

AGRADECIMENTOS

A elaboração desta tese contou com o auxílio de diversas pessoas e instituições a quem quero expressar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Professor Alveirinho Dias, por me ter iniciado e transmitido o gosto pela Geologia Marinha e também por ter contado com a sua orientação, ajuda e apoio.

Ao Professor Jean-Marie Jouanneau, pela sua dedicação e empenho demonstrados durante todas as fases deste trabalho.

Ao Professor Olivier Weber, pela sua amizade, colaboração e cedência de meios técnicos e laboratoriais da Universidade de Bordéus I (França) imprescindíveis à elaboração desta tese.

Ao Professor Galopim de Carvalho, pela sua amizade e disponibilização das instalações do Museu Nacional de História Natural.

Ao Professor Mário Cachão, que me transmitiu o gosto pelos estudos paleontológicos e em particular do nanoplâncton calcário. Pelo excelente acompanhamento nas várias sessões de microscópio petrográfico e microscópio electrónico de varrimento sem cuja colaboração seriam impossíveis e também pelo seu grande interesse e entusiasmo demonstrado na discussão dos resultados.

Aos Professores Fernando Rocha e Celso Gomes da Universidade de Aveiro, pela colaboração inestimável e frutífera no estudo da mineralogia da fracção fina e argilosa das amostras colhidas, com disponibilidade para discussão dos resultados e elaboração de artigos.

À Doutora Fátima Araújo pelo estímulo, amizade e frutuosas trocas de ideias.

Aos meus colegas do Instituto Hidrográfico, em particular da Divisão de Oceanografia, que me proporcionaram uma óptima integração e bom ambiente de trabalho, com agradecimento especial à Aurora Rodrigues e João Vitorino pelo apoio e amizade com que sempre pude contar.

A Octávio Chaveiro, pelo profissionalismo demonstrado no manuseamento do microscópio electrónico de varrimento e revelação das fotografias.

À CPPE (Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade), Direcção de Produção de Hidráulica pela cedência dos dados de caudais.

Aos meus colegas e amigos do Grupo DI SEPLA e do CIACOMAR, que sempre transmitiram amizade, interesse e proporcionaram um espaço aberto a discussões e trocas de ideias. Um agradecimento especial ao Fernando pela leitura deste trabalho, ao Rui e João pela troca e

discussão de ideias, à Teresa sempre disponível para ajudar, à Aurora pelo apoio e incentivo constante, ao Óscar e Francisco pela amizade e estímulo.

Ao Instituto Hidrográfico, na pessoa do seu director, pela cedência das condições de laboratório e de espaço, imprescindível à execução de grande parte das tarefas da elaboração da tese.

Aos comandantes e tripulações dos navios N.R.P. "Auriga", N.R.P. "Andrómeda", N.R.P. "Almeida Carvalho" e N.R.F. "Cotê de la Manche", a bordo dos quais foram efectuados os cruzeiros científicos, sem cuja colaboração a realização deste trabalho seria impossível.

A todos os que participaram nos cruzeiros científicos, com especial agradecimento a M. Marreiros, J. Caldas e L. Rosa, cuja assistência e colaboração técnica foram determinantes para o sucesso dos cruzeiros.

À Fundação para a Ciência e a Tecnologia, pelo apoio financeiro obtido através da bolsa de estudo PRAXIS XXI /BD/5667/95.

Aos meus pais e em especial
ao Manel, por todo o apoio...

Resumo

O objectivo principal do presente trabalho consiste na caracterização dos processos que determinam e controlam a dispersão do material particulado em suspensão (MPS) na plataforma e bordo continentais portugueses a norte de 41°N, com a elaboração de um modelo conceptual de dinâmica sedimentar da MPS.

Para a prossecução deste objectivo foram realizados diversos cruzeiros científicos com aquisição de dados *in situ*, nomeadamente, hidrológicos, meteorológicos, correntométricos e sedimentológicos em épocas contrastadas.

Pretendeu-se efectuar a caracterização composicional e dimensional da MPS presente nas massas de águas tipicamente oceânica e costeira, com identificação das possíveis fontes quer continentais, quer orgânicas ou com origem na cobertura sedimentar da plataforma.

A dinâmica dos níveis nefelóides na plataforma e bordo continental, são controladas principalmente pelos seguintes factores: a) a hidrologia das águas da plataforma e bordo, isto é, os níveis nefelóides geralmente acompanham as isopícnicas; b) circulação prevalecente na plataforma em situação de upwelling ou downwelling; c) dispersão do material dos rios (sobretudo o rio Douro); d) ressuspensão dos depósitos finos da plataforma média induzida pela ondulação; e) existência de uma morfologia peculiar com a presença do canhão do Porto e de afloramentos rochosos na plataforma externa.

