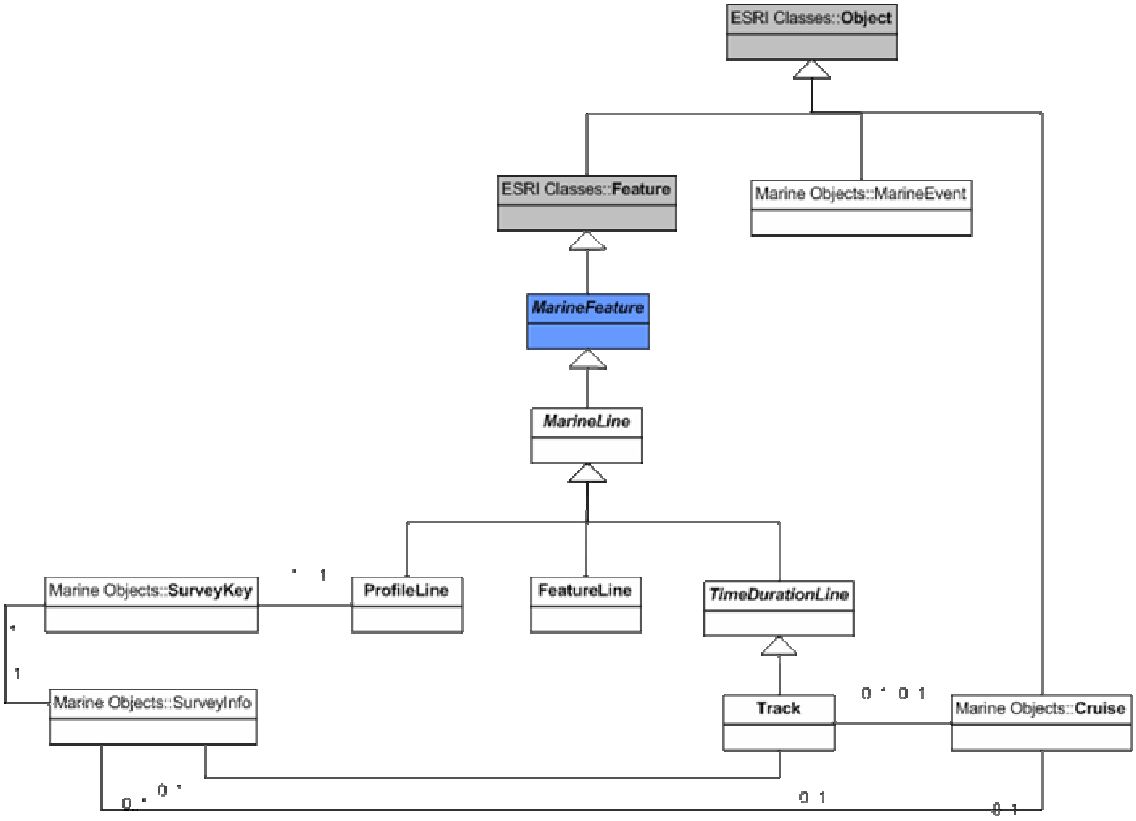



**Figura 11** – Diagrama de Classes de Linhas Marinhas.

No que se refere à geometria do tipo linha (Figura 11), individualizaram-se três classes não abstractas de objectos geográficos:

- *FeatureLine*: Subclasse instanciável de *MarineLine* para representação de objectos geográficos lineares fixos ou móveis (ex.: linha de costa, linhas batimétricas).
- *Track*: Subclasse instanciável de *TimeDurationLine.* Um elemento da classe *Track* pretende representar o percurso percorrido por um determinado navio, podendo ser especificamente definido pelo cruzeiro a que está associado.
- *ProfileLine*: Subclasse instanciável de *MarineLine* para representação de perfis (ex.: sísmicos, batimétricos, sedimentares).

e duas classes abstractas de objectos geográficos do tipo linha:

- *MarineLine*: Classe abstracta que define características comuns de subclasses de objectos do tipo linha.
- *TimeDurationLine*: Subclasse abstracta de *MarineLine* para representar objectos geográficos lineares que apresentam variação em termos de posicionamento e valor

temporal ao longo do comprimento da linha (cada vértice tem um valor específico de posicionamento e de tempo).

Dos objectos não espaciais apresentados alguns foram já definidos anteriormente para o caso dos pontos tendo um significado semelhante mas aplicado a linhas. Os novos objectos não espaciais estão definidos da seguinte forma:

- *Cruise*: Classe que recebe informação sobre as características de um determinado cruzeiro, entendendo-se como cruzeiro uma saída do navio para o mar para obtenção de dados.
- *MarineEvent*: Classe utilizada para definir eventos pontuais ou lineares que podem posteriormente ser associados a objectos do tipo linha.

*3.3.1.3. Marine Areas*

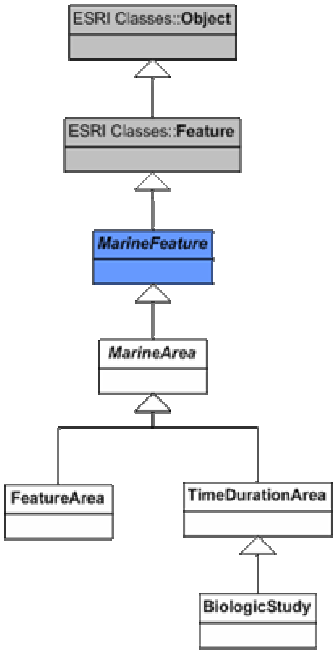



**Figura 12** – Diagrama de Classes de Áreas Marinhas

No que se refere às Áreas Marinhas (Figura 12), foram definidas 3 classes distintas de objectos geográficos:

- *FeatureArea*: Subclasse instanciável de *MarineArea* para representação de objectos geográficos fixos do tipo área (ex.: habitats, áreas protegidas).
- *TimeDurationArea:* Subclasse instanciável de *MarineArea* para representar áreas que apresentem variações na sua localização φ, λ, Z e referências temporais igualmente variáveis (ex.: derrames de hidrocarbonetos, *bloom* de algas).

- *BiologicStudy*: Subclasse instanciável de *TimeDurationArea* que pretende reunir áreas relevantes associadas à biologia, tanto naturais como determinadas administrativamente (ex.: zona de defeso de uma espécie, zona de aquacultura).

Todas estas classes derivam de uma única classe abstracta:

- *MarineArea*: Classe abstracta que define características comuns de subclasses de objectos do tipo área.

*3.3.1.4. TimeSeries and Measurements*

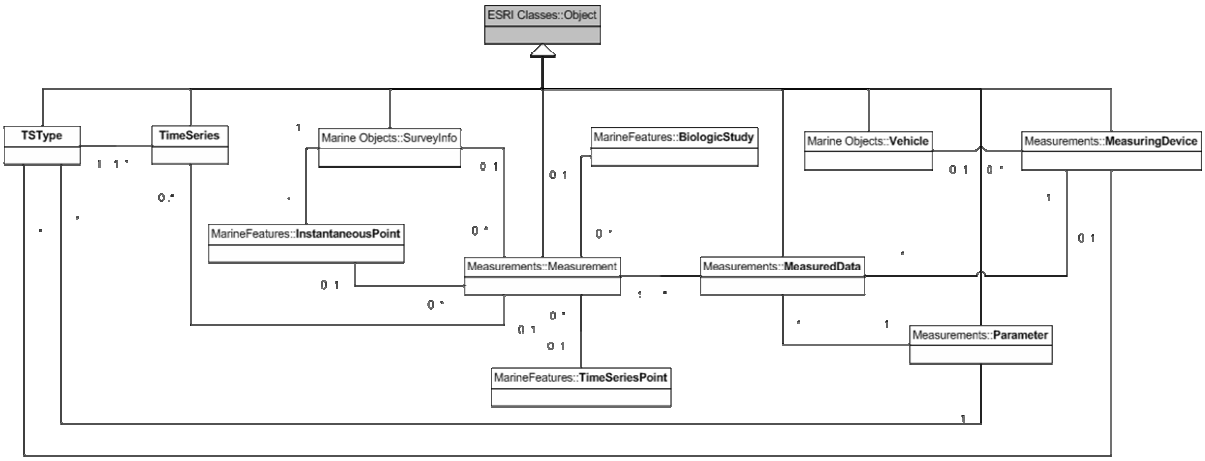



**Figura 13** – Diagrama de Classes das Séries Temporais e Medições.

Neste diagrama (Figura 13) estão agrupados os objectos não espaciais relativos às séries temporais e medições, que podem ser associados a qualquer objecto espacial. Os novos objectos não espaciais são definidos como:

- *Measurement*: Classe utilizada para definir a localização e características de uma amostra recolhida num determinado ponto (*MeasurementPoint*).
- *MeasuredData*: Classe utilizada para guardar análises associadas a uma determinada amostra (*Measurement*) e a um determinado equipamento de medição (*MeasuringDevice*).
- *MeasuringDevice:* Classe utilizada para guardar informação sobre os equipamentos de aquisição de dados.
- *Parameter*: Classe utilizada para guardar informação sobre o parâmetro sobre o qual incide uma determinada análise (pontual ou série temporal).
- *TimeSeries*: Classe utilizada para associar amostras (objectos da classe *Measurement*) em séries temporais.
- *TSType*: Classe utilizada para guardar características de séries temporais.

### *3.3.1.5. Support*

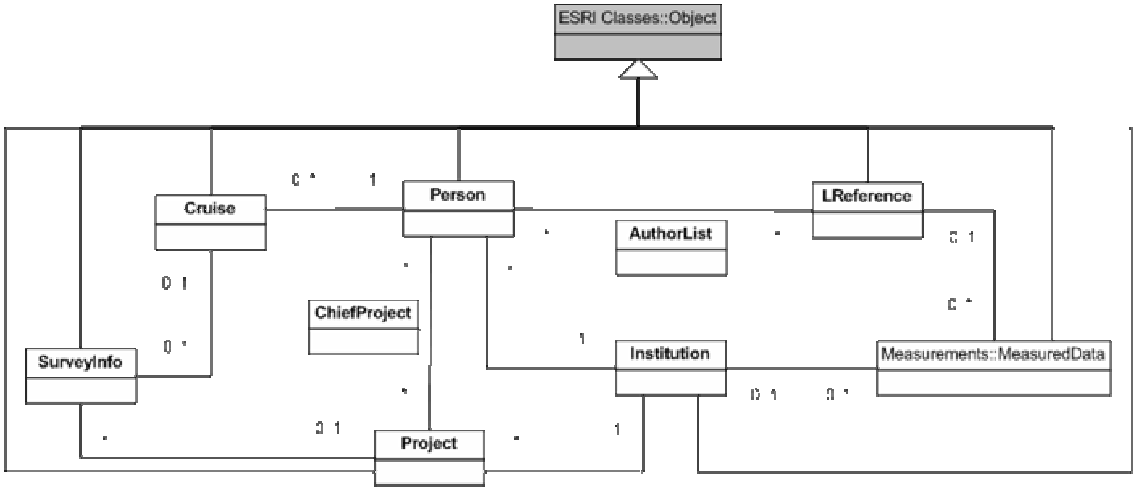



**Figura 14** – Diagrama de Classes da Informação de Suporte.

A informação de suporte (Figura 14), apesar de maioritariamente corresponder a metadados, foi considerada relevante e daí a sua inclusão na base de dados de forma a possibilitar pesquisas expeditas sobre os mesmos. Assim, as novas classes de objectos não espaciais contempladas, podem ser definidas da seguinte forma:

- *AuthorList:* Classe utilizada para guardar um histórico de publicações de autores (surge da relação muitos-para-muitos entre as classes *Person* e *LReference*).
- *ChiefProject*: Classe utilizada para guardar um histórico de responsáveis de projectos (surge da relação muitos-para-muitos entre as classes *Project* e *Person*).
- *Institution*: Classe utilizada para guardar informação sobre instituições associadas a projectos de recolha de dados no oceano.
- *Person*: Classe utilizada para guardar os dados pessoais de responsáveis por projectos ou cruzeiros, e de investigadores que efectuem análises a amostras ou que estejam referenciados em documentos guardados na tabela *LReference*.
- *Project*: Classe utilizada para guardar informação sobre projectos de investigação que englobem a colheita e/ou análise de dados relacionados com o oceano.

### 3.3.1.6. Rasters

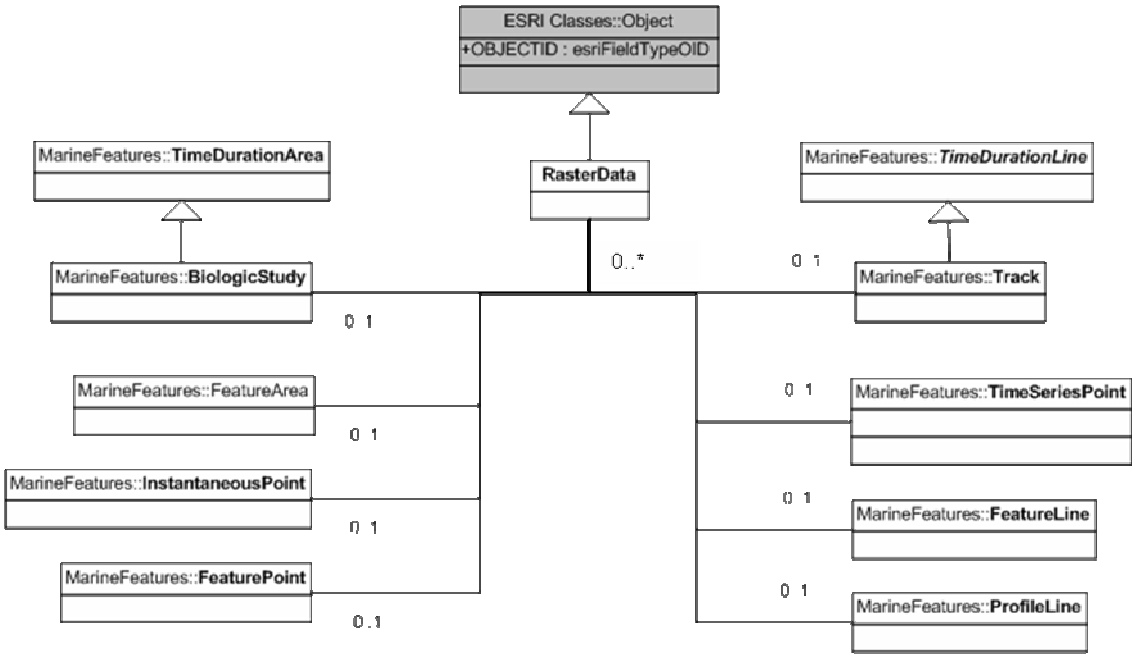



**Figura 15** – Diagrama de Classes de Rasters.

O diagrama de classes da Figura 15 representa a ligação de uma nova classe, *RasterData*, a todos os objectos espaciais do sistema. A classe *RasterData* é uma classe de objectos não espaciais utilizada para guardar metadados acerca dos *rasters* presentes na base de dados, relacionando-os depois com os objectos geográficos.

### 3.3.1.7. Series

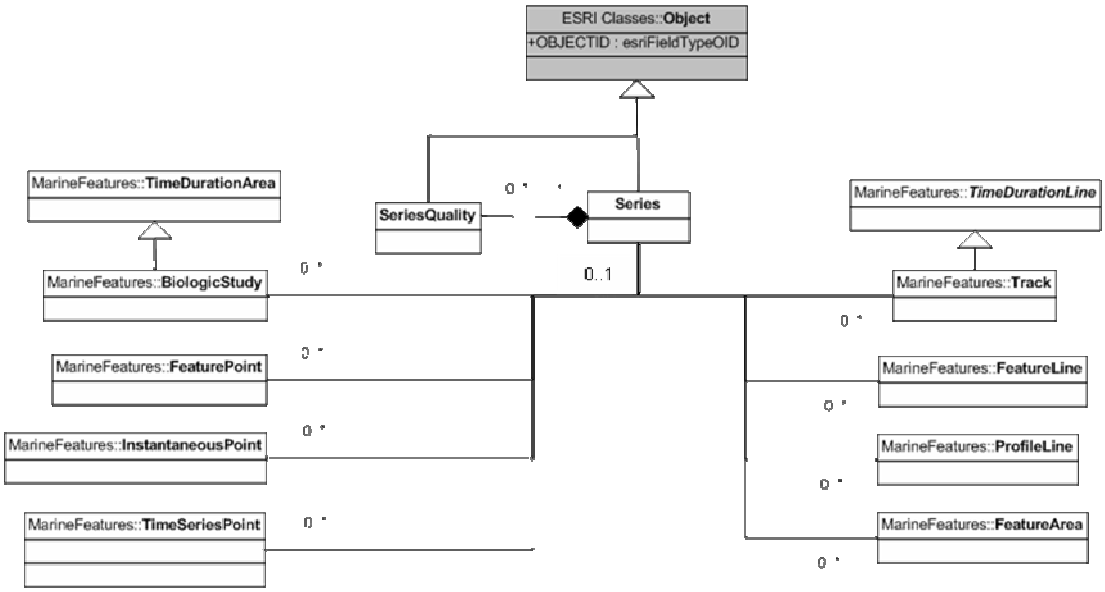



**Figura 16** – Diagrama de Classes de Séries.

A classe de objectos (não espaciais) *Series* (Figura 16) é utilizada para agrupar colecções de objectos geográficos (pontos, linhas ou polígonos). Desta forma podem-se associar grupos de objectos espaciais a índices de qualidade através da classe *SeriesQuality*, que relaciona parâmetros comuns de qualidade a uma série de objectos geográficos incluindo correcções, calibrações e erros associados.