Foram identificados dois níveis nefelóides de superfície (CNS) e de fundo (CNF) que se definem a partir dos 25-30m de profundidade, coalescendo a profundidades inferiores. A circulação geral controla a extensão e desenvolvimento dos nefelóides apresentando comportamentos distintos em situação de upwelling e downwelling. No Inverno, em condições de downwelling, foi observada uma CNF intensa devido ao fornecimento dos rios e remobilização pela onda dos depósitos finos da plataforma média (≈ 100 m de profundidade) que se estende até ao bordo seguindo as isopícnicas. No bordo da plataforma destaca-se dando origem a camadas nefelóides intermédias (CNI). A CNS encontra-se muito limitada à plataforma interna, sendo essencialmente formada por partículas terrígenas. O transporte de partículas para zonas profundas é feito essencialmente na CNF e através do canhão submarino do Porto.

Em situações de upwelling, desenvolve-se uma CNS na plataforma e bordo bem evidente e separada da CNF por águas com baixa turbidez. A estratificação da coluna de água e a circulação para o largo à superfície favorece a dispersão das partículas na CNS que é essencialmente formada por partículas de origem orgânica.

No bordo da plataforma foram identificadas CNI, com origens diversas. Podem resultar do destacamento da CNF, desenvolvem-se no bordo por acção conjunta da corrente da vertente e marés ou pelo efeito das ondas internas.

O estudo de amostras seleccionadas de MPS ao microscópio electrónico de varrimento revelou que o material pode ocorrer em agregados que usualmente incluem cocólitos. A componente terrígena da MPS geralmente tem maior expressão na CNF, sendo a CNS formada maioritariamente por partículas orgânicas. A componente terrígena determinada por difractivometria de raios X (DRX) é composta essencialmente por minerais das argilas (illite, caulinite, clorite e esmectite) com outros minerais em quantidades menores, como quartzo, micas, feldspatos potássicos e plagioclases

O estudo da componente orgânica da MPS durante o Inverno, nomeadamente o nanoplâncton calcário (cocolitóforos), permitiu a identificação de espécies típicas de regiões subtropicais e temperadas, que se aproximam do *offshore* ibérico em períodos de downwelling. A espécie *G. oceanica* parece preferir áreas com turbidez elevada mas salinidade normal, tendo sido detectada a bordejar as plumas dos rios. Perto do fundo, foi reconhecido a importância destas pequenas partículas orgânicas para a identificação de processos de ressuspensão.

A mineralogia da fracção fina dos sedimentos de fundo, determinada por DRX, foi usada como indicadora da dinâmica sedimentar. Este estudo permitiu confirmar a circulação predominante para norte que se verifica sobretudo de inverno em condições de downwelling. Os sedimentos a sul do paralelo 42°N são mais imaturos e conseqüentemente mais próximos à fonte, sendo evidente um aumento da maturidade do sedimento para norte do rio Minho, expresso pelo conteúdo de feldspatos e micas nos sedimentos finos. O padrão de distribuição dos minerais das argilas depende essencialmente da descarga dos rios, sendo a composição do material que sai dos mesmos muito semelhante à composição mineralógica da fracção argilosa da cobertura sedimentar formada essencialmente por illite (70-85%), caulinite (15-25%), clorite (5%) e esmectite (vestigial). Os dados disponíveis (mineralogia e cristalinidade) parecem também indicar uma rede de transporte para norte e para o largo dos sedimentos silto-argilosos.

Palavras chaves: hidrologia, nefelóides, matéria particulada em suspensão, circulação, plataforma continental norte portuguesa, sedimentos silto-argilosos.

Abstract

The general objective of this work is the understanding and characterisation of the processes that control the dispersion of suspended particulate matter (SPM) in the Portuguese continental shelf and slope north of 41°N, together with the elaboration of a conceptual model of sedimentary dynamic for SPM.

For this purpose, several scientific cruises were conducted in order to acquire *in situ* hydrologic, meteorological, currentometric and sedimentological data. The obtained data were used to characterise the SPM composition and grain size in relation with the ocean and coastal water masses, with the identification of possible continental, biological and resuspension sources.

The nepheloid layer dynamics along the shelf are controlled by the following major factors: a) the hydrography of the shelf-slope waters, i.e. the nepheloid layers follow isopycnals; b) prevailing of upwelling or downwelling circulation over the shelf; c) dispersion of material by river discharge (mainly from Douro river); d) resuspension of mid shelf fine deposits induced by swell; e) a peculiar morphology, with the presence of the Porto Canyon and several rock outcrops in the outer shelf.