*3.3.1.8. LReference*

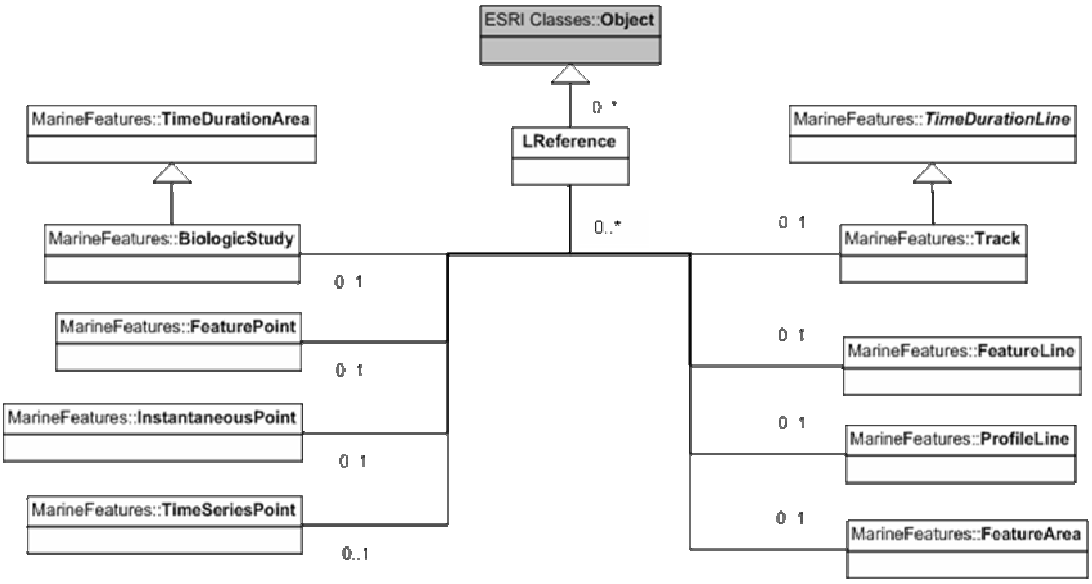



**Figura 17** – Diagrama de Classes de Referências.

O esquema anterior (Figura 17) introduz uma nova classe no sistema – *LReference*. Esta é uma classe de objectos não espaciais, utilizada para guardar publicações ou documentos que, de alguma forma, estão relacionados com as várias áreas que *interagem com o oceano.*

### 3.3.1.9. GeodeticInfo

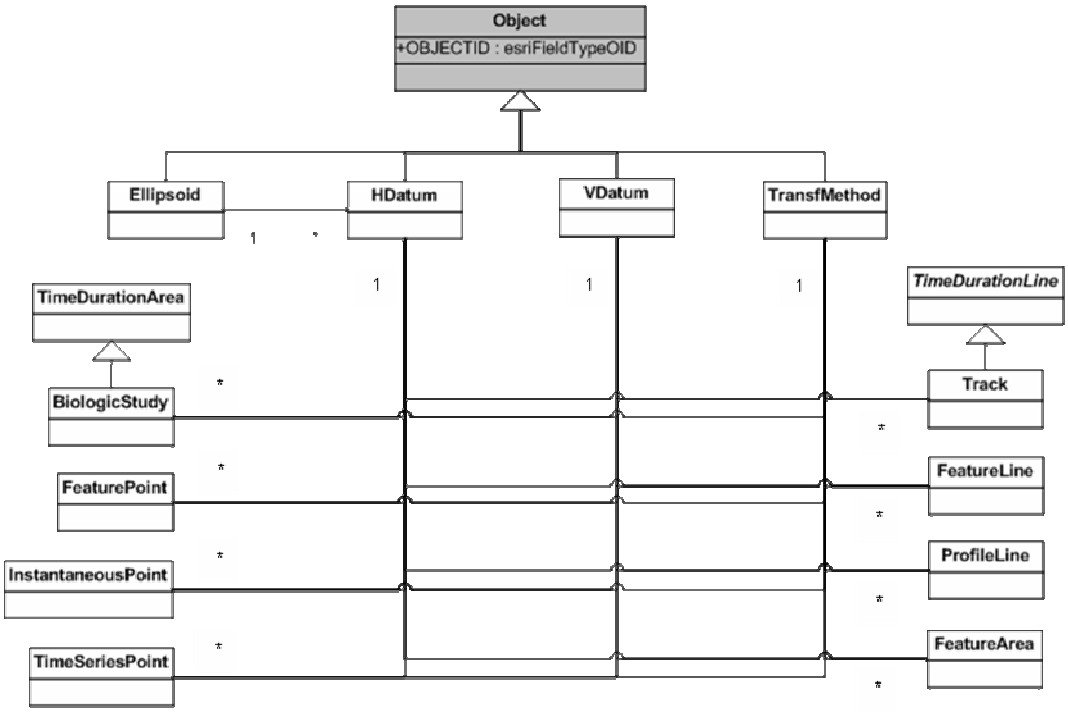



**Figura 18** – Diagrama de Classes de Informação Geodésica.

A informação geodésica está representada no esquema da Figura 18. Este tipo de informação encontra-se associado a todos os objectos espaciais abrangidos pelo sistema. Esta área temática guarda um historial sobre o sistema de referência original dos dados carregados e também o método de transformação e parâmetros associados aquando da sua transformação para o sistema de referência adoptado pelo InforM@r, o WGS84 *(World Geographic System 1984)*. As várias classes introduzidas referem-se a classes não espaciais e podem ser definidas da seguinte forma:

- *TransfMethod*: Classe utilizada para guardar informação sobre os métodos de transformação entre *data*.
- *Ellipsoid*: Classe utilizada para guardar referências a elipsóides geodésicos.
- *VDatum*: Classe utilizada para guardar referências a *data* verticais.
- *HDatum*: Classe utilizada para guardar referências a *data* horizontais.

Uma descrição mais pormenorizada das classes de objectos espaciais e não espaciais com os atributos e tipos de domínio bem representados, encontra-se no Anexo V e VI (esquemas *DDL* (*Data Definition Language*) e Dicionário de dados).

## *3.4. Visão Funcional*

De forma a garantir a total percepção de um sistema de informação é necessário definir, de início, o âmbito e necessidades do mesmo, ou seja, fazer um levantamento dos seus requisitos, especificando o que se pretende que o sistema faça em resposta a uma acção, condição ou necessidade a satisfazer (*Silva, A. 2005*). Só assim se garante uma correcta interpretação por todos os intervenientes no processo e, não menos importante, assegura-se a utilidade do sistema para o utilizador final de acordo com as suas necessidades uma vez que, na prática, é para este que o sistema é construído.

Para uma mais fácil compreensão dos requisitos funcionais recorre-se a modelos de casos de utilização.

### 3.4.1. Actores

Um actor é um conceito que representa, em geral, um papel que um utilizador desempenha relativamente ao sistema em análise ou a um outro sistema que interactua com o sistema alvo (*Silva, A., 2005*).

Para o presente sistema de informação foram identificados cinco actores, potenciais utilizadores do sistema (Figura 19), com níveis diferenciados de interacção com o sistema.

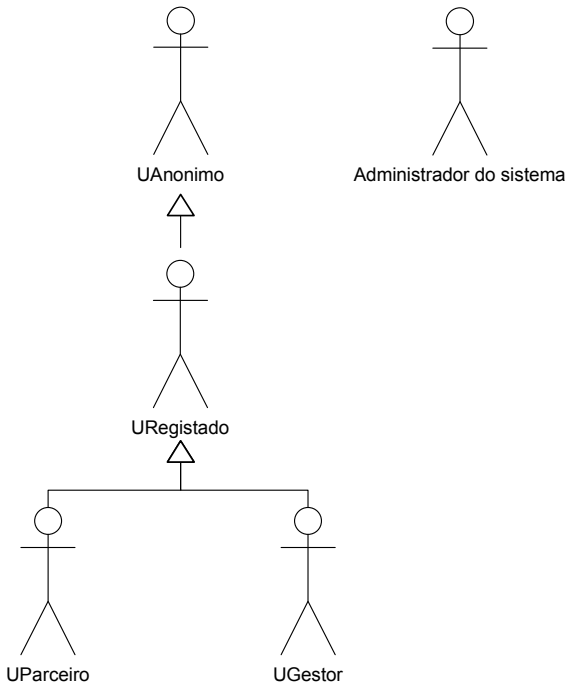



**Figura 19** – Actores do sistema InforM@r.

Na caracterização dos actores suprimiu-se a descrição do administrador do sistema por ser um actor comum a todos os sistemas de informação, com funções específicas aplicáveis transversalmente. Assim, os restantes actores são:

UAnonimo – Utilizador interessado em dados públicos ou gratuitos, com maior interesse na visualização espacial dos dados e nos produtos finais do que nos dados propriamente ditos. Apenas tem permissões para visualizar, consultar e fazer *download* de dados gratuitos ou de metadados, não sendo necessário registo prévio no sistema para lhes aceder.

> ex: utilizador comum dos serviços da internet interessados em dados públicos, metadados ou produtos gratuitos sobre os temas abrangidos pelo sistema.

URegistado – Utilizador especializado numa determinada área e que tem interesse numa série de dados públicos (ou privados) para exercício da sua actividade. Para aceder a dados não públicos e a outro tipo de funcionalidades mais complexas o utilizador tem que estar registado no sistema. Tem elevado interesse em dados e informação já processados assim como metadados, apresentando necessidades muito variadas. Tem permissões iguais às de um utilizador anónimo acrescidas pelo poder de aceder a dados não gratuitos quando registado no sistema.

> ex: Utilizador especializado que necessita, para o exercício da sua actividade profissional, de dados públicos como UAnonimo e dados não públicos tendo por isso forte interesse na consulta de fichas de metadados.

UParceiro – Utilizador que é simultaneamente produtor e utilizador de dados e informação; pode utilizar dados e informação disponibilizada pelo sistema mas tem também permissão para adicionar novos dados e metadados. Pode ser um outro sistema ou base de dados ligado ao sistema 'principal' ou um técnico a introduzir os dados no sistema.

> ex: Utilizador que, para além de possuir as mesmas permissões que o UAnonimo e que o URegistado, partilha os seus dados e metadados com o sistema.

UGestor – Utilizador que tem permissão para gerir os dados e a informação do sistema. Tem conhecimentos em linguagem de alto nível que lhe permite gerir as necessidades do sistema e dos outros utilizadores com desenvolvimento de aplicações como, por exemplo visões do sistema, adaptando-o a novas necessidades identificadas. Avalia ainda se o sistema satisfaz, ou não, as necessidades dos utilizadores.

> ex: Utilizador que tem as mesmas permissões que UAnonimo, URegistado e que gere todo o sistema de base de dados. Pode ser um Parceiro.

## 3.4.2. Casos de Utilização

Através dos diagramas de casos de utilização é possível identificar as funções desempenhadas por cada utilizador sobre o sistema e visualizar o comportamento do sistema em resposta a cada operação realizada.

### *3.4.2.1 Diagramas de* Use Cases

Na representação esquemática o actor (pessoa ou outro sistema) está representado pela figura humana estilizada, as elipses representam as funções a executar pelo sistema e as setas a relação entre os actores e as funções, com o sentido preferencial de comunicação bem definido.

Estão representados em seguida os Casos de Utilização para cada um dos actores identificados de forma esquemática (Figura 20, Figura 21, Figura 22 e Figura 23).

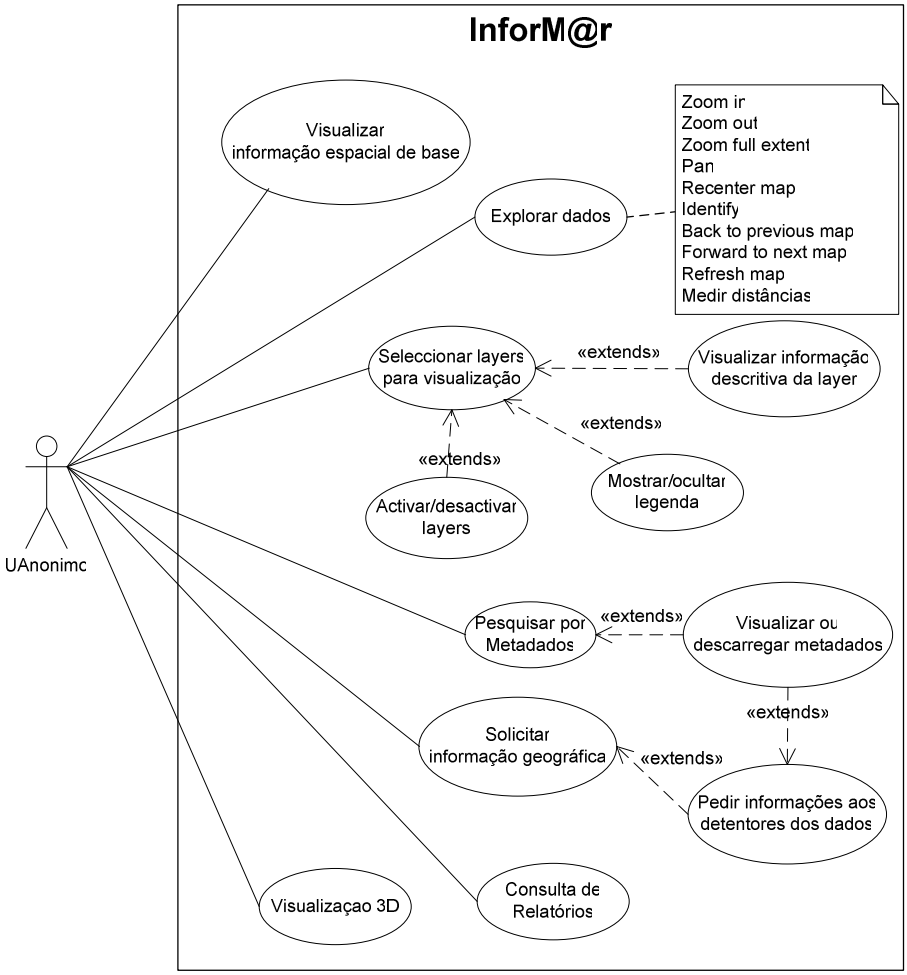



**Figura 20** – Diagrama de *Use Cases* para o UAnonimo.

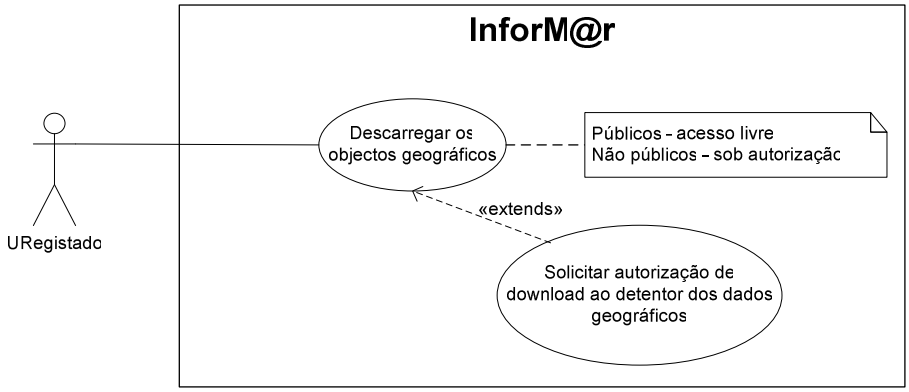



**Figura 21** – Diagrama de *Use Case* para o URegistado.

**Figura 22** – Diagrama de *Use Case* para o UParceiro.

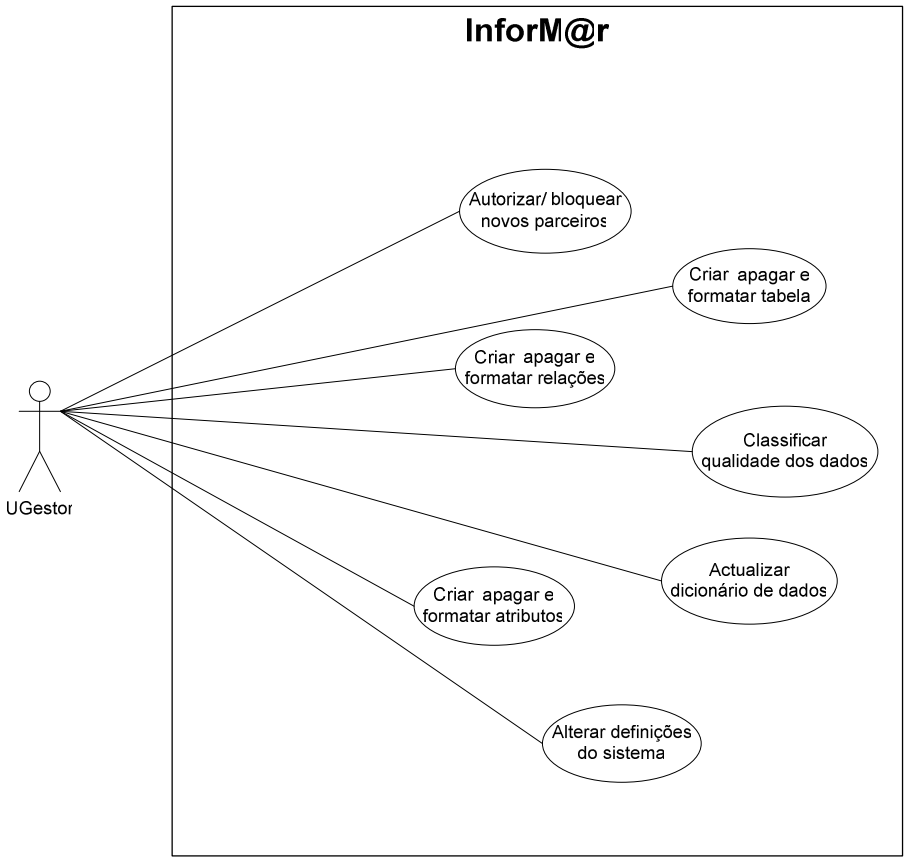



**Figura 23** – Diagrama de *Use Case* para o UGestor.

*3.4.2.2 Casos de Utilização na Oceanografia Física*

Para o caso específico da Oceanografia física, passam-se a exemplificar os casos de utilização mais frequentes por parte dos utilizadores interessados neste tipo de dados:

Caso 1. Ao investigador/estudante interessa-lhe visualizar a distribuição espacial das estações que contenham os dados que pretendem, para que possa escolher aquelas que cobrem uma determinada área de estudo;

Caso 2. Ao investigador/estudante interessa-lhe conhecer as datas e toda a informação administrativa (metadados) associada a cada estação para que possam analisar a existência de séries temporais importantes para correr modelos oceânicos e de previsão.

Caso 3. Ao investigador/estudante que pretenda dados de oceanografia física, interessa-lhe visualizar a sua distribuição desde a superfície até uma determinada profundidade, ao longo da coluna de água, isto é, o perfil. Analisando o perfil é possível identificar a existência, ou não, de observações anómalas que atestam a qualidade das observações.

Caso 4. Ao investigador/estudante interessa poder descarregar os dados escolhidos que sejam públicos ou, caso contrário, saber a instituição detentora para que a possa contactar.

# 4. Oceanografia Física no InforM@r

A forma como a Oceanografia física foi contemplada no InforM@r está descrita a seguir. Nesta descrição, são incluídos entre parêntesis as entidades InforM@r que correspondem aos conceitos apresentados.

Os dados marinhos podem ser adquiridos através do planeamento de cruzeiros (*Cruise*) oceanográficos realizados a bordo de navios (*Ship*) específicos, por equipamentos (*MeasuringDevice*) amarrados ao fundo (amarrações), amarrados a estruturas submersas, fixos no casco de navios ou operados a partir de embarcações e navios.

De um projecto (*Project*) fazem parte tantos cruzeiros quantos os necessários ao cumprimento do fim proposto. Em cada cruzeiro são efectuados levantamentos (*SurveyInfo*) em posições específicas, com Latitude e Longitude conhecidas, designadas estações (*MeasurementPoint*). Em cada estação são realizadas medições a diferentes profundidades (*Measurement*) com o registo de várias observações (*MeasurementData*) de diferentes parâmetros (*Parameters*) medidos por diversos equipamentos *(Levitus S. et al, 2006)*. Vários equipamentos podem medir os mesmos parâmetros (Figura 24).

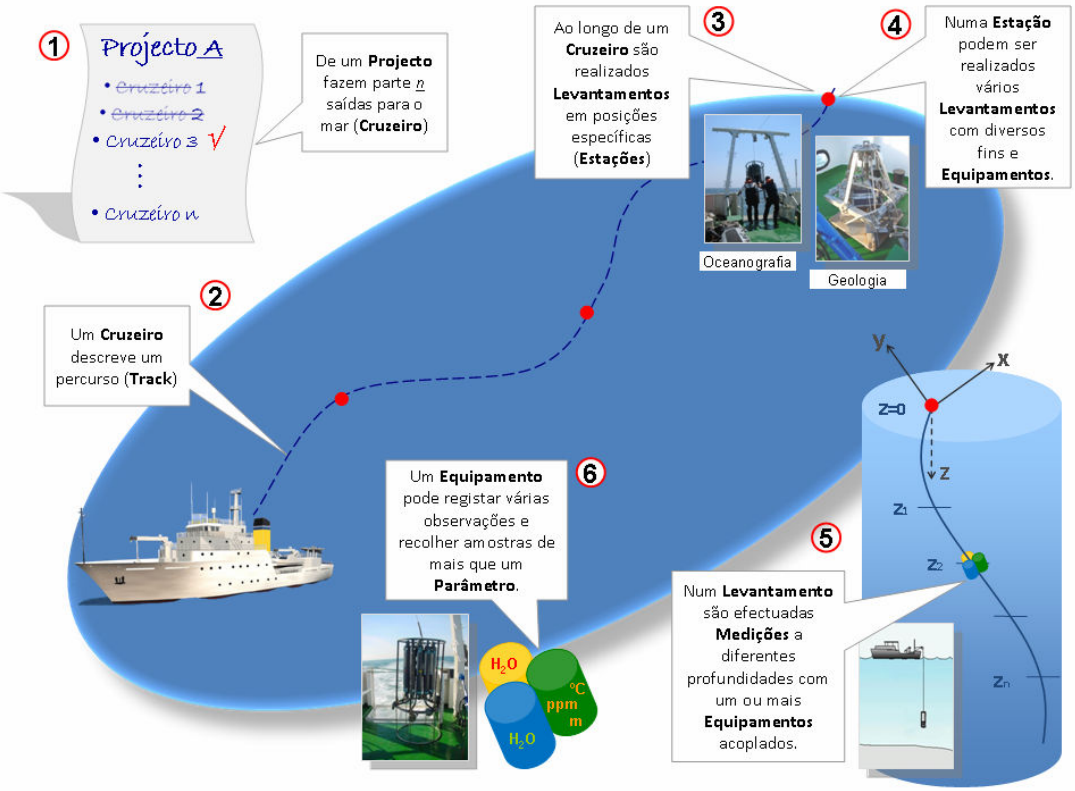



**Figura 24** – Representação esquemática de um levantamento Oceanográfico.

Para a identificação rigorosa de um projecto é necessário conhecer: nome do projecto, período em que decorre (data de início e data de fim), descrição do que se pretende com a sua realização, cientista responsável, e também o organismo e País responsável.

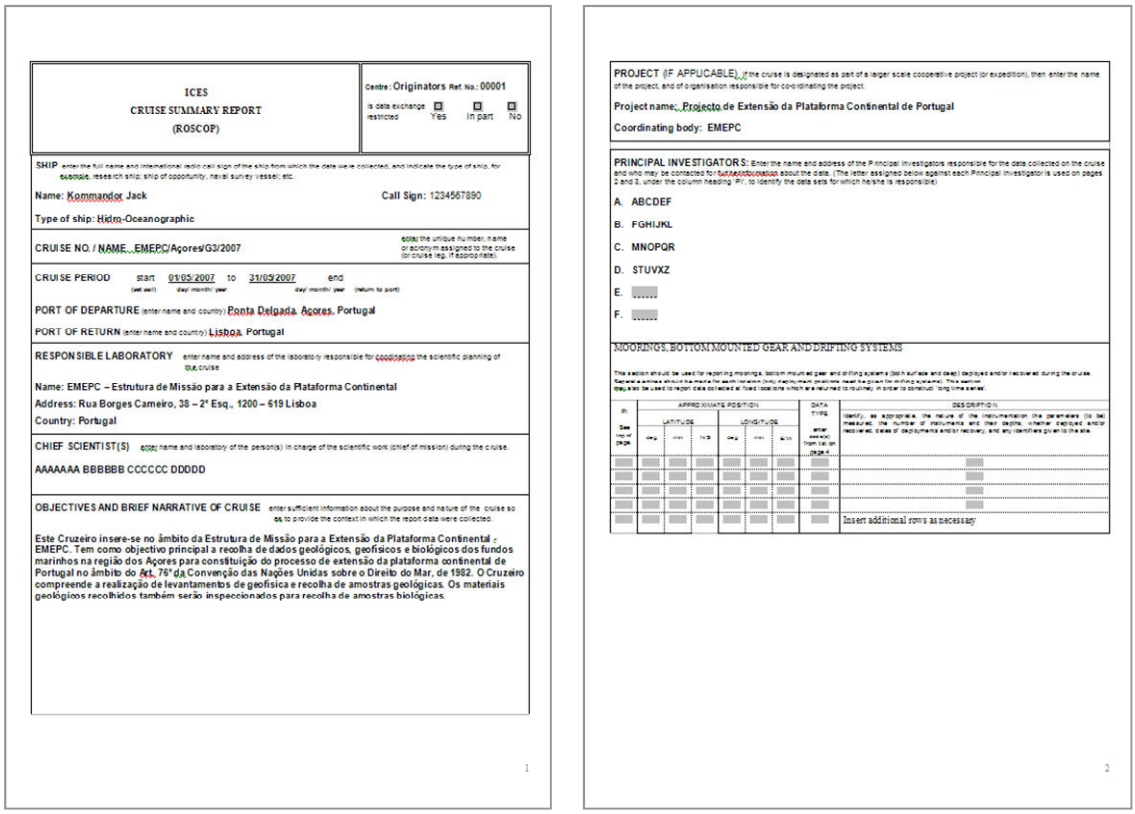
Em cada estação podem ser efectuadas várias observações e amostragens realizadas a diferentes profundidades ao longo da coluna de água (perfil). Os valores registados ficam associados a uma latitude e longitude. Actualmente é considerada a latitude e longitude de início do perfil por se assumir que o perfil de observações é vertical quando na realidade não o é. No futuro poderá vir a ser registada a posição de cada observação do perfil e por isso é já considerada essa possibilidade no modelo.

Cada cruzeiro realizado é acompanhado de um formulário necessário para a sua identificação. O formulário que segue as normas estabelecidas pela *IOC* para documentação de cruzeiros oceanográficos é vulgarmente designado por 'Ficha *ROSCOP* (*ROSCOP, 1990*) (Figura 25).

A ficha *ROSCOP* documenta a informação mais relevante de um cruzeiro oceanográfico (Anexo I). No entanto, existem outras fichas próprias dos vários institutos, por eles utilizadas em substituição do formulário *ROSCOP*. A Figura 26 representa a ficha de cruzeiro utilizada no Instituto Hidrográfico.

A importância da documentação dos dados levou à necessidade de definir qual a informação fundamental a acompanhar o registo das observações. Essa necessidade advém do facto de os dados obtidos apresentarem pouco ou nenhum interesse para os investigadores se não estiverem devidamente documentados. No sistema InforM@r considerou-se a informação presente nas fichas *ROSCOP* para este efeito.

Desse formulário consta: nome, data de início e fim do cruzeiro, área de estudo, uma breve descrição do cruzeiro, o nome e código do navio em que é realizado e também uma tabela para introdução dos metadados de cada estação levantada: nome da estação, profundidade do local (sonda), latitude e longitude de entrada do equipamento na água e latitude e longitude do último registo observado. Os dados registados são guardados em ficheiros *ASCII*.



ICES
CRUISE SUMMARY REPORT
(ROSCOP)

Centre: Originators Ref. No.: 00001
Is data exchange restricted ☐ Yes ☐ In part ☐ No

SHIP enter the full name and international radio call sign of the ship from which the data were collected, and indicate the type of ship, for example, research ship, ship of opportunity, hydrographic survey vessel, etc.

Name: Kommandor Jack
Call Sign: 1234567890
Type of ship: Hidro-Oceanographic

CRUISE NO. / NAME enter the unique number, name or acronym assigned to the cruise (or cruise leg, if appropriate). EMEPC/Açores/G3/2007

CRUISE PERIOD start 01/05/2007 (set sail) day/ month/ year to 31/05/2007 (return to port) day/ month/ year end

PORT OF DEPARTURE (enter name and country) Ponta Delgada, Açores, Portugal

PORT OF RETURN (enter name and country) Lisboa, Portugal

RESPONSIBLE LABORATORY enter name and address of the laboratory responsible for coordinating the scientific planning of the cruise

Name: EMEPC – Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental
Address: Rua Borges Carneiro, 38 – 2º Esq., 1200 – 619 Lisboa
Country: Portugal

CHIEF SCIENTIST(S) enter name and laboratory of the person(s) in charge of the scientific work (chief of mission) during the cruise.

AAAAAAA BBBBBB CCCCCC DDDDD

OBJECTIVES AND BRIEF NARRATIVE OF CRUISE enter sufficient information about the purpose and nature of the cruise so as to provide the context in which the report data were collected.

Este Cruzeiro insere-se no âmbito da Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental - EMEPC. Tem como objectivo principal a recolha de dados geológicos, geofísicos e biológicos dos fundos marinhos na região dos Açores para constituição do processo de extensão da plataforma continental de Portugal no âmbito do Art. 76º da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, de 1982. O Cruzeiro compreende a realização de levantamentos de geofísica e recolha de amostras geológicas. Os materiais geológicos recolhidos também serão inspeccionados para recolha de amostras biológicas.

1

PROJECT (IF APPLICABLE) if the cruise is designated as part of a larger scale cooperative project (or expedition), then enter the name of the project, and of organisation responsible for co-ordinating the project.

Project name: Projecto de Extensão da Plataforma Continental de Portugal
Coordinating body: EMEPC

PRINCIPAL INVESTIGATORS: Enter the name and address of the Principal Investigators responsible for the data collected on the cruise and who may be contacted for further information about the data. (The letter assigned below against each Principal Investigator is used on pages 2 and 3, under the column heading 'PI', to identify the data sets for which he/she is responsible)

A. ABCDEF
B. FGHIJKL
C. MNOPQR
D. STUVXZ
E. .....
F. .....

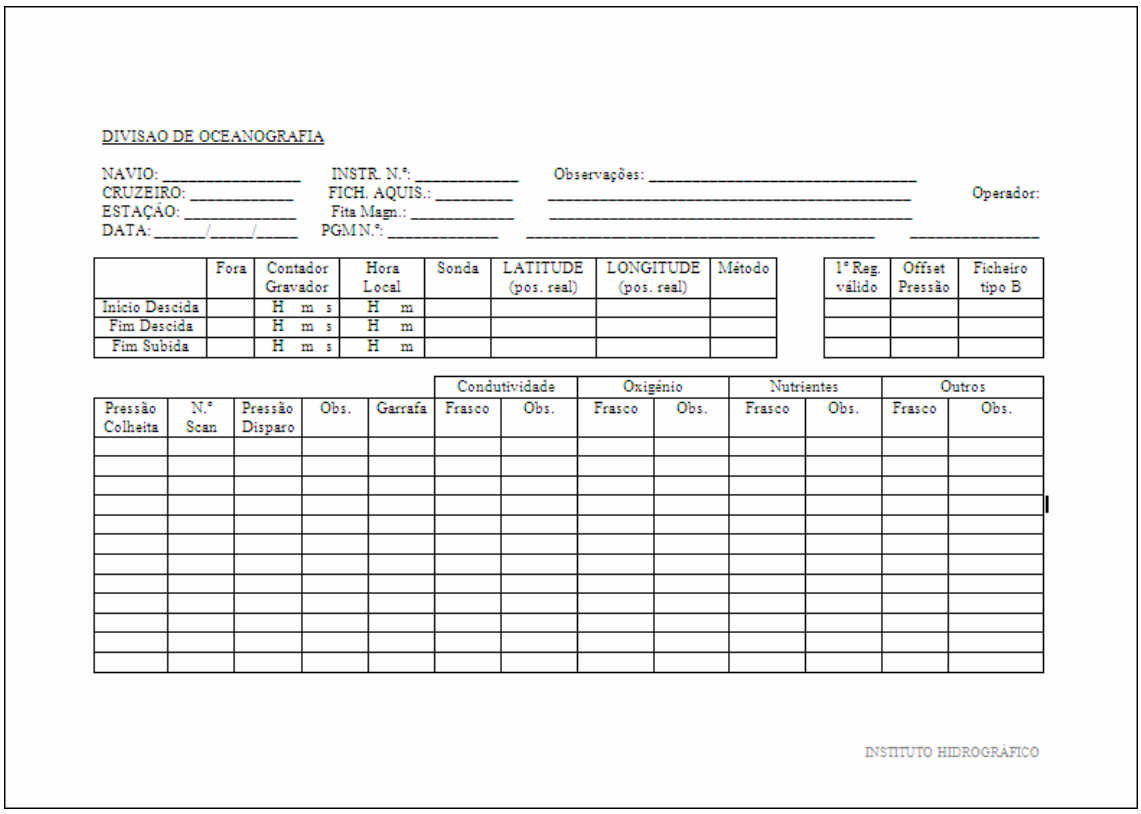
MOORINGS, BOTTOM MOUNTED GEAR AND DRIFTING SYSTEMS

This section should be used for reporting moorings, bottom mounted gear and drifting system (both surface and deep) deployed and/or recovered during the cruise. Separate entries should be made for each iteration (only if significant positions need be given for drifting systems). This section may also be used to report data collected at fixed locations which are returned to routinely, in order to construct 'long time series'.

| PI | APPROXIMATE POSITION | | | | | | DATA TYPE | DESCRIPTION |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | LATITUDE | | | LONGITUDE | | | | |
| See key on page | deg | min | N/S | deg | min | E/W | enter code(s) (see list on page 4) | identify, as appropriate, the nature of the instrumentation (e.g. parameters to be measured, the number of instruments and their depths, whether deployed and/or recovered, dates of deployments and/or recovery, and any identifiers given to the site |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Insert additional rows as necessary |

2

**Figura 25** – Exemplo da informação constante na 1ª e 2ª páginas de uma ficha *ROSCOP*.



DIVISAO DE OCEANOGRAFIA

NAVIO: _____ INSTR. N.º: _____ Observações: _____
CRUZEIRO: _____ FICH. AQUIS.: _____ _____ Operador:
ESTAÇÃO: _____ Fita Magn.: _____ _____
DATA: _____/_____/_____ PGM N.º: _____ _____ _____

| | Fora | Contador Gravador | Hora Local | Sonda | LATITUDE (pos. real) | LONGITUDE (pos. real) | Método |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicio Descida | | H m s | H m | | | | |
| Fim Descida | | H m s | H m | | | | |
| Fim Subida | | H m s | H m | | | | |

| 1º Reg. válido | Offset Pressão | Ficheiro tipo B |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | | | | Condutividade | | Oxigénio | | Nutrientes | | Outros | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pressão Colheita | N.º Scan | Pressão Disparo | Obs. | Garrafa | Frasco | Obs. | Frasco | Obs. | Frasco | Obs. | Frasco | Obs. |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

INSTITUTO HIDROGRÁFICO

**Figura 26** – Formulário utilizado no IH.

## *4.1. Diferentes Fontes de Informação*

Das instituições portuguesas produtoras, detentoras e utilizadoras de dados e informação acerca do meio marinho, existem actualmente três que se associaram ao projecto InforM@r: EMEPC, IH e CIIMAR.

**EMEPC**

A Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental foi criada em Conselho de Ministros a 15 de Janeiro de 2004, com o objectivo de preparar uma proposta de extensão da plataforma continental de Portugal para além das 200 milhas náuticas que delimitam a Zona Económica Exclusiva (ZEE), a apresentar à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) das Nações Unidas (NU) até 13 de Maio de 2009.

A proposta assentará em estudos efectuados sobre o fundo submarino, do ponto de vista geológico e hidrográfico, ao largo de Portugal Continental e das regiões autónomas dos Açores e da Madeira de forma a fundamentar a pretensão portuguesa em alargar os limites da plataforma continental.

Os trabalhos de suporte à missão da EMEPC incluem levantamentos hidrográficos para aquisição de dados batimétricos, geológicos, de sísmica, obtenção de informação relativa a magnetismo e dados complementares para a interpretação dos dados adquiridos com o sondador multifeixe.

**IH**

O Instituto Hidrográfico é um organismo público inserido na Marinha Portuguesa. É da sua competência o apoio às actividades militares da Marinha, a produção de cartografia náutica e, também, todo o tipo de estudos relacionados com as ciências e técnicas do Mar em Portugal.

O IH é um organismo centralizador da informação relacionada com o mar como a informação oceanográfica, hidrográfica, cartográfica, química, de entre outras não menos importantes.