Two main nepheloid layers were identified at the surface (SNL) and the bottom (BNL), which are found deeper than 25-30m depths, combining at lower depths. The general circulation controls the seaward extension of the nepheloid layers, with distinct behaviour in upwelling or downwelling situations. In winter, under dominant downwelling conditions, an intense BNL was observed on the shelf, due to river born particle supply and remobilisation of mid-shelf muddy sediments (depth≈100m), expanding until the slope following the isopycnals. Near the shelf-break, the BNL detached to form intermediate nepheloid layers (INL). The SNL was limited to inner-shelf, mainly formed by terrigenous particles. The transport of SPM to deeper areas occurs preferentially in the BNL mainly through the Porto submarine canyon.

Under an upwelling situation, a SNL appears in the surface water over the shelf and slope, well evident and separated from the BNL by clear waters. The water column was highly stratified and dispersion of particles in the SNL was offshore, but this layer was mainly formed by organic particles.

In the shelf-break, small INL were identified with different origins. They can result from BNL detachment, joint action of poleward current and tides or internal waves.

The visual inspection under the microscope of selected SPM samples from SNL and BNL revealed that the material can occur as aggregates that commonly enclose minute coccoliths. Terrigenous mineralogical components generally increased toward the BNL, whereas particles from the upper water column were more organic. X-ray diffraction analysis of SPM showed that terrigenous components were mainly plate-like clay minerals as illite, kaolinite, chlorite and smectite, together with other mineral grains, such as quartz, mica, K-feldspar and plagioclases in small amount.

The study of the organic component of SPM, namely the calcareous nanoplankton (coccolithophores), shows the presence, in the winter period, of typical species of subtropical and temperate regions that became closer to Iberia offshore in downwelling situations. The *G. oceanica* species seems to prefer areas with high turbidity but normal salinity and was detected staggering the river plumes. Near bottom, the importance of this particles was recognised in the identification of resuspension processes.

The mineralogy of the fine fraction of bottom sediments was determined by XRD and used as an indicator of sedimentary dynamics prevailing in the open shelf system. The distribution of the fine fraction minerals in the top layer of the sedimentary cover is related to the continental sources of detrital particles and also reflect the importance of dynamic winter events and alongshore currents in the sedimentary transport processes. The sediments south of 42°N parallel are more immature and consequently closer to the source, with an evident increase of sediment maturity to north of Minho river, expressed in terms of feldspar and mica content. On the other hand, clay mineral distribution patterns are highly dependent upon river discharges. The mineralogical composition of material coming out from rivers is very similar to that of the fine fraction of bottom sediments. Illite (70-85%) is the predominant clay mineral, followed by kaolinite (15-25%), chlorite (5%) and smectite (vestigial). From the available data, the clay minerals thus indicate a net northward and off-shelf fine sediment transport.

Keywords: hydrology, nepheloid, suspended particulate matter, circulation, northern Portugal continental shelf, silt-clay sediments.