**CIIMAR**

O CIIMAR é uma associação sem fins lucrativos, pertencente à Universidade do Porto, que se dedica à investigação, divulgação e desenvolvimento tecnológico ligados às Ciências Marinhas e Ambientais. Conjuntamente com o CCMAR – Centro de Ciências do Mar do Algarve (Universidade do Algarve) formam o CIMAR – Centro de Investigação Marinha e Ambiental.

Os estudos do CIIMAR debruçam-se principalmente em três áreas: biologia, robótica submarina e altimetria de Satélite; integradas em quatro linhas de acção: 1) Ecologia, Biodiversidade e Gestão de Ecossistemas Aquáticos; 2) Toxicologia e Química Ambiental; 3) Biologia e Biotecnologia Marinha; 4) Aquacultura.

### 4.1.1. Tipos de Dados

A informação constante nos formulários *ROSCOP* deverá acompanhar os registos das observações no ficheiro de dados. No entanto, embora algumas instituições e projectos se guiem por estas normas, tal não é sinónimo de formato de ficheiro igual, isto é, não significa que a organização interna do ficheiro seja a mesma para todos os ficheiros de dados. Esta situação impele um tratamento diferenciado para cada tipo de ficheiro, obrigando a um esforço redobrado no processamento de dados de origens distintas.

Os dados oceanográficos descritos em seguida foram adquiridos com o equipamento *CTD*. Um dos ficheiros provém do IH (ver 4.1.1.1.) e o outro de um projecto europeu de nome *MEDAR (Mediterranean Data Archaelogy and Rescue)* (ver 4.1.1.2.) disponíveis no CD-ROM – MEDATLAS 2002 - *"Mediterranean and Black Sea Database Of Temperature, Salinity and Bio-Chemical Parameters Climatological Atlas"*, *(MEDATLAS 2002)*. Os dois ficheiros serão analisados e comparados com base na organização interna e nos metadados que apresentam.

#### *4.1.1.1. IH*

A Figura 27 diz respeito a um ficheiro *CTD* do IH, com dados adquiridos durante o cruzeiro realizado no âmbito do projecto de extensão da plataforma continental de Portugal - EMEPC/Açores/G3/2007. O ficheiro apresenta duas secções distintas: uma secção de metadados do cruzeiro e outra das observações.

Para além dos metadados presentes no interior do ficheiro, existe ainda um outro ficheiro com mais informação sobre o cruzeiro e levantamentos realizados, que acompanha todos os ficheiros de dados relativos aos levantamentos realizados (Figura 28).

emepc_acores2007_016.txt - Notepad

File Edit Format View Help

```
Cruise vessel : SV Kommandor Jack
Cruise name : emepc_acores2007
cruise start date : 17-05-2007
cast start time : 10-06-2007 20:10:49
cast number : 16
cast vessel depth : 0
Parameter List :
Time  Time(s)  Pressure  Temperature  Conductivity  Salinity  Oxygen  Turbidity  Altimeter

10-06-2007 20:10:49 0.000000 -0.901 18.2513 -0.0009 0.0000 9.48 0.3391 100.05
10-06-2007 20:10:49 0.075684 -0.967 18.2525 -0.0007 0.0000 9.48 0.3336 100.10
10-06-2007 20:10:49 0.151855 -0.972 18.2541 -0.0010 0.0000 9.48 0.3214 100.05
10-06-2007 20:10:49 0.228027 -1.049 18.2540 -0.0006 0.0000 9.48 0.3198 100.09
10-06-2007 20:10:49 0.305664 -0.865 18.2546 -0.0015 0.0000 9.48 0.3147 100.06
10-06-2007 20:10:49 0.382813 -1.018 18.2551 -0.0008 0.0000 9.48 0.3290 100.05
10-06-2007 20:10:49 0.458984 -0.952 18.2548 -0.0008 0.0000 9.48 0.3214 100.12
10-06-2007 20:10:49 0.534668 -1.023 18.2556 -0.0006 0.0000 9.48 0.3302 100.05
10-06-2007 20:10:49 0.610840 -0.972 18.2562 -0.0010 0.0000 9.48 0.3166 100.07
10-06-2007 20:10:49 0.687988 -0.891 18.2566 -0.0003 0.0000 9.48 0.3195 100.07
10-06-2007 20:10:49 0.765625 -0.880 18.2566 -0.0006 0.0000 9.48 0.3325 100.05
10-06-2007 20:10:49 0.842773 -0.972 18.2574 -0.0010 0.0000 9.48 0.3509 100.11
10-06-2007 20:10:49 0.918945 -0.942 18.2572 -0.0007 0.0000 9.48 0.3388 100.06
10-06-2007 20:10:49 0.994629 -0.814 18.2585 -0.0009 0.0000 9.48 0.3343 100.06
10-06-2007 20:10:50 1.071777 -0.993 18.2590 -0.0014 0.0000 9.48 0.3351 100.09
10-06-2007 20:10:50 1.149902 -0.880 18.2588 -0.0013 0.0000 9.48 0.3271 100.05
10-06-2007 20:10:50 1.228027 -0.983 18.2589 -0.0007 0.0000 9.48 0.3110 100.11
10-06-2007 20:10:50 1.303711 -0.911 18.2600 -0.0007 0.0000 9.48 0.3040 100.06
10-06-2007 20:10:50 1.379883 -0.947 18.2588 -0.0008 0.0000 9.48 0.2967 100.05
10-06-2007 20:10:50 1.456055 -1.008 18.2600 -0.0007 0.0000 9.48 0.3082 100.10
10-06-2007 20:10:50 1.533691 -0.983 18.2606 -0.0008 0.0000 9.48 0.3607 100.05
10-06-2007 20:10:50 1.609863 -1.023 18.2617 -0.0012 0.0000 9.48 0.3468 100.09
10-06-2007 20:10:50 1.687988 -0.983 18.2620 -0.0011 0.0000 9.47 0.3258 100.06
10-06-2007 20:10:50 1.762695 -0.921 18.2630 -0.0005 0.0000 9.48 0.3261 100.05
10-06-2007 20:10:50 1.839844 -0.901 18.2636 -0.0010 0.0000 9.47 0.3263 100.12
10-06-2007 20:10:50 1.917969 -0.998 18.2646 -0.0011 0.0000 9.47 0.3113 100.06
10-06-2007 20:10:50 1.993652 -0.957 18.2662 -0.0004 0.0000 9.47 0.3225 100.07
10-06-2007 20:10:51 2.069824 -0.870 18.2666 -0.0006 0.0000 9.47 0.3362 100.07
10-06-2007 20:10:51 2.145996 -0.947 18.2679 -0.0005 0.0000 9.47 0.3499 100.05
10-06-2007 20:10:51 2.221680 -0.855 18.2686 -0.0011 0.0000 9.47 0.3382 100.11
10-06-2007 20:10:51 2.299805 -0.957 18.2698 -0.0007 0.0000 9.47 0.3459 100.06
```

**Figura 27** – Ficheiro ‘tipo’ de dados *CTD* do IH.

Microsoft Excel - metadados.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

U52

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Estação | R08 | Data | 06-10-2005 | | | Notação | | | | | | | |
| 2 | Sonda CTD | Idronaut OS316 | | | | | NA | Não aplicável | | | | | | |
| 3 | | | | | | | NR | Não registado | | | | | | |
| 4 | Ficheiros | 1º Perfil | emepc_acores2007_016 | | | | Obs: | Provável zona de vórtices provocados por camada de água mediterrânica, situada entre os 6 | | | | | | |
| 5 | | 2º Perfil | emepc_acores2007_017 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | Hora UTC | Hora UTC | LatN WGS-( | LatN WGS-( | LonW WGS | LonW WGS | Fundo | Fundo | | | | |
| 8 | | | (hhmm) | (hhmm) | (ggmm.m) | (ggmm.m) | (ggmm.m) | (ggmm.m) | (m) | (m) | | | | |
| 9 | | | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | | | | |
| 10 | Início de descida | | 201510 | 234358 | 3720,3081 | 3720,34396 | 1852,11022 | 1852,1504 | 3697 | 3697 | | | | |
| 11 | Fim de descida | | 213306 | 010225 | 3720,17621 | 3720,10044 | 1850,76002 | 1850,87262 | 3650 | 3667 | | | | |
| 12 | Fim de subida | | 230625 | 021404 | 3719,98273 | 3719,70469 | 1849,23723 | 1849,88813 | 3354 | NR | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | Hora UTC | | LatN WGS-84 | | LonW WGS-84 | | Profundidade | | | | |
| 15 | | Amostras | | (hh:mm:ss) | | (ggmm.m) | | (ggmm.m) | | (m) | | | | |
| 16 | Garrafas | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | Observações | | |
| 17 | 1 | R08-001 | R08-001 | 21:33:17 | 01:02:43 | 3720,17604 | 3720,09934 | 1850,75766 | 1850,8688 | 3660,0 | 3659,4 | | | |
| 18 | 2 | R08-001 | R08-001 | 21:33:28 | 01:03:02 | 3720,17577 | 3720,09867 | 1850,75518 | 1850,86396 | 3659,4 | 3661,9 | | | |
| 19 | 3 | R08-002 | R08-002 | 22:14:25 | 01:36:40 | 3720,16218 | 3719,96782 | 1850,16692 | 1850,46365 | 2002,2 | 2001,5 | | | |
| 20 | 4 | R08-002 | R08-002 | 22:14:35 | 01:36:53 | 3720,16172 | 3719,9661 | 1850,16487 | 1850,46029 | 2003,1 | 2001,4 | | | |
| 21 | 5 | R08-003 | R08-003 | 22:35:47 | 01:49:35 | 3720,11516 | 3719,8986 | 1849,81943 | 1850,28271 | 1199,1 | 1201,3 | | | |
| 22 | 6 | R08-003 | R08-003 | 22:35:57 | 01:49:57 | 3720,11474 | 3719,89514 | 1849,81636 | 1850,27726 | 1199,7 | 1201,1 | | | |
| 23 | 7 | R08-004 | R08-004 | 22:47:08 | 01:59:13 | 3720,06976 | 3719,81213 | 1849,61264 | 1850,12499 | 702,2 | 702,7 | | | |
| 24 | 8 | R08-004 | R08-004 | 22:47:20 | 01:59:32 | 3720,06894 | 3719,81025 | 1849,60943 | 1850,11952 | 702,2 | 703,3 | | | |
| 25 | 9 | R08-005 | R08-005 | 22:52:10 | 02:03:52 | 3720,05098 | 3719,78978 | 1849,51563 | 1850,05548 | 502,4 | 501,6 | | | |
| 26 | 10 | R08-005 | R08-006 | 22:52:21 | 02:10:04 | 3720,05006 | 3719,72746 | 1849,51217 | 1849,95598 | 503,3 | 101,5 | | | |
| 27 | 11 | R08-006 | R08-006 | 23:01:24 | 02:10:14 | 3720,00511 | 3719,7263 | 1849,33307 | 1849,95327 | 102,6 | 102,4 | | | |
| 28 | balde | R08-007 | R08-007 | 21:45:ss | 23:10:ss | Ver ficheiro de posicionamento | | | | superfície | superfície | As colheitas de água de superfície forar | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | Temperatura (ºC) | | Condutividade (mS) | | Salinidade (PSU) | | Oxig. Dissolvido (mg/kg) | | pH | | ORP | | |
| 31 | Amostras | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | Observações |
| 32 | R08-001 | 13,32 | 9,32 | 54,12 | 54,39 | 35,74 | 35,72 | 8,35 | 8,76 | 7,81 | 7,86 | 82,4 | 96,2 | |
| 33 | R08-002 | 13,34 | 9,28 | 54,31 | 54,71 | 35,86 | 35,87 | 8,69 | 9,11 | 7,81 | 7,86 | 83,80 | 96,60 | |
| 34 | R08-003 | 14,39 | 11,97 | 55,21 | 55,50 | 36,58 | 36,66 | 7,13 | 6,99 | 7,83 | 7,87 | 84,30 | 95,50 | |
| 35 | R08-004 | 15,10 | 13,30 | 54,90 | 54,97 | 36,37 | 36,34 | 6,75 | 6,64 | 7,83 | 7,87 | 84,30 | 95,30 | |
| 36 | R08-005 | 15,35 | 14,09 | 55,03 | 55,03 | 36,47 | 36,43 | 6,97 | 6,98 | 7,87 | 7,91 | 84,00 | 94,40 | |
| 37 | R08-006 | 16,95 | 16,61 | 55,75 | 55,72 | 37,07 | 37,03 | 7,38 | 7,49 | 7,99 | 8,04 | 82,80 | 92,70 | |
| 38 | R08-007 | 18,57 | 18,53 | 56,06 | 56,23 | 37,30 | 37,43 | 7,42 | 7,66 | 8,06 | 8,11 | 75,20 | 94,30 | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | A (Ca-Cl) | | B (COD) | | C (Metais) | | D (Hg) | | E (Sulfatos) | | F (Nutrientes) | | G (NP T |
| 41 | Sub-amostr | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil | 2º Perfil | 1º Perfil |
| 42 | R08-001 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 43 | R08-002 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 44 | R08-003 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 45 | R08-004 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

R01 R02 R03 R04 R05 R06 R07 R08

Ready NUM

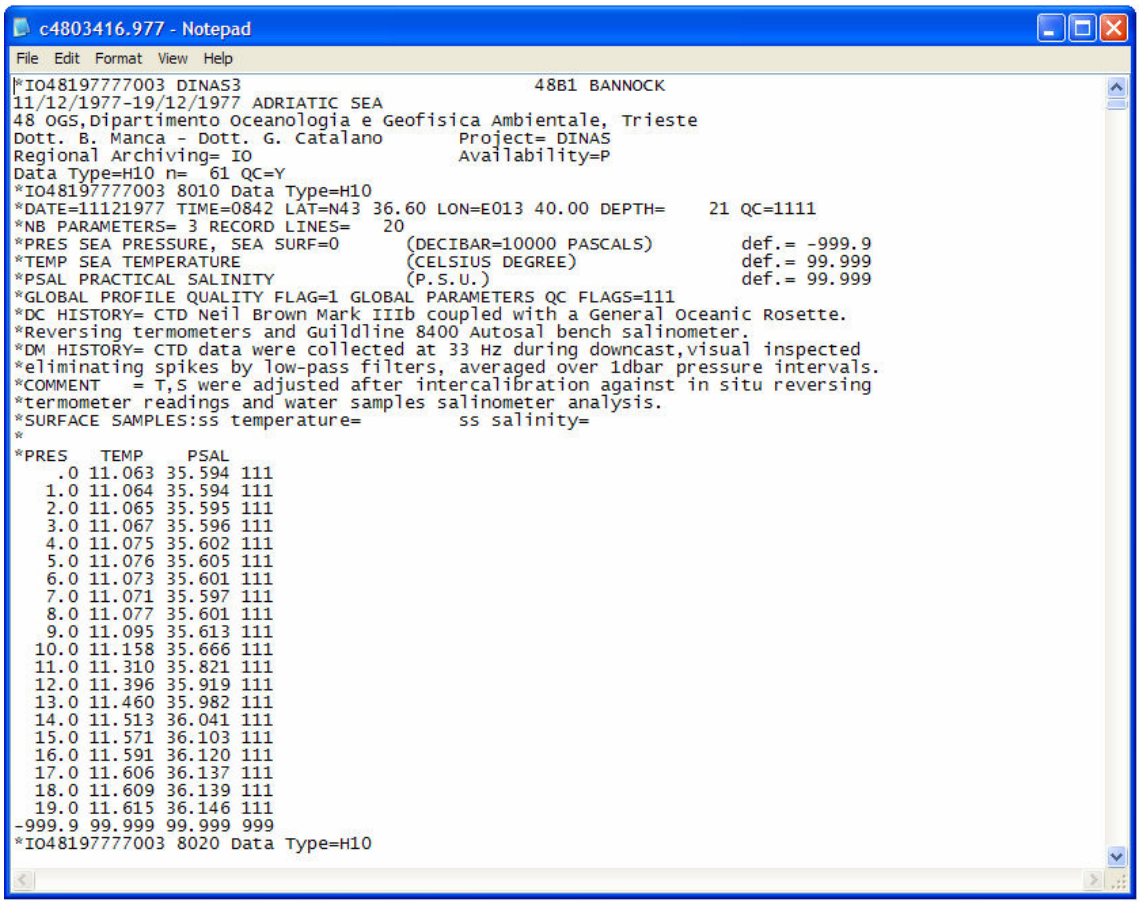
**Figura 28 –** Ficheiro de metadados do IH.

#### *4.1.1.2. MEDAR/MEDATLAS*

O *MEDAR/MEDATLAS (Mediterranean Data Archaelogy and Rescue of Temperature, Salinity and Bio-chemical Parameters)* é um projecto europeu, entre países adjacentes ao Mar Mediterrâneo e Mar Negro, com o objectivo de compilar, salvaguardar e disseminar dados marinhos adquiridos nos respectivos mares *(MEDATLAS 2002)*. Este projecto contribui, a nível regional, para o projecto *GODAR*.

Os dados reunidos passam por um controlo de qualidade (CQ) e validação, e são depois processados com criação de *grids* e mapas de climatologias (atlas climatológicos).

Deste projecto constam dados adquiridos com diversos equipamentos, dos quais se apresenta como exemplo, na Figura 29, um ficheiro do tipo *CTD*.



```
c4803416.977 - Notepad
File  Edit  Format  View  Help
*IO48197777003 DINAS3                          48B1 BANNOCK
11/12/1977-19/12/1977 ADRIATIC SEA
48 OGS,Dipartimento Oceanologia e Geofisica Ambientale, Trieste
Dott. B. Manca - Dott. G. Catalano       Project= DINAS
Regional Archiving= IO                   Availability=P
Data Type=H10 n=  61 QC=Y
*IO48197777003 8010 Data Type=H10
*DATE=11121977 TIME=0842 LAT=N43 36.60 LON=E013 40.00 DEPTH=    21 QC=1111
*NB PARAMETERS= 3 RECORD LINES=   20
*PRES SEA PRESSURE, SEA SURF=0      (DECIBAR=10000 PASCALS)        def.= -999.9
*TEMP SEA TEMPERATURE               (CELSIUS DEGREE)               def.= 99.999
*PSAL PRACTICAL SALINITY            (P.S.U.)                       def.= 99.999
*GLOBAL PROFILE QUALITY FLAG=1 GLOBAL PARAMETERS QC FLAGS=111
*DC HISTORY= CTD Neil Brown Mark IIIb coupled with a General Oceanic Rosette.
*Reversing termometers and Guildline 8400 Autosal bench salinometer.
*DM HISTORY= CTD data were collected at 33 Hz during downcast,visual inspected
*eliminating spikes by low-pass filters, averaged over 1dbar pressure intervals.
*COMMENT   = T,S were adjusted after intercalibration against in situ reversing
*termometer readings and water samples salinometer analysis.
*SURFACE SAMPLES:ss temperature=         ss salinity=
*
*PRES   TEMP    PSAL
    .0 11.063 35.594 111
   1.0 11.064 35.594 111
   2.0 11.065 35.595 111
   3.0 11.067 35.596 111
   4.0 11.075 35.602 111
   5.0 11.076 35.605 111
   6.0 11.073 35.601 111
   7.0 11.071 35.597 111
   8.0 11.077 35.601 111
   9.0 11.095 35.613 111
  10.0 11.158 35.666 111
  11.0 11.310 35.821 111
  12.0 11.396 35.919 111
  13.0 11.460 35.982 111
  14.0 11.513 36.041 111
  15.0 11.571 36.103 111
  16.0 11.591 36.120 111
  17.0 11.606 36.137 111
  18.0 11.609 36.139 111
  19.0 11.615 36.146 111
-999.9 99.999 99.999 999
*IO48197777003 8020 Data Type=H10
```

**Figura 29** – Ficheiro 'tipo' de dados *CTD* do projecto *MEDAR*.

Para o projecto foi estabelecida uma organização interna própria onde *(Millard, C. et al, 2001 e García M. J., 2005)*:

- Um ficheiro de dados representa um cruzeiro e no seu interior estão todos os levantamentos respectivos;
- Nas primeiras linhas estão registados os metadados do cruzeiro;

- Em seguida aparecem os metadados do primeiro levantamento e posteriormente as respectivas observações;
- O perfil termina com a última linha de registos preenchida com o valor 9;
- Após a última linha do perfil, surgem novamente metadados desta vez relativos ao segundo levantamento e assim sucessivamente.
- Existe ainda uma coluna (a última) que representa as *flags* de qualidade atribuídas a cada observação de cada parâmetro. Esta coluna tem por isso o número de algarismos igual ao número de parâmetros observados. As denominadas *flags* certificam a qualidade de cada observação *(García M. J., Nikouline A., 2005)*.

#### 4.1.2. Organização dos Dados

A organização interna dos ficheiros varia consoante a instituição detentora dos dados. No entanto a estrutura adoptada na sua organização é semelhante.

Os ficheiros estão organizados em duas partes distintas: uma primeira de metadados (do cruzeiro e/ou do levantamento), e outra com os dados propriamente ditos.

A informação presente nas fichas que documentam o cruzeiro/levantamento é considerada metadados; os dados são os valores observados e as análises realizadas às amostras recolhidas.

No caso de ficheiros proveniente do IH, a informação que consta no ficheiro diz respeito a:

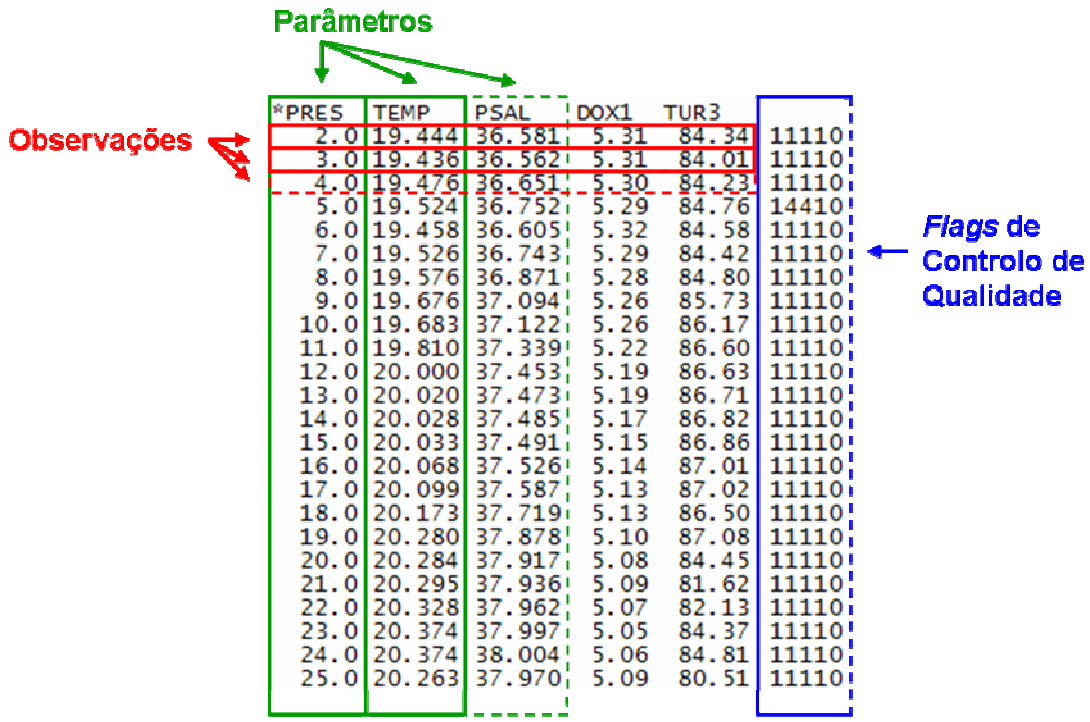
- Nome do Navio;
- Nome do Cruzeiro;
- Data de início do cruzeiro;
- Número do levantamento; e,
- Posição.

Da metadados do cruzeiro/levantamento, para o caso *MEDAR*, consta a informação presente na ficha *ROSCOP*, como por exemplo:

- Período do cruzeiro;
- Área de estudo;
- Nome do Instituto responsável;
- País responsável;
- Investigador Responsável; e,

- Projecto.

Na segunda parte do ficheiro estão os dados, organizados por linhas e colunas. Cada coluna corresponde a um parâmetro observado e cada linha corresponde ao registo da observação de cada parâmetro. As observações são sequenciais, estando ordenadas em função da profundidade (desde a superfície).




| *PRES | TEMP | PSAL | DOX1 | TUR3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.0 | 19.444 | 36.581 | 5.31 | 84.34 | 11110 |
| 3.0 | 19.436 | 36.562 | 5.31 | 84.01 | 11110 |
| 4.0 | 19.476 | 36.651 | 5.30 | 84.23 | 11110 |
| 5.0 | 19.524 | 36.752 | 5.29 | 84.76 | 14410 |
| 6.0 | 19.458 | 36.605 | 5.32 | 84.58 | 11110 |
| 7.0 | 19.526 | 36.743 | 5.29 | 84.42 | 11110 |
| 8.0 | 19.576 | 36.871 | 5.28 | 84.80 | 11110 |
| 9.0 | 19.676 | 37.094 | 5.26 | 85.73 | 11110 |
| 10.0 | 19.683 | 37.122 | 5.26 | 86.17 | 11110 |
| 11.0 | 19.810 | 37.339 | 5.22 | 86.60 | 11110 |
| 12.0 | 20.000 | 37.453 | 5.19 | 86.63 | 11110 |
| 13.0 | 20.020 | 37.473 | 5.19 | 86.71 | 11110 |
| 14.0 | 20.028 | 37.485 | 5.17 | 86.82 | 11110 |
| 15.0 | 20.033 | 37.491 | 5.15 | 86.86 | 11110 |
| 16.0 | 20.068 | 37.526 | 5.14 | 87.01 | 11110 |
| 17.0 | 20.099 | 37.587 | 5.13 | 87.02 | 11110 |
| 18.0 | 20.173 | 37.719 | 5.13 | 86.50 | 11110 |
| 19.0 | 20.280 | 37.878 | 5.10 | 87.08 | 11110 |
| 20.0 | 20.284 | 37.917 | 5.08 | 84.45 | 11110 |
| 21.0 | 20.295 | 37.936 | 5.09 | 81.62 | 11110 |
| 22.0 | 20.328 | 37.962 | 5.07 | 82.13 | 11110 |
| 23.0 | 20.374 | 37.997 | 5.05 | 84.37 | 11110 |
| 24.0 | 20.374 | 38.004 | 5.06 | 84.81 | 11110 |
| 25.0 | 20.263 | 37.970 | 5.09 | 80.51 | 11110 |

**Figura 30 -** Disposição dos parâmetros e observações relacionadas.

Normalmente, como é possível verificar na Figura 30, as observações aparecem associadas à pressão. A partir desta é possível deduzir a profundidade.

### 4.1.3. Integração da informação oceanográfica no InforM@r

Na Figura 31 está representado o Modelo Domínio para a área temática da Oceanografia. No modelo, as classes estão agrupadas em sete secções: *Support, Measurements and Instruments, Marine Lines, MarinePoints, Séries*, e *Geodetic Information* e *Rasters*.

A secção *Support* guarda os metadados; em *Measurements and Instruments* ficam registadas as observações; o percurso do navio pertence à secção *Marine Lines* em *Track*; a secção *Series* agrupa conjuntos de dados segundo um determinado critério e, finalmente, na secção *Geodetic Information* fica registada a informação geodésica relativa aos objectos espaciais existente no modelo (Anexo VII).

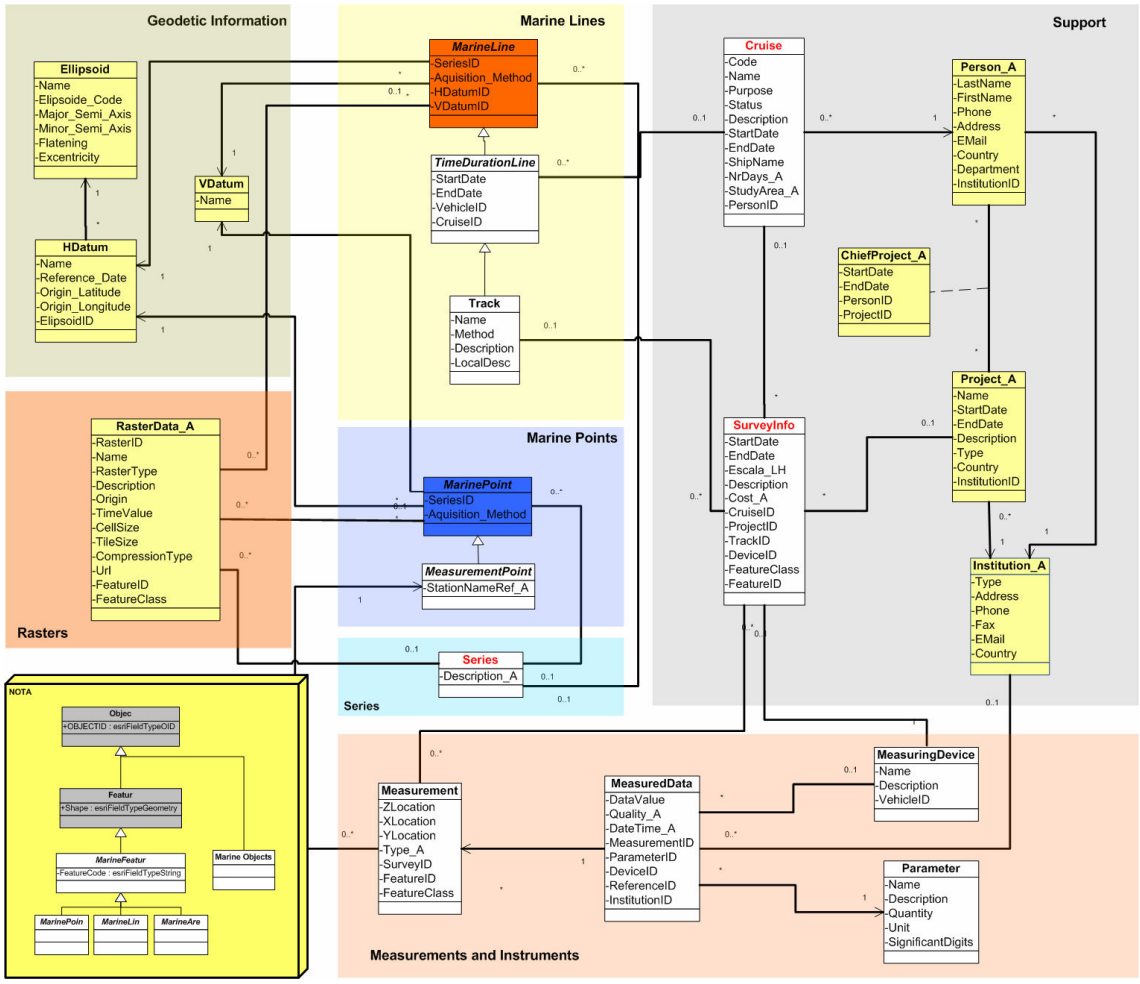
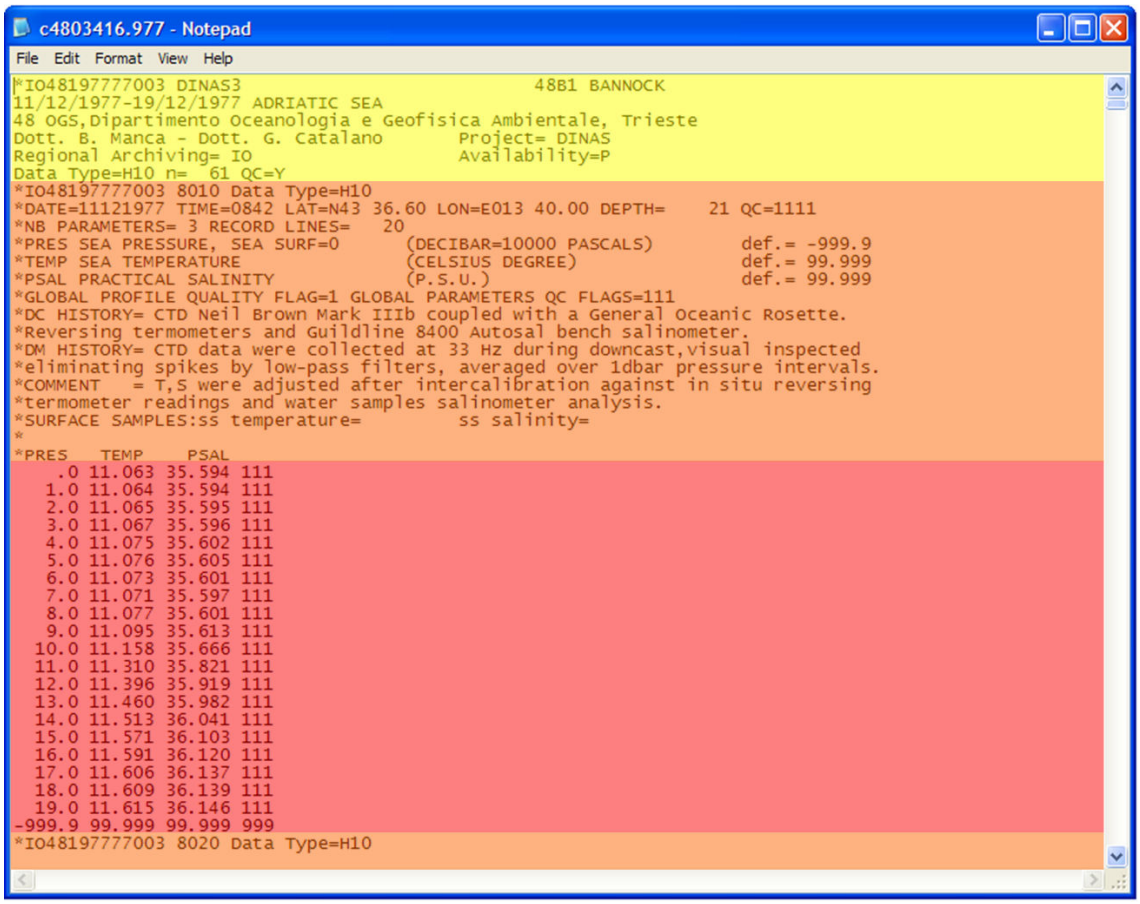



**Figura 31** – Exemplo simplificado do Modelo de Domínio de Oceanografia.

Em seguida exemplifica-se a correspondência entre o modelo acima representado e os dados do ficheiro do tipo *MEDAR* (Figura 32) por este se apresentar mais documentado. Note-se no entanto que o modelo não está representado na sua totalidade.

Na Figura 32 podem-se identificar três zonas distintas de informação. A zona de cor amarelo são metadados do cruzeiro, a zona a laranja são metadados do levantamento e a zona a encarnado os dados propriamente ditos.

A informação das zonas a amarelo e laranja será distribuída pelos objectos contidos na secção *Support* do Modelo de Dados; os dados da zona a encarnado serão abrangidos pelos objectos da secção *Measurement and Instruments*.



```
c4803416.977 - Notepad
File  Edit  Format  View  Help
*IO48197777003 DINAS3                          48B1 BANNOCK
11/12/1977-19/12/1977 ADRIATIC SEA
48 OGS,Dipartimento Oceanologia e Geofisica Ambientale, Trieste
Dott. B. Manca - Dott. G. Catalano        Project= DINAS
Regional Archiving= IO                    Availability=P
Data Type=H10 n=  61 QC=Y
*IO48197777003 8010 Data Type=H10
*DATE=11121977 TIME=0842 LAT=N43 36.60 LON=E013 40.00 DEPTH=    21 QC=1111
*NB PARAMETERS= 3 RECORD LINES=   20
*PRES SEA PRESSURE, SEA SURF=0       (DECIBAR=10000 PASCALS)        def.= -999.9
*TEMP SEA TEMPERATURE                (CELSIUS DEGREE)               def.= 99.999
*PSAL PRACTICAL SALINITY             (P.S.U.)                       def.= 99.999
*GLOBAL PROFILE QUALITY FLAG=1 GLOBAL PARAMETERS QC FLAGS=111
*DC HISTORY= CTD Neil Brown Mark IIIb coupled with a General Oceanic Rosette.
*Reversing termometers and Guildline 8400 Autosal bench salinometer.
*DM HISTORY= CTD data were collected at 33 Hz during downcast,visual inspected
*eliminating spikes by low-pass filters, averaged over 1dbar pressure intervals.
*COMMENT    = T,S were adjusted after intercalibration against in situ reversing
*termometer readings and water samples salinometer analysis.
*SURFACE SAMPLES:ss temperature=         ss salinity=
*
*PRES   TEMP    PSAL
    .0 11.063 35.594 111
   1.0 11.064 35.594 111
   2.0 11.065 35.595 111
   3.0 11.067 35.596 111
   4.0 11.075 35.602 111
   5.0 11.076 35.605 111
   6.0 11.073 35.601 111
   7.0 11.071 35.597 111
   8.0 11.077 35.601 111
   9.0 11.095 35.613 111
  10.0 11.158 35.666 111
  11.0 11.310 35.821 111
  12.0 11.396 35.919 111
  13.0 11.460 35.982 111
  14.0 11.513 36.041 111
  15.0 11.571 36.103 111
  16.0 11.591 36.120 111
  17.0 11.606 36.137 111
  18.0 11.609 36.139 111
  19.0 11.615 36.146 111
-999.9 99.999 99.999 999
*IO48197777003 8020 Data Type=H10
```

**Figura 32** – Ilustração das três zonas de informação constantes de um ficheiro de dados do tipo *MEDAR*.

## *4.2. Carregamento dos dados - XML*

O *XML* é uma linguagem desenvolvida pelo *World Wide Web Consortium (W3C)* desde 1990. Funciona como formato aberto para troca de informação e é independente da plataforma.