ÍNDICE GERAL

<i>Agradecimentos</i>	i
<i>Resumo</i>	iii
<i>Abstract</i>	v
<i>Índice geral</i>	vii
<i>Índice de figuras</i>	xii
<i>Índice de tabelas</i>	xix
CAPÍTULO I - Considerações gerais	1
CAPÍTULO II - Enquadramento geral da área em estudo	4
1. Plataforma continental	4
1.1 Cobertura sedimentar - características texturais	6
1.1.1. <i>Silte e argila (fracção <63mm)</i>	6
1.1.2. <i>Areia (2mm-63mm)</i>	8
1.1.3. <i>Cascalho (fracção>2mm)</i>	10
2. Vertente continental	11
3. Enquadramento climático	12
4. Características das águas da plataforma e vertente continental	15
4.1 Regime de agitação marítima (norte de cabo Raso)	15
4.1.1. <i>Acção da onda</i>	17
4.2. Condições hidrológicas do Atlântico Norte	18
4.3. A circulação na plataforma e vertente continental	20
4.3.1. <i>Padrão de circulação de Inverno</i>	20
4.3.2. <i>Padrão de circulação de Verão</i>	24
4.3.3. <i>Corrente de maré</i>	27
4.3.4. <i>Ondas internas</i>	28
4.4 Ressuspensão e remobilização de sedimentos finos na plataforma continental norte de 41°N	30
5. Características da área continental adjacente	33
5.1. Zona costeira	33
5.2. Bacias hidrográficas	33
5.2.1. <i>Cheias</i>	35
5.2.2. <i>Influência das barragens nas cheias</i>	36
5.3. Estuários	37
5.3.1. <i>Sedimentos dos estuários dos rios</i>	37
5.3.2. <i>Sedimentos das rias galegas</i>	39
5.3.3. <i>Correntes de maré</i>	39
5.4. Abastecimento sedimentar à plataforma	42
6. Conclusões	43
CAPÍTULO III - Métodos	45
1. Introdução	45
2. Trabalhos realizados a bordo	46
2.1. Perfis Hidrológicos realizados com a sonda Zullig	47
2.2. Perfis Hidrológicos realizados com o CTD MKI II c	47
2.2.1. <i>Sensores</i>	47
2.2.2. <i>Tratamento dos dados de CTD</i>	48
2.3. Perfis de nefelometria (Aquatracka III - Chelsea Instruments, Ltd)	49
2.4. Colheita e filtração de água	50
2.5. Sedimentos de fundo	51
3. Trabalho laboratorial	52
3.1. Sedimentos em suspensão	52
3.1.1. <i>Concentração da MPS (mg/l)</i>	52
3.1.2. <i>Carbono orgânico particulado na coluna de água</i>	52
3.1.3. <i>Análise dimensional - Microgranulometria laser</i>	52
3.1.4. <i>Composição da MPS</i>	53

1. Lupa binocular	53
2. Microscópio petrográfico	53
3. Microscópio electrónico de varrimento	54
4. Difractometria de raios X	55
3.2. Sedimentos de fundo	55
3.2.1. <i>Preparação das amostras de fundo para a análise mineralógica (DRX)</i>	56
3.2.2. <i>Composição mineral por DRX</i>	56
4. Intercalibração entre a turbidez e a concentração de matéria em suspensão	60
CAPÍTULO IV - Hidrologia da plataforma e vertente continental NW Portuguesa	63
1. Campanhas oceanográficas	64
1.1. Campanha PLAMI BEL I (Verão, 1990)	64
1.1.1. <i>Dados hidrológicos</i>	64
1.1.2. <i>Dados climáticos</i>	65
1.1.3. <i>Diagramas TS de superfície</i>	65
1.1.4. <i>Diagramas TS de fundo</i>	65
1.1.5. <i>Gradiente de salinidade de superfície</i>	66
1.1.6. <i>Perfis E-W de salinidade</i>	67
1.1.7. <i>Gradiente de temperatura de superfície</i>	68
1.1.8. <i>Perfis E-W de temperatura</i>	68
1.1.9. <i>Gradiente de turbidez de superfície e de fundo</i>	68
1.1.10. <i>Perfis E-W de turbidez</i>	69
1.1.11. <i>Interpretação das condições hidrológicas e de circulação</i>	70
1.2. Campanha CORVET (Outono, 1996)	71
1.2.1. <i>Dados hidrológicos</i>	72
1.2.2. <i>Dados climáticos</i>	72
1.2.3. <i>Diagramas TS de superfície</i>	73
1.2.4. <i>Diagramas TS de fundo</i>	73
1.2.5. <i>Gradiente de salinidade de superfície</i>	74
1.2.6. <i>Perfis E-W de salinidade</i>	75
1.2.7. <i>Gradiente de temperatura de superfície</i>	77
1.2.8. <i>Perfis E-W de temperatura</i>	78
1.2.9. <i>Gradiente de densidade</i>	80
1.2.10. <i>Perfis E-W de densidade</i>	80
1.2.11. <i>Gradiente de turbidez de superfície e de fundo</i>	82
1.2.12. <i>Perfis E-W de turbidez</i>	82
1.2.13. <i>Interpretação das condições hidrológicas e de circulação</i>	85
1.3. Campanha CLIMA (Inverno, 1997)	86
1.3.1. <i>Dados hidrológicos</i>	86
1.3.2. <i>Dados climáticos</i>	87
1.3.3. <i>Diagramas TS de superfície</i>	88
1.3.4. <i>Diagramas TS de fundo</i>	88
1.3.5. <i>Gradiente de salinidade de superfície</i>	89
1.3.6. <i>Perfis E-W de salinidade</i>	91
1.3.7. <i>Gradiente de temperatura de superfície</i>	91
1.3.8. <i>Perfis E-W de temperatura</i>	91
1.3.9. <i>Gradiente de densidade de superfície</i>	95
1.3.10. <i>Perfis E-W de densidade</i>	95
1.3.11. <i>Gradiente de turbidez de superfície e de fundo</i>	97
1.3.12. <i>Perfis E-W de turbidez</i>	98
1.3.13. <i>Interpretação das condições hidrológicas e de circulação</i>	101
1.4. Campanha PLAMI BEL III (Inverno, 1992)	103
1.4.1. <i>Dados hidrológicos</i>	103
1.4.2. <i>Dados climáticos</i>	104
1.4.3. <i>Diagramas TS de superfície</i>	104