Depois de analisar a experiência dos Centros de Dados referidos no capítulo 2. e examinar as respectivas vantagens e desvantagens, o projecto InforM@r optou pela utilização da *XML* como meio de integração e difusão normalizada dos dados e metadados, tanto no sentido da migração para a BD como no sentido de disseminação, ou seja, no *input* e *output* de dados. As razões que levaram a esta escolha associam-se à necessidade de manter uma equipa interna reduzida para a recepção e processamento de dados para carregamento, sem competências para programação de módulos de conversão de ficheiros, dando, por outro lado, ao utente detentor de dados a liberdade para decidir o que pretende carregar.

No contexto deste trabalho apenas se recorreu ao *XML* para carregamento de metadados e de dados com geometria do tipo Ponto.

### 4.2.1.Procedimentos adoptados

Tendo em vista facilitar a migração dos dados para o sistema InforM@r, foram desenvolvidos procedimentos que exijam o menor esforço possível por parte das diferentes fontes de dados, utilizando para tal uma linguagem poderosa com grandes capacidades de adaptação a necessidades específicas, e também contribuir para a interoperabilidade de dados entre sistemas e aplicações diversas.

O processo de troca de dados encontra-se resumido na Figura 33, onde T1 e T2 significam 'primeira e segunda transformação respectivamente.

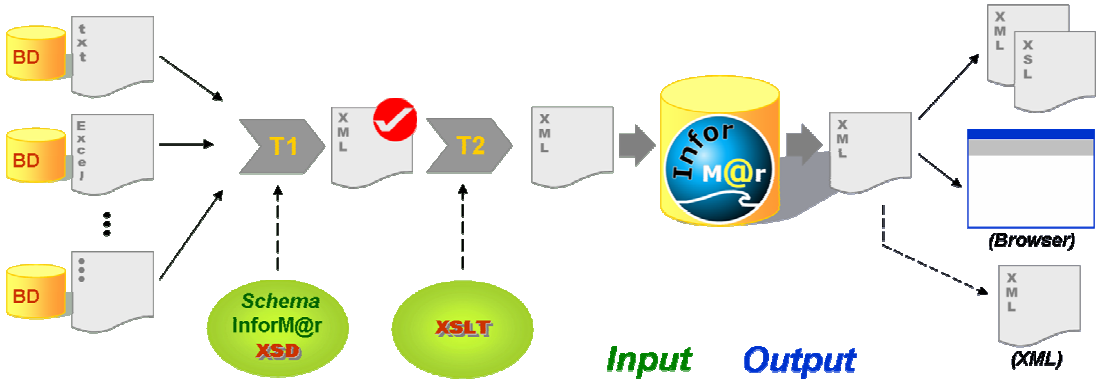



**Figura 33** – Esquema representativo do *Input* e *Output* dos dados no sistema InforM@r.

No sentido da migração para o sistema, foram desenvolvidos um documento *XML* e o respectivo esquema *XSD* (*eXtensible Schema Definition*) definidos especificamente para cada uma das tabelas de metadados do InforM@r: *Cruise, Institution, Person, Project, LReference* e *SurveyInfo*; e para os *features* do tipo ponto: *FeaturePoint*, *InstantaneousPoint* e *TimeSeriesPoint*.

O *XSD* **(**Figura 34) é um documento que define a estrutura lógica, restrições e regras de gramática que o *XML*, que lhe está sobrejacente, deve verificar como, por exemplo, o tipo de dados. Caso o documento *XML* não esteja em concordância com o *XSD* a si associado, ele não será considerado válido e desta forma poderá não ser interpretado e/ou manipulado convenientemente pelos utilizadores ou aplicações (*Sousa, A., 2002*).

Desta forma, o detentor de dados pode "mapear" os seus dados para esta estrutura; a equipa InforM@r fornece o apoio e os elementos necessários para esclarecimento de dúvidas no mapeamento.

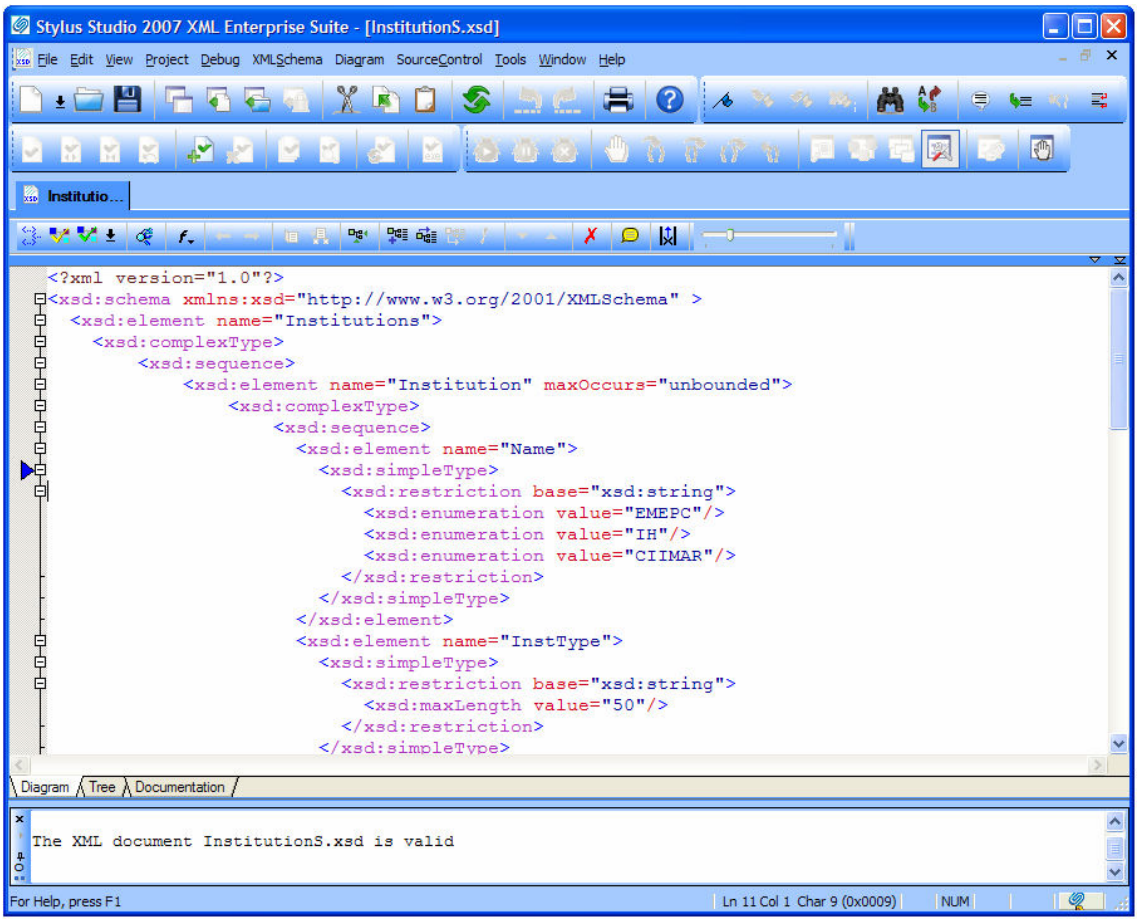



**Figura 34 –** Esquema (*.XSD*) respeitante à tabela *Institution* (Anexo IX).

Os documentos (*XML* e *XSD*) serão disponibilizados em conjunto com um documento explicativo do seu manuseamento (Anexo VIII). O documento *XML* disponibilizado pode ser aberto em diversas aplicações, tais como o *software Excel* da *Microsoft*®, onde é reproduzida a tabela da base de dados. Os dados são assim facilmente carregados nas colunas correspondentes.

Posteriormente o ficheiro é guardado no formato *XML* e devolvido à equipa responsável pelo sistema InforM@r, que se encarrega da verificação da conformidade do ficheiro, quando confrontado com o esquema para ele definido. Após a validação, a estrutura interna do documento *XML, neste caso* gerado pelo *Excel*, não permite a migração directa para a BD do conjunto de dados ou metadados que nele constam. Por esta razão foram desenvolvidas *Stylesheet* para cada uma das tabelas de metadados, utilizando uma linguagem própria do *XML*, o *XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations*) (Figura 35).

O *XSLT* é uma linguagem de transformação de documentos *XML* que permite reorganizar a estrutura interna dos documentos originando outros completamente diferentes. Desta forma, é possível obter um documento *XML* compatível com o esquema da base de dados *(Ramalho, J. C., Henriques, P., 2002).*

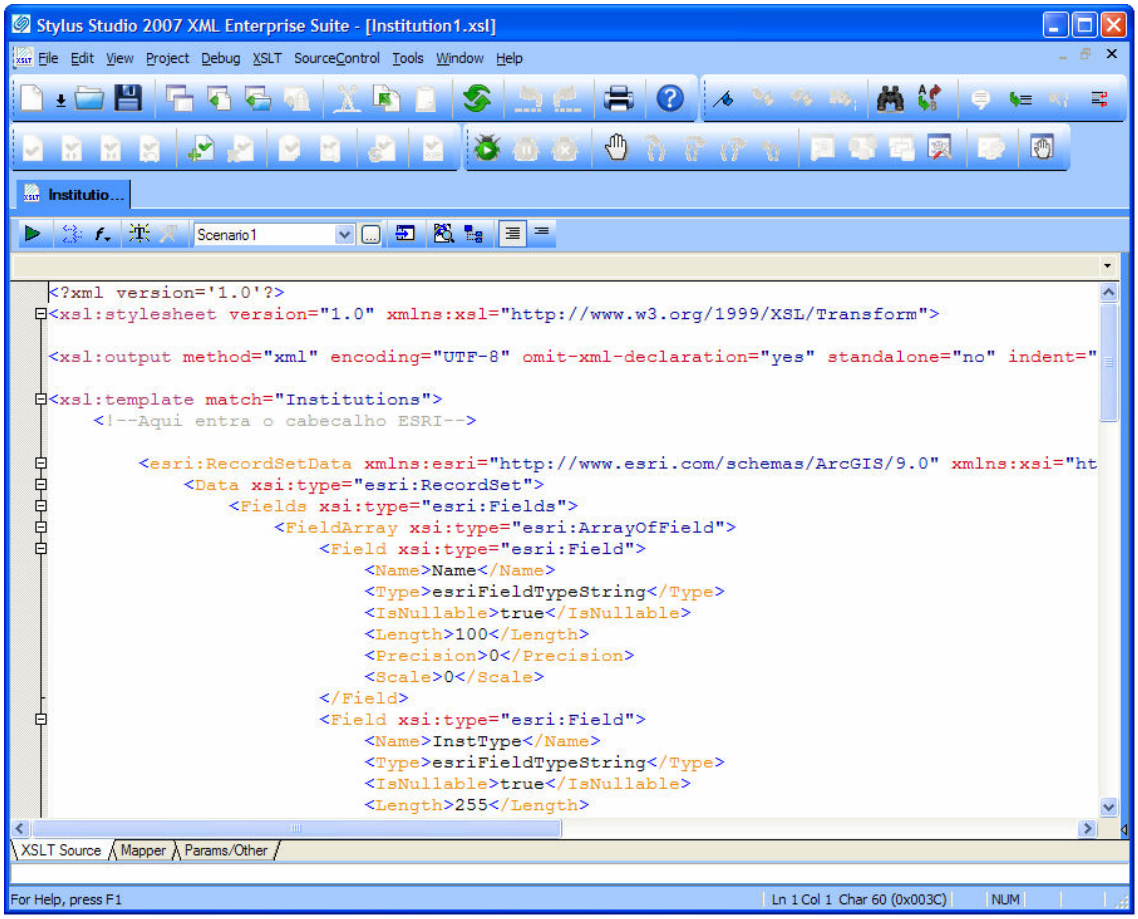



**Figura 35 –** Documento *XSLT* de transformação dos dados (Anexo X).

Uma vez reorganizado o novo ficheiro, a migração dos dados e metadados é feita de forma expedita e automática através do *ArcCatalog*, recorrendo a ferramentas próprias da *ESRI* para este efeito.

Durante este processo dever-se-á ter especial atenção à sequência de carregamento das tabelas, uma vez que ainda se encontram em desenvolvimento os procedimentos de actualização automática das chaves estrangeiras, de modo a manter a integridade de todas as ligações existentes na BD. O carregamento das tabelas relativas à área *Support* fez-se segundo uma sequência lógica tendo-se efectuado o preenchimento dos campos correspondentes às chaves-estrangeiras de forma manual.

No sentido inverso (*Output*), isto é, no sentido de disponibilização dos dados do InforM@r aos utilizadores interessados, será futuramente contemplada a possibilidade dos mesmos saírem em formatos compatíveis com diferentes *software*, assim como o próprio documento *XML* para o utilizador que pretenda ou já possua um esquema de seu interesse.

Todos os procedimentos (esquema *XSD* e transformação *XSL*) foram realizados através da utilização do *software Stylus Studio 2007*®.

## 4.2. Visualização da Informação

A BD de base ao projecto InforM@r foi carregada e testada com dados obtidos durante um Cruzeiro multidisciplinar realizado no âmbito da EMEPC (EMEPC/Açores/G3/2007), ao largo dos Açores durante aproximadamente trinta dias. Os dados oceanográficos foram adquiridos com três equipamentos diferentes: *CTD*/*Rosette*, *XBT* e *SVP*.

Com recurso a *software* específico (*MATLAB*), foram desenvolvidas aplicações adicionais para apoiar a exploração dos dados. Foram gerados perfis (Figura 36) dos parâmetros observados ao longo da coluna de água com o *CTD*. Os perfis foram integrados na BD de modo a auxiliar a escolha, por parte de possíveis utilizadores interessados na aquisição de dados.

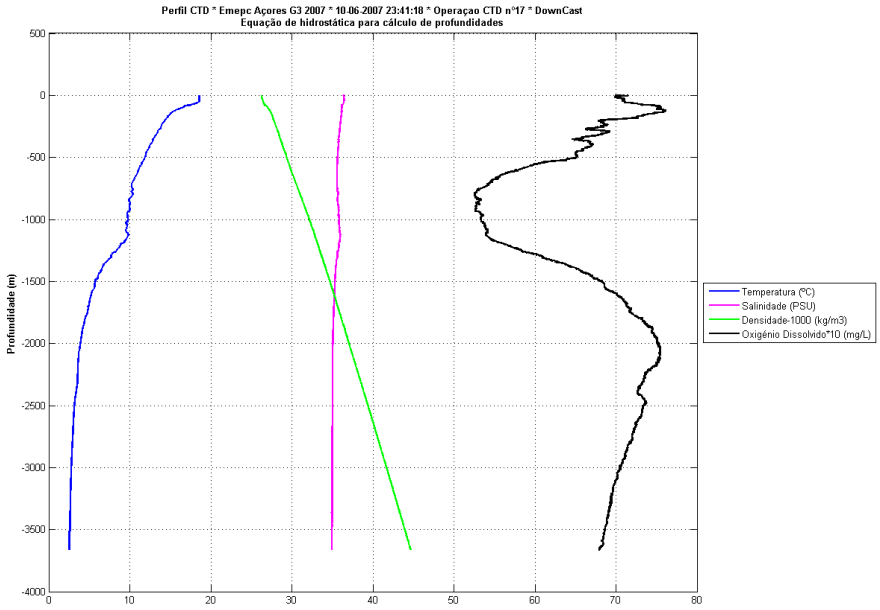



**Figura 36 –** Perfil *CTD* onde é possível observar a distribuição dos parâmetros temperatura, salinidade, densidade e oxigénio dissolvido, em função da profundidade.

A partir do sistema InforM@r é possível explorar dados e metadados de quatro formas:

- Através de um SIG *ArcGIS* (aplicação *ArcMap*®);
- CD-ROM de exploração autónoma (aplicação *ArcReader*®);
- Catálogo *online* de dados *CTD* (aplicação *ArcIMS*® (*Internet Map Server*)); ou,
- Disponibilização *on-line* de um ficheiro *KML* (*Keyhole Markup Language*), para visualização na aplicação *Google Earth*™.

Na presente fase de desenvolvimento em que estão carregados apenas os dados relativos ao cruzeiro EMEPC/Açores/G3/2007, a exploração dos dados através de um SIG *ArcGIS* será apenas para uso interno à EMEPC, com acesso aos dados via *SDE* (Figura 37).