1.4.4. Diagramas TS de fundo	106
1.4.5. Gradiente de salinidade de superfície	106
1.4.6. Perfis E-W de salinidade	106
1.4.7. Gradiente de temperatura de superfície	107
1.4.8. Perfis E-W de temperatura	107
1.4.9. Gradiente de turbidez de superfície e de fundo	108
1.4.10. Perfis E-W de turbidez	108
1.4.11. Interpretação das condições hidrológicas e de circulação	109
1.5. Campanha PLAMI BEL II (Fim do Inverno de 1991)	110
1.5.1. Dados hidrológicos	110
1.5.2. Dados climáticos	111
1.5.3. Diagramas TS de superfície	111
1.5.4. Diagramas TS de fundo	112
1.5.5. Gradiente de salinidade de superfície	113
1.5.6. Perfis E-W de salinidade	113
1.5.7. Gradiente de temperatura de superfície	114
1.5.8. Perfis E-W de temperatura	114
1.5.9. Gradiente de turbidez de superfície e de fundo	114
1.5.10. Perfis E-W de turbidez	115
1.5.11. Interpretação das condições hidrológicas e de circulação	116
1.6. Campanha OMEX II/99 (Maio, 1999)	117
1.6.1. Dados hidrológicos	117
1.6.2. Dados climáticos	118
1.6.3. Diagramas TS de superfície	119
1.6.4. Diagramas TS de fundo	119
1.6.5. Gradiente de salinidade de superfície	120
1.6.6. Perfis E-W de salinidade	121
1.6.7. Gradiente de temperatura de superfície	123
1.6.8. Perfis E-W de temperatura	123
1.6.9. Gradiente de densidade de superfície	125
1.6.10. Perfis E-W de densidade	125
1.6.11. Gradiente de turbidez de superfície e de fundo	126
1.6.12. Perfis E-W de turbidez	128
1.6.13. Interpretação das condições hidrológicas e de circulação	129
2. Síntese- Evolução sazonal dos parâmetros hidrológicos das águas da plataforma NW portuguesa: temperatura e salinidade	132
2.1 Situação de Inverno	133
2.2. Situações intermédias	134
2.3. Situação estival	134
3. Níveis nefelóides e MPS	135
3.1. Concentração das águas em MPS	135
3.1.1. Cruzeiros PLAMI BEL	135
3.1.1.1. Conclusões	137
3.1.2. Cruzeiro CORVET 96	137
3.1.3. Cruzeiro CLIMA 97	137
3.1.4. Cruzeiro OMEX II/93	138
3.2. Níveis nefelóides e distribuição da MPS - relação com os parâmetros hidrológicos	140
3.3. Formação e desenvolvimento dos níveis nefelóides	144
3.4. Conclusões	146
CAPÍTULO V - Matéria particulada em suspensão na coluna de água	147
1. Carbono Orgânico Particulado	147
1.1. Introdução geral ao ciclo de carbono	147
1.2. COP em ambiente fluvial e marinho	148
1.3. Análise do COP	149