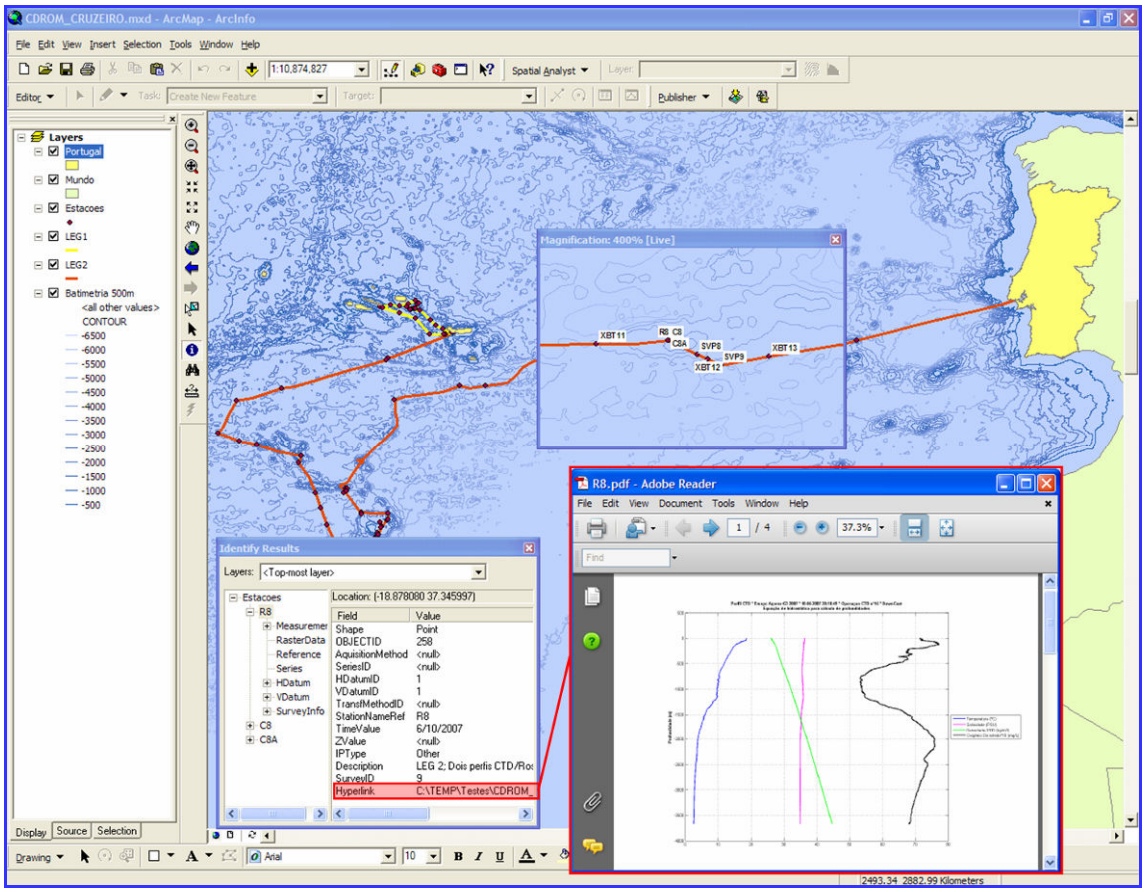



**Figura 37** – Visualização da informação através da aplicação *ArcMap.*

A exploração através de *CD-ROM* e Internet será dirigida ao público em geral. Para ambas as aplicações, procedeu-se à replicação das tabelas relativas aos metadados da base de dados InforM@r para que a exploração seja feita com base apenas nos metadados susceptíveis de divulgação pública *(Chumbinho, R. A., 2001)*. Assim a segurança dos dados não é posta em causa nem é afectada *(Chumbinho, R. A., 2001)*.

No que diz respeito ao *CD-ROM* (Figura 38), os possíveis interessados poderão explorar o seu conteúdo após a instalação da aplicação *ArcReader* (de distribuição gratuita e incluída no *CD-ROM*), onde será possível visualizar sobre base geográfica a localização de cada estação e seus metadados sem, no entanto, ter acesso às observações. O acesso é autónomo mas não permite actualizações sem nova distribuição de *CD-ROM*. O *CD-ROM* tem no seu interior as *shapefiles* que constituem o 'mapa' propriamente dito pelo que, a sua distribuição deverá ter por base *shapefiles* públicas ou de baixa resolução para o caso da distribuição para o público em geral.

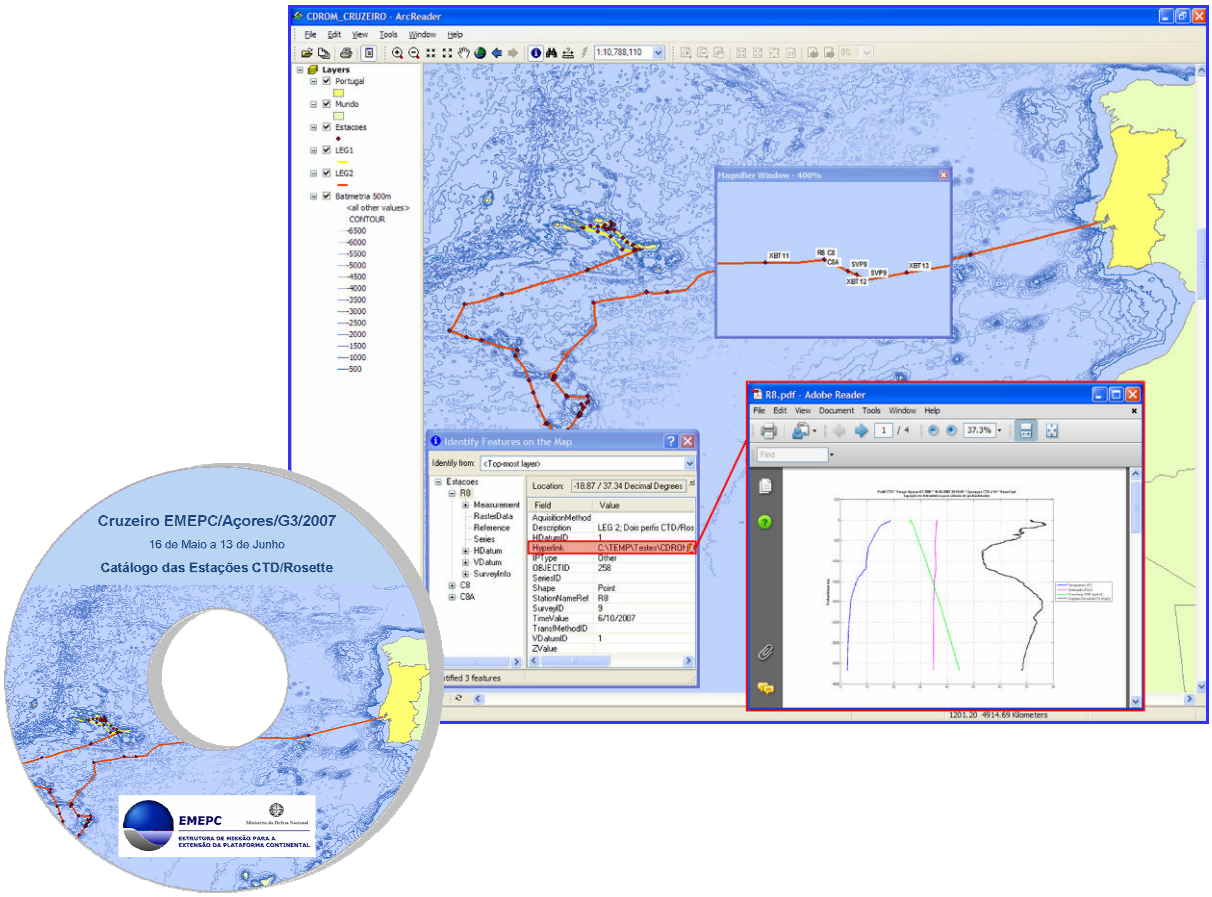



**Figura 38 –** Visualização da informação presente no CD-ROM, através da aplicação *ArcReader.*

No caso da página *WWW* (Figura 39), estará disponível o catálogo das estações *CTD*, onde é possível fazer a exploração da localização e metadados das estações, mas sem a disponibilização dos dados observados. A exploração é possível acedendo ao endereço institucional da EMEPC (www.emepc.gov.pt).

Para tal, recorreu-se a *software* servidor da plataforma *ArcGIS*, que serve de *interface* entre os clientes *Internet* e a base de dados, designadamente a aplicação *ArcIMS*. Esta aplicação permite criar *websites* com capacidades SIG (portais geográficos) onde a consulta às bases de dados é assegurada pelo SDE, com configurações baseadas em ficheiros *XML* com elementos próprios para o *ArcIMS* (ficheiros *AXL*) (*ArcXML Programmer's Reference Guide – ESRI, 2004*).

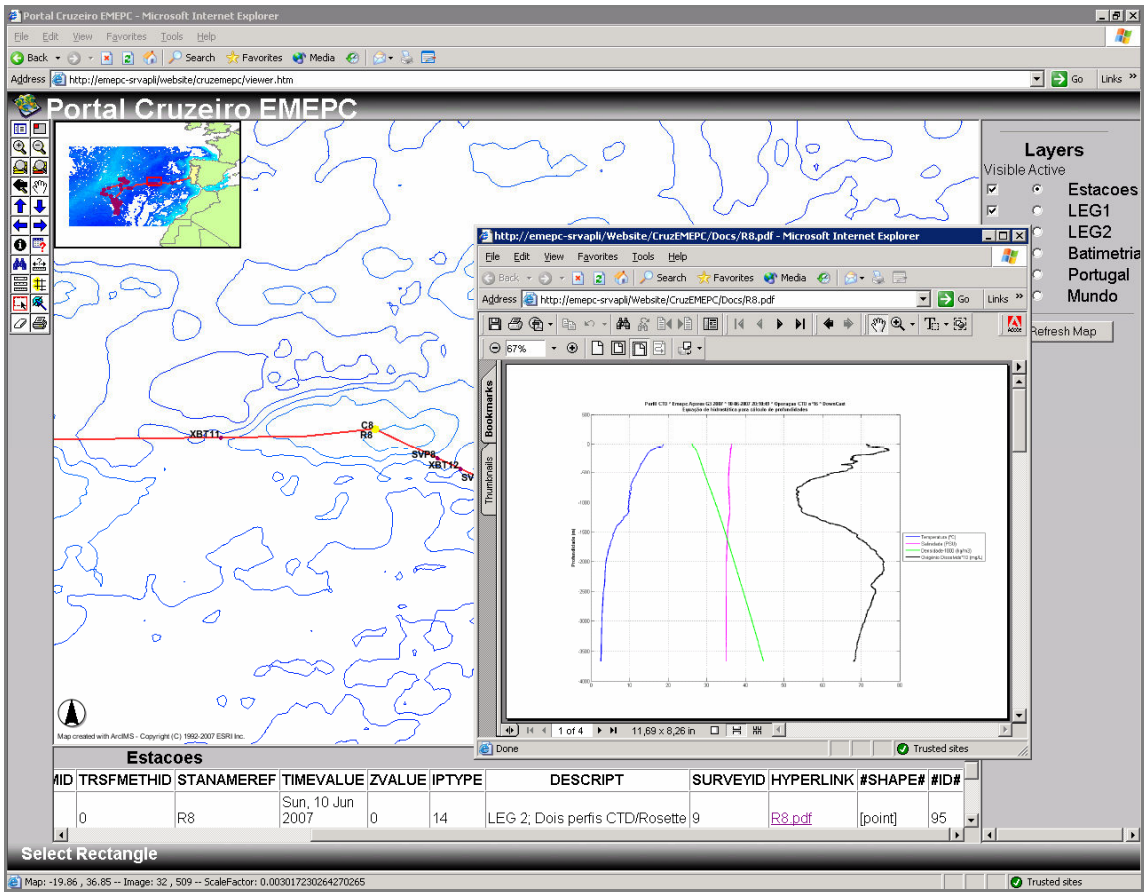



**Figura 39 –** Visualização da informação on-line através da aplicação *ArcIMS*.

A apresentação final do *website* produzido está representada na Figura 39. Nesta figura estão visíveis as ferramentas disponibilizadas para interacção com o mapa como por exemplo: *zoom*, *select*, *identify*, *measure*, entre outras não menos importantes, e as *layers* possíveis de visualizar no mapa. A figura ilustra a resposta à selecção da estação R8 na forma tabelar, com toda a informação a ela relativa e onde é também possível aceder através de um *hyperlink* a outro tipo de informação acessória que seja pertinente guardar e que auxilie na pesquisa (neste caso o perfil CTD da estação R8). Através do *website* só é possível a consulta por metadados; para obter os dados respectivos é necessário entrar em contacto com o detentor original destes, estando essa informação também disponível nos metadados associados à consulta realizada.

A linguagem *KML* é uma linguagem que tem por base a linguagem *XML*. É específica para dados espaciais a visualizar na aplicação *Google Earth*. Os documentos escritos em *KML* podem apresentar duas extensões diferentes: *.kml* ou *.kmz*, sendo que esta última corresponde à versão comprimida da anterior (*ArcGIS 9.2 Desktop Help* http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=KML_in_ArcGIS).

Os ficheiros disponibilizados nos formato *.kml e .kmz* são originados através da utilização da ferramenta *KMLer* presente no *ArcGIS 9.2*, ou através do *download* gratuito para versões

mais antigas da ferramenta *Shape 2 KML* (*Shape 2 KML (Google Earth), Version 1.0.3,* http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=14254).

Aquando da conversão é possível, entre outras capacidades, escolher quais os atributos que se pretendem tornar visíveis ou escolher a simbologia.

Uma vez criados, os ficheiros podem ser disponibilizados por *e-mail* ou partilhados através de um servidor, com ou sem restrições (*Creating and Sharing KML Files,* http://code.google.com/apis/kml/documentation). Os respectivos ficheiros podem ser visualizados através da aplicação *Google Earth* como representado na Figura 40, bastando para tal possuir a respectiva aplicação instalada no computador pessoal.

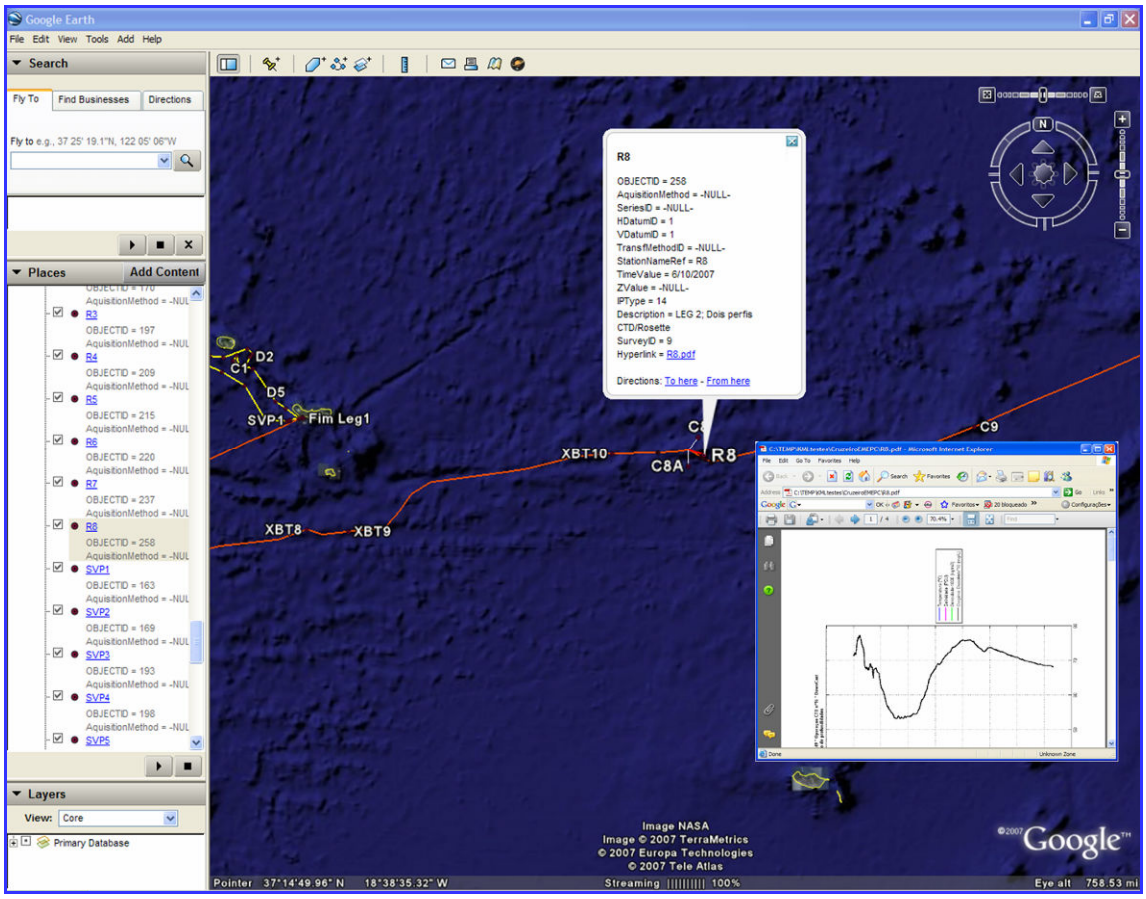



**Figura 40** – Visualização da informação através da aplicação *Google Earth*.

No *Google Earth* é possível interagir e interrogar o mapa como também aceder aos *hyperlinks* ou a imagens associadas.

# 5. Comparação e Discussão

Os dados oceanográficos encontram-se disponíveis em centros de dados (CD) marinhos na *Internet* (ver Capítulo 2) e nos próprios institutos que os adquirem. Nos CD marinhos os dados armazenados são provenientes de institutos nacionais, internacionais e de projectos multinacionais, para *download* gratuito ou pago; os existentes nos institutos poderão ser requisitados mediante pagamento ou outras contrapartidas.

A existência de CD com dados gratuitos adquiridos em diversas áreas geográficas, ao longo de vários anos, é essencial à realização dos estudos atrás mencionados. No entanto, podem não ser suficientes para estudos de menores escalas ou não abrangerem o período de tempo ou área que se pretende estudar. Revestem-se, por isso, de grande importância os institutos nacionais que, por realizarem maioritariamente levantamentos nas suas áreas de competência, possuem maiores séries temporais de observações.