1.4. Evolução sazonal da fracção orgânica particulada	157
1.5. Conclusões	158
1.6. Resumo	158
2. Composição das suspensões	159
2.1. Componente biogénica	159
2.1.1. Zooplâncton	160
2.1.2. Fitoplâncton	161
2.1.2.1. Microplâncton	161
2.1.2.2. Nanoplâncton	161
A. Cocolitóforos - Generalidades	162
A.1. Interesse e originalidade dos cocolitóforos	165
B. Thoracosphaerales	167
2.2. Componente inorgânica	168
2.3. Composição da MPS obtida por observação à lupa	169
2.3.1. Cruzeiros PLAMIBEL	170
2.3.2. Cruzeiro CORVET96	170
2.3.3. Cruzeiro CLIMA97	170
2.4. Composição da MPS obtida ao microscópio petrográfico e MEV	173
2.4.1. Nanoplâncton calcário	176
2.4.1.1. Campanhas de amostragem	176
2.4.1.2. Análise dos resultados das campanhas oceanográficas	177
A. CORVET (Outono de 1996)	177
B. CLIMA (Inverno 1997)	183
C. Análise estatística	189
2.4.2. Síntese - Comunidade de cocolitóforos presentes nas águas da plataforma NW portuguesa em regime de Inverno	195
2.4.3. Conclusões	197
2.5. Análise da MPS por DRX - Mineralogia das suspensões	199
2.5.1. Conteúdo mineralógico do material particulado em suspensão na plataforma continental norte	200
2.5.2. Identificação das fontes mineralógicas continentais	203
2.5.2.1. Conteúdo mineralógico do material particulado em suspensão dos rios	203
2.5.2.2. Conteúdo mineralógico dos sedimentos do fundo dos rios	206
2.5.3. Conclusões	209
3. Características granulométricas das suspensões	210
3.1. Introdução	210
3.2. Análise granulométrica das suspensões de Inverno	212
3.2.1. Conclusões	216
3.2.2. Estudo da moda siltosa	217
3.2.2.1. Conclusões	221
CAPÍTULO VI - Interface água/sedimento	222
1. Carbono orgânico particulado	222
2. Granulometria	223
2.1. Caracterização textural	225
2.1.1. Moda siltosa	226
2.2. Relação entre a granulometria da MPS e dos depósitos finos da plataforma	229
2.2.1. Conclusões	231
3. Composição mineralógica dos sedimentos finos da plataforma continental norte	232
3.1. Interpretação da mineralogia da fracção fina dos sedimentos da plataforma continental NW Ibérica	237
3.1.1. Conclusões	241
3.2. Interpretação dos minerais argilosos dos sedimentos da plataforma continental NW Ibérica	242
3.2.1. Visão geral da dinâmica sedimentar obtido com o padrão de distribuição dos	

<i>minerais das argilas</i>	250
<i>3.2.2. Conclusões obtidas com os minerais argilosos</i>	251
4. Análise factorial aplicada aos sedimentos finos	252
CAPÍTULO VII - Conclusões gerais	254
1. Factores que influenciam a distribuição de MPS	254
2. Hidrologia e nefelometria	254
3. Composição da MPS	259
4. Formação e desenvolvimento das camadas nefelóides	260
5. Sedimentos finos da plataforma média	261
6. Perspectivas futuras de investigação	262
<i>Referências bibliográficas</i>	265
<i>Apêndice A - Nefelometria</i>	
<i>Apêndice B - Tabelas da análise à lupa</i>	
<i>Apêndice C - Sistemática coccolitóforos</i>	
<i>Apêndice D - Fotografias tiradas ao MEV</i>	
<i>Apêndice E - Tabelas da análise granulométrica da MPS</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura I - 1. Esquema representativo dos níveis nefelóides superficial e de fundo que se formam na proximidade de um rio (plataforma interna). 1
- Figura I-2. Representação esquemática dos processos de erosão e deposição da plataforma continental (adaptado de Dronkers & Miltenburg, 1996). 2