Do estudo efectuado às diversas bases de dados com dados oceanográficos, foram identificados diversos métodos de migração de dados e metadados, com vantagens e desvantagens no seu carregamento. Na Tabela 2 apresenta-se, sumariamente, a respectiva comparação entre as BD analisadas e o InforM@r:

**Tabela 2 –** Análise comparativa entre as BD analisadas e o InforM@r.

| | **NODC** | **BODC** | **SISMER** | **InforM@r** |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Dados** | Físicos, químicos e biológicos, ligados ao meio marinho. | Físicos, químicos, biológicos e geofísicos, ligados ao meio marinho. | Físicos, químicos e geofísicos, ligados ao meio marinho. | Biologicos, geodésicos, geológicos, hidrográficos e oceanográficos do tipo físico, químico e biológico. |
| **Fontes de Dados** | Organismos Nacionais e Internacionais, e Projectos multinacionais. | Organismos Nacionais e Internacionais, e Projectos multinacionais. | Organismos Nacionais e Internacionais, e Projectos multinacionais. | Organismos Nacionais. |
| **Formato e organização do ficheiro para carregamento** | ASCII; segundo as especificações NODC. | Vários formatos (rotinas de processamento para cada diferente ficheiro de dados); segundo as especificações BODC. | Não especificado; estrutura dos dados adoptada é a utilizada nos projectos pertencentes ao programa europeu MAST. | XML Independente do formato e estrutura. |
| **Formas de disponibilização** | Web, CD-ROM/DVD, ftp | Web, CD-ROM/DVD, ftp | CD-ROM/DVD, disquette DOS, cassete SUN e Exabyte | Web, CD-ROM/DVD, ftp |
| **Formato de Ficheiro a disponibilizar** | ASCII ou CSV. | QXF, ASCII ou AXF. | NetCDF Multiprofile, NetCDF grid, ASCII multiprofile ou GTSPP. | XML Independente do formato e estrutura. |
| **Custos** | A maioria dos dados são públicos embora detenham alguns dados com custos associados. | - | A maioria dos dados são públicos com direitos de privacidade e exclusividade concedidos pelo IFREMER. | Metadados e Dados públicos: gratuitos; Dados não públicos com custos associados. |

Apesar das diferenças visíveis na Tabela 2, para o presente trabalho foram apenas comparados os métodos de migração de metadados, que se passam a descrever de seguida.

Para o NODC, os metadados têm que estar num de dois formatos, EDDF ou FGDC. O EDDF oferece a vantagem de ser disponibilizado ao utilizador um formulário onde consta a informação necessária bastando o preenchimento manual dos campos. Por outro lado, o gestor da BD está encarregue da migração da informação para as tabelas correspondentes. No caso do formato FGDC, ele apenas é padrão para os EUA. Tal situação torna o uso limitativo para outros países uma vez que é necessário o conhecimento de tais normas. No geral, os dados deverão estar de acordo com as NODC Data Submission Guidelines, o que obriga à adopção deste formato, ou uma conversão para o mesmo, cada vez que se pretenda submeter dados e/ou metadados.

O *BODC* tem uma abordagem diferente no que respeita ao processo de carregamento. Aceita qualquer formato desde que pormenorizadamente documentado. Encarrega-se de programar rotinas de processamento para cada um dos formatos, contando já com 320 desenvolvidas. Oferece ainda assistência na transformação de formatos para os quais ainda não tenha sido desenvolvida a respectiva rotina de processamento. Esta metodologia apresenta a vantagem de aceitar qualquer tipo de formato de dados, com a agravante de ser necessário programar rotinas específicas para cada um deles.

O *SISMER* recebe ficheiros com dados e metadados sobre os quais realiza validação, controlo de qualidade, controlo de formato e de produção. No caso dos metadados, a informação considerada essencial é aquela presente nos formulários *ROSCOP*, o que é considerado vantajoso uma vez que tal formulário é um padrão, conhecido na comunidade científica e amplamente utilizado. A estrutura de dados adoptada é complexa e utilizada nos projectos pertencentes ao programa europeu *MAST*. Tal determina o conhecimento do formato e, também, que a submissão seja feita com essa organização, o que se torna desvantajoso tendo em conta a complexidade do processo aquando da transformação.

As três bases de dados (*NODC*, *BODC* e *SISMER*) têm preferência pelo formato *ASCII* como método de recepção e de difusão de ficheiros de dados.

No InforM@r optou-se pela utilização da *XML*, como método de carregamento de dados e metadados. Apesar de não ser utilizado por nenhuma das BD analisadas, foi considerado o mais vantajoso dada a possibilidade de interoperabilidade entre os dados que os outros métodos não oferecem:

*"De linguagem de anotação para suportar a produção e divulgação electrónica de documentos, passou a ser encarada como formato universal para representação de*

*informação quer intra, quer interaplicações. Assim, e de momento, a XML é vista como uma boa solução (independente e versátil) para manter e transformar os dados. Prevê-se que venha a ser a forma privilegiada de distribuir e manipular a informação". (Sousa, A., 2002).*

Ao utilizador não se requer o conhecimento da linguagem nem a reformatação dos seus dados; contudo, competir-lhe-á fazer o mapeamento para a estrutura InforM@r publicada no *XSD*. Do lado do InforM@r, não existe desta forma um formato fechado, pelo contrário, é aberto a qualquer tipo de organização e formato de ficheiro tanto do lado do *Input* como do *Output*. O estudo relativo à disponibilização dos dados em *XML* foi abordado neste trabalho, sendo trabalho que se procurará desenvolver no futuro.

Na fase final do desenvolvimento do presente trabalho foi analisada uma iniciativa desenvolvida a nível europeu de nome *MarineXML*. Esta iniciativa visa o desenvolvimento de uma norma de interoperabilidade de dados marinhos utilizando para tal a *XML*, tendo já sido utilizada por um centro de dados Australiano, o AODC *(Australian Oceanographic Data Centre) (Ronai B., et al, 2001)*.

# 6. Conclusões e Trabalho Futuro

O InforM@r surgiu para tentar responder aos problemas relacionados com a gestão de dados do ambiente marinho e costeiro em Portugal.

A tarefa de modelação foi direccionada para dar resposta às principais necessidades identificadas nos vários segmentos do sector marítimo, tanto ao nível dos dados como, e principalmente, ao nível dos metadados.

Para o caso da Oceanografia física tem-se constatado que, quer a nível nacional quer internacional, os formatos e organização dos dados variam consoante a instituição, o equipamento, o país, o investigador, que detém ou adquire os dados *(Wright, D. J. et al, 2007)*. Estes factos verificaram-se aquando da análise e comparação entre as diferentes BD estudadas e o InforM@r. Neste sentido, ao longo do desenvolvimento do projecto foi sempre dada especial atenção à promoção da interoperabilidade do sistema e adaptabilidade do mesmo a diferentes tipos, formatos e organizações de dados marinhos, de forma a alargar a contextualização do sistema em causa, o sistema InforM@r. Para além desses factores foi também considerada fundamental uma gestão eficaz dos diferentes tipos de dados e uma correcta gestão do acesso à informação, com vista a garantir eventuais direitos de propriedade dos mesmos.

As diferentes fases do processo de modelação, incluindo a análise e comparação das diferentes BD estudadas e a identificação dos actores e casos de utilização, permitiram uma melhor percepção das necessidades a satisfazer e do comportamento esperado do sistema. Desta forma foi possível orientar o desenvolvimento do InforM@r no sentido da aplicação e utilização das novas tecnologias como o é a *XML* para o estudo em causa - a migração de dados.

A estrutura de cada uma das tabelas de metadados do InforM@r foi mapeada para um *schema*, existindo desta forma um para cada uma das referidas tabelas. Esta opção mostrou-se a mais vantajosa uma vez que a existência de um *XSD* único, contemplando todos os atributos relativos aos metadados, tornar-se-ia muito complexo para o utilizador na medida em que pode implicar duplicação de esforços no preenchimento com informação duplicada para todas as instâncias.

Durante o desenvolvimento deste último ponto, e já no final do trabalho em estudo, foi analisada a iniciativa *MarineXML* juntamente com um caso de estudo da sua utilização por parte do *AODC (Australian Oceanographic Data Centre)*. A iniciativa *MarineXML Consortium* (levada a cabo pelo *IODE - International Oceanographic Data and Information Exchange*) foi criada com o intuito de desenvolver um padrão para troca de dados marinhos. O objectivo

desta iniciativa foi a promoção da interoperabilidade entre os diversos tipos de dados, de modo a contornar as restrições que a falta dessa mesma interoperabilidade implicava.

A iniciativa *MarineXML* será estudada mais a pormenor e deverá vir a ser adoptada pelo InforM@r como norma de migração e disseminação de dados com vista ao desenvolvimento da sua interoperabilidade dentro e fora do circuito nacional, tendo em consideração que a presente tese serviu de caso de estudo a nível nacional e aquando da utilização da tecnologia *XML* apenas como forma de migração de dados. A sua aplicação revestiu-se de grande importância ao permitir a interoperabilidade entre diferentes tipos de dados oceanográficos e o sistema desenvolvido, com um reduzido esforço quer por parte do utilizador, quer por parte do gestor de dados, aumentando a eficácia dos processos relacionados com o armazenamento.

No que respeita ao acesso aos dados e metadados, foram desenvolvidos diferentes meios de visualização (apenas) que permitem a sua consulta e ainda acesso a informação auxiliar como é o caso dos perfis CTD. O acesso institucional aos dados é possível via SDE; com o CD-ROM e a página de Internet é possível visualizar o catálogo de existências de dados oceanográficos sob base geográfica, com acesso à respectiva informação administrativa.

Com a centralização da informação oceanográfica no InforM@r, evita-se a duplicação de esforços de aquisição de dados e torna-se possível, com a exploração da mesma, a identificação de estações, observações e séries temporais de interesse para um determinado objectivo científico. Para que tal aconteça é necessário que as instituições colaborem com dados e/ou metadados dos dados que detém para que a BD esteja carregada com informação respeitante a cada uma das áreas contempladas permitindo assim um cruzamento de informação e implicitamente mais conhecimento *(Chumbinho, R. A., 2001)*.

A informação relativa aos dados adquiridos no âmbito do projecto EMEPC/Açores/G3/2007, surge agora como material disponível, reutilizável e rentabilizável a possíveis interessados em projectos futuros.

Em relação a trabalho futuro, será estudada a iniciativa *MarineXML*, pretendendo-se o alargamento da interoperabilidade do InforM@r para além das áreas temáticas por si contempladas de momento: biologia, geodesia, geologia e hidrografia.

O trabalho desenvolvido é um ponto de partida para o estreitamento da cooperação entre instituições nacionais no seio da Oceanografia, realçando redes de informação já existentes, promovendo novas alianças e melhorando e reforçando os canais de comunicação inter-organismos.

O InforM@r pretende funcionar como um ponto de referência no que se refere ao conhecimento do oceano, servindo desta forma como um catalisador para o avanço das ciências de mar em Portugal.

# Referências Bibliográficas

*(Abreu, M. P., Chumbinho, R. A., 1996)*

Abreu, M. P., Chumbinho, R. A., (1996): *"O Sistema de Informação Geográfica sobre o Ambiente Marinho (SIGAMAR)"*. Anais do Clube Militar Naval, Vol. CXXVI, Julho-Setembro.

(*ArcXML Programmer's Reference Guide – ESRI, 2004*)

"*ArcXML Programmer's Reference Guide*". ESRI, 2004.

*(Breman, J., 2002)*

Breman, J., (2002): "*Marine Geography: GIS for the Oceans and Seas*". ESRI Press. ISBN: 1-58948-045-7.

*"BODC – British Oceanographic Data Centre"*, www.bodc.ac.uk/, consultada a 30 de Julho de 2007.

*(Carval, T. et al, 2000)*

Carval, T., Harscoat,V., Maudire, G., (2000): "*Coriolis data-center: External interfaces*". Ifremer, Vol. 2, Version 1.2, Agosto de 2000. http://www.coriolis.eu.org/cdc/cdc_info/etc/cordo-die-00-056.pdf

*(Chumbinho, R. A., 2001)*

Chumbinho, R. A., (2001): *"Sistemas de Informação no Instituto Hidrográfico"*, Anais do Instituto Hidrográfico, 15.

*(Ferreira, A., 2002)*

Ferreira, A., (2002): "*XML - eXtensible Markup Language e Transformação de Documentos com XSLT*", Faculdade de Ciências de Lisboa. http://www.di.fc.ul.pt/~asfe/teaching/xml-02-g.pdf, consultada a 26 de Março de 2007.

*(Fonseca, A., 2006)*

Fonseca, A., (2006): "*INSPIRE – Infrastructure for Spatial Information in Europe*", Fórum Geográfico – Revista Científica e Técnica do IGP. Ano I – Nº 1 – Outubro 2006.

*(García M. J., Nikouline A., 2005)*

García M. J., Nikouline A.: "*QCDAMAR – Quality Control of Oceanographic Data*", MEDAR/MEDATLAS II, Users Guide, May 2005.

*(Halpin, P. N., Treml, E. A., 2002)*

Halpin, P. N., Treml, E. A., (2002): *"Marine GIS Data Model Example data problems for marine analysis"*. Nicholas School of the Environment And Earth Sciences Duke University. http://dusk2.geo.orst.edu/djl/arcgis/docs/halpin.ppt#489,1,Marine GIS Data Model Example data problems for marine analysis

*"ICES Oceanographic Database and Services"*, www.ices.dk/ocean/, consultada a 30 de Julho de 2007.

*(ISO 19115, 2003)*

*"Geographic information – Metadata".* International Standard ISO/FDIS 19115; ISO/TC 211, 2003.

*(Johnson, D., et al 2006)*

Johnson, D., Garcia, Hernan, Boyer, T., (2006): *"World Ocean Database 2005 – Tutorial*". ftp.nodc.noaa.gov/pub/WOD05/DOC/wod05_tutorial.pdf, NODC – NOAA.

*(Keiran Millard, et al 2005)*

Keiran Millard, *et al.,* (2005): *"Using XML Technology for Marine Data Exchange - A Position Paper of the MarineXML Initiative*". EU MarineXML Project. http://www.iode.org/marinexml/files/MarineXML_Position_Paper_R4r0.pdf, consultada a 26 de Setembro de 2007.

*(Levitus, S. et al, 2006)*

Levitus, S., Boyer, T., Garcia, H., Locarnini, R., Smolyar, I., Mishonov, A., Johnson, D., Antonov, J.: "*World Ocean Database 2005 Now Available*". OCL, NODC. Earth System Monitor, Vol. 15, Nº 1, August 2006.

*(Matos, J. L., 2001)*

Matos, J. L., (2001): *"Fundamentos da Informação Geográfica"*. LIDEL, Março 2001. ISBN: 972-757-185-9.

*(MEDATLAS 2002)*

MEDATLAS 2002 CD-ROM. *"Mediterranean and Black Sea Database of Temperature, Salinity and Biochemical Parameters Climatological Atlas."* European Commission Marine Science and Technology Programme (MAST).

*(Millard, C. et al, 2001*)

Maillard, C., Fichaut, M., Latrouite, A., Balopoulos E., Iona, A., Manca, B., Giorgetti, A.,(2001): "*Data Management Structure Inventories Format and Codes Quality Assurance*", IFREMER/TMSI/IDM/SISMER/O1-058, Mater Data Manual Vol.1, VERSION 3.

*"NODC – National Oceanographic Data Center"*, www.nodc.noaa.gov/, consultada a 30 de Julho de 2007.

*(Nunes, M., O'Neill, H., 2004)*

Nunes, M., O'Neill, H., (2004): *"Fundamental de UML"*. 3ª Edição. FCA. ISBN: 972-722-481-4.

*(Pereira, J. L., 1997)*

Pereira, J. L. (1997): "*Tecnologia de Bases de Dados*". FCA – Editora de Informátca. ISBN: 972-722-073-8.

*(Ramalho, J. C., Henriques, P., 2002)*

Ramalho, J. C., Henriques, P., (2002): "*XML & XSL Da Teoria à Prática*". FCA – Editora de Informática. ISBN: 972-722-347-8.

Resolução n.º9/2005, DR n.º11, I SÉRIE – B, de 17 de Janeiro de 2005.

*(Ronai B., et al, 2001)*

Ronai B., Sliogeris P., Plater M., Jankowska K. (2001): *"Development and Use of Marine XML within the Australian Oceanographic Data Centre to Encapsulate Marine Data"*, AODC, Australia.

*(ROSCOP, 1990)*

*"Cruise Summary Report"*. IOC, ROSCOP - 3rd Edition, 1990.

*(Serpa, P., Wright, D., 2005)*

Serpa, P., Wright, D., (2005): *"Using Arc Marine in ArcGIS 9.x - Tutorial for Beginners"*. http://dusk2.geo.orst.edu/djl/arcgis/ArcMarine_Tutorial/, consultada a 14 de Fevereiro de 2006.

*(Silva, A., Videira, C., 2005)*

Silva, A., Videira, C., (2005): "*UML, Metodologias e Ferramentas CASE*". Centro Atlântico, 2ª Edição, Vol. I. ISBN: 989-615-009-5.

*(Sliogeris, P., 2003)*

Sliogeris, P., (2003): *"AODC's XML Based Marine Data Management Framework".* http://www.iode.org/marinexml/contents.php?id=17, consultada a 26 de Setembro de 2007.

*(Sousa, A. A., 2002)*

Sousa, A. A., (2002): "*Bases de dados Web e XML*". FCA – Editora de Informática. ISBN: 972-722-321-4.

*(Tobias, M., Frank, M., 2001)*

Tobias, M., Frank, M., (2001): "*The OCEAN Computational Market and its Standardized XML Documents*". Paper submitted to CCGRID 2001.

*(Valavanis, V., 2002)*

Valavanis, V., (2002): "*Geographic Information Systems in Oceanography and Fisheries*". Taylor & Francis. ISBN: 0-415-28463-5.

*(Vladymyrov, 2005)*

Vladymyrov, V., (2005): *"Using XML Technology for Marine Data Exchange. A Position Paper of the MarineXML Initiative"*. EU MarineXML Project. http://www.iode.org/marinexml/contents.php?id=28, consultada a 26 de Setembro de 2007.

*(Wilson, J.R., 1998)*

Wilson, J.R.: "*Global Temperature-Salinity Profile Programme (GTSPP) – Overview and Future"*. IOC Technical Series No. 49, UNESCO, 1998.

*"WOD05 – World Ocean Database 2005",*
www.nodc.noaa.gov.OC5/WOD05/pr_wod05.html, NODC, consultada a 30 de Julho de 2007.

*(Wright, D. J., Bartlett, D. J., 2000)*

Wright, D. J., Bartlett, D. J., (2000): "*Marine and Coastal Geographical Information Systems*". Taylor & Francis. ISBN: 0-7484-0870-3.

*(Wright, D. J. et al, 2007)*

Wright, D. J., Blongewicz, M. J., Halpin, P. N., Breman, J., (2007): *"Arc Marine: GIS for a Blue Planet"*. ESRI Press. ISBN: 978-1-58948-017-9.