CAPÍTULO II

- Figura II-1. A- Enquadramento morfológico da plataforma continental portuguesa e planície abissal (Dias, 1987); região em estudo assinalada a azul. B- Batimetria da plataforma continental setentrional em estudo, segundo Vanney & Mougnot, 1981 e Dias *et al.*, 2000. Espaçamento de 10 em 10m até aos 200m de profundidade e de 200m abaixo do referido valor. 4
- Figura II-2. Variação sazonal da direcção do vento (I.N.M.G., 1990). C= calmas. 13
- Figura II-3. Distribuição sazonal (Verão/Inverno) das direcções do vento, suas frequências (%) e velocidades médias para as estações de Viana do Castelo e Pedras Rubras (I.N.M.G., 1990). As barras brancas representam a frequência do vento (%) no Inverno e as cinzentas no Verão. 13
- Figura II-4. Precipitação média mensal registada ao longo de 35 anos (Viana do Castelo e Porto-Serra Pilar). Dados compilados pela Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos (actual INAG). 14
- Figura II-5. A. Altura significativa e período da onda médios para épocas diferenciadas (Verão/Inverno) e no global na Figueira da Foz; B. Distribuição sazonal de direcção da onda (PO-WAVE, 1994). 16
- Figura II-6. Informação mensal da altura da onda significativa (H_0) e períodos (T_0) para a bóia ondógrafa da Figueira da Foz (Set.1986-Jul.1993) (retirado de PO-WAVES, 1994). 16
- Figura II-7. Mapa da circulação superficial das massas de água, para o Oceano Atlântico NE (adaptado de Broerse, 2000). Área de estudo representada pelo rectângulo a negro. 19
- Fig.II-8.A -Trajectória de 16 bóias derivantes WOCE/TOGA (com transmissão via satélite), ao largo da costa NW de Portugal. Estas bóias, colocadas pelo projecto MORENA, no período entre Junho de 1993 e Outubro de 1994 (11 foram colocadas entre Novembro e Maio de 1994) mostram a trajectória da contra-corrente quente, mais evidente, a norte do paralelo 40°N. B - Velocidade superficial média das bóias (setas), calculada para uma caixa com área de 2° latitude × 1° longitude. Na área em estudo a velocidade superficial variou entre 2.3 e 33.4 cm/s (retirado de Martins, 1996). 21
- Fig.II-9. Evolução de uma corrente geostrófica na plataforma continental, em resultado de um gradiente de pressão produzido na costa (a) Corte na plataforma continental, que mostra a superfície de inclinação das isobáricas e o declive da superfície da água. (b) Visão tridimensional do downwelling, com as diferentes orientações do *stress* do vento, corrente de Eckman de superfície, corrente de fundo e corrente geostrófica central (*in* Allen, 1997). 23
- Figura II-10. Observações realizadas no Inverno (Novembro 96-Janeiro97) Vitorino *et al.*, 2001). a) Diagrama da velocidade do vento; b) Nível do mar em Viana do Castelo; c) Temperatura; d) Diagrama das correntes de baixa frequência (período acima de 2 dias) verificadas aos 29m, 53m, 76m e 82m de profundidade; e) Série temporal da velocidade de corte da onda, estimada a partir de uma bóia ondógrafa. 23
- Fig.II-11. Upwelling forçado pelo efeito de Ekman, no hemisfério norte (lado leste do oceano), com direcção predominante do vento paralelo à costa. (a) O transporte de Ekman total, leva a água para longe da costa, causando afloramento e um abaixamento da superfície da água, em direcção à costa. (b) A subida de águas frias, mais densas provoca um campo baroclínico, tendo como resultado, a nível superficial (para fora da página) um escoamento geostrófico para sul, um nível onde não há movimento (velocidade geostrófica de zero) e uma contracorrente profunda, para norte (para dentro da página). A corrente superficial resultante continua a favorecer o upwelling (*in* Allen, 1997). 25
- Fig.II-12. Elipses de maré obtidas por Vitorino, (1999), durante o inverno (verdes) e verão

(vermelho). Localização dos correntómetros na Tabela II-5. Cobertura sedimentar adaptada de Rodrigues <i>et al.</i> , 1991.	28
Figura II-13. Geologia das bacias hidrográficas dos rios NW Portugueses e da Galiza Ocidental (<i>adaptado de Julivert et al.</i> , 1980, <i>in</i> Cascalho, 2000).	34
CAPÍTULO III	
Figura III-1. Fotografia do conjunto CTD+rosette. r = rosette com as 12 garrafas tipo Niskin; c = CTD; n = nefelómetro.	48
Figura III-2. Gráfico de Esquevin (1969).	59
Figura III- 3. Relação entre a turbidez (FTU) e o conteúdo em MES (g/m ³) para os cruzeiros CORVET 96 (Novembro 1996), CLIMA 97 (Dezembro 1997) e OMEX II/99 (Maio 1997). CNS= camada nefelóide de superfície; CNF= camada nefelóide de fundo; n= n° de amostras; R ² =correlação; Y= turbidez (FTU); X=Concentração (g/m ³).	60
CAPÍTULO IV	
Figura IV- 1. Mapa das estações hidrológicas ocupadas durante o cruzeiro PLAMIBEL I e localização dos perfis referidos no texto.	64
Figura IV- 2. Caudais dos principais rios minhotos, para o período que procedeu a campanha PLAMIBEL I (fonte: CPPE e INAG).	65
Figura IV- 3. Diagramas TS de superfície (A) e fundo (B), cruzeiro PLAMIBEL I (Setembro 1990). I,II e III designam as diferentes massas de água descritas no texto.	66
Figura IV- 4. Distribuição horizontal da salinidade à superfície (Setembro 1990).	67
Figura IV-5. Salinidade observada na secção 1 (Setembro 1990).	67
Figura IV- 6. Distribuição horizontal da temperatura à superfície (Setembro 1990).	68
Figura IV- 7. Distribuição da turbidez à superfície e junto ao fundo, para o cruzeiro PLAMIBEL I.	69
Figura IV-8. Nefelometria observada na secção 4 (Setembro 1990).	70
Figura IV-9. Mapa das estações hidrológicas ocupadas durante o cruzeiro CORVET96; 1º parte com 40 estações distribuídas por 3 secções longas e 2º parte com 54 estações localizadas na região em estudo.	71
Figura IV-10. Caudais dos principais rios minhotos, para o período da campanha CORVET 96 (fonte: CPPE).	72
Figura IV-11. Diagramas TS para as águas superficiais (5m) e perto do fundo, para o cruzeiro CORVET96. Na fig. B, esta representada a linha de TS da água Central do Atlântico Norte (CW). I,II,III, IV, V e VI representam as massas de água referidas no texto.	74
Figura IV-12. Distribuição horizontal da salinidade à superfície. Na figura observam-se dois domínios, um antes e outro depois do temporal de 19 de Novembro de 1996, assinalados pela seta a negro.	75
Figura IV-13. Secções E-W de salinidade, realizadas durante o cruzeiro CORVET 96.	76
Figura IV-14. Carta de temperatura superficial da campanha CORVET96: A- Imagem de satélite do período de 3-9 Novembro de 1996); B- Imagem de satélite do período de 10-16 Novembro de 1996 (imagens cedidas gentilmente pelo Remote Sensing Data Analysis Service of the Plymouth Marine Laboratory). Na figura observam-se dois domínios, um antes e outro depois do temporal de 19 de Novembro de 1996, assinalados pela seta a negro.	78
Figura IV-15. Perfis verticais de temperatura; a) antes do temporal (secção 4) e b) depois do temporal de 19 de Novembro (secção 5).	78
Figura IV-16. Secções E-W de temperatura, realizadas durante o cruzeiro CORVET 96.	79
Figura IV-17. Carta de densidade superficial da campanha CORVET96 (Novembro de 1996). Na figura observam-se dois domínios, um antes e outro depois do temporal de 19 de Novembro de 1996, assinalados pela seta a negro.	80
Figura IV-18. Secções E-W de densidade, realizadas durante o cruzeiro CORVET 96	81
Figura IV-19. Carta de turbidez superficial e junto ao fundo da campanha CORVET96	

(Novembro, 1996). Na figura observam-se dois domínios, um antes e outro depois do temporal de 19 de Novembro de 1996, assinalados pela seta a negro.	82
Figura IV-20. Secções E-W de nefelometria, realizadas durante o cruzeiro CORVET 96.	83
Figura IV-21. Perfis verticais de nefelometria realizados antes e depois do temporal. Batimetria dos 25-43m, 80-90m, 120-150m e bordo da plataforma (>160m). Delimitação das CNS, CNF e CNI.	84
Figura IV-22. Mapa da localização das estações hidrológicas (cruzes), realizadas durante o cruzeiro Clima (6-16 de Dezembro). Delimitação dos depósitos finos segundo Drago (1995).	86
Figura IV-23. Caudais dos principais rios minhotos, para a semana anterior ao cruzeiro e para o período em que decorreu a campanha CLIMA 97 (Fonte CPPE).	87
Figura IV-24. Estações hidrográficas do cruzeiro CLIMA (6-14 de Dezembro) e as observações de vento e onda em cada estação (Vitorino, 1998).	88
Fig. IV-25. Diagramas TS para as águas superficiais (5m) e perto do fundo, para o cruzeiro CLIMA 97. Na fig. B, encontra-se representada a linha de TS da água Central do Atlântico Norte (CW). I, II, III, IV, V e VI, designam as diferentes massas de água referidas no texto.	89
Figura IV-26. Distribuição da salinidade à superfície (Dezembro 1997).	90
Figura IV-27. Secções E-W de salinidade, realizadas durante o cruzeiro CLIMA 97.	92
Figura IV-28. Distribuição da temperatura à superfície (Dezembro 1997).	93
Figura IV-29. Perfis verticais de temperatura para a secção 2.	93
Figura IV-30. Secções E-W de temperatura, realizadas durante o cruzeiro CLIMA 97.	94
Figura IV-31. Distribuição da densidade à superfície (Dezembro de 1997).	95
Figura IV-32. Secções E-W de densidade, realizadas durante o cruzeiro CLIMA97.	96
Figura IV-33. Distribuição da turbidez á superfície (Dezembro de 1997).	97
Figura IV-34. Distribuição da turbidez, perto do fundo (Dezembro de 1997).	98
Figura IV-35. Secções E-W de turbidez, realizadas durante o cruzeiro CLIMA 97.	99
Figura IV-36. Perfis verticais de nefelometria para as secções 3 e 4 (canhão do Porto). Delimitação das CNS, CNF e CNI.	101
Figura IV-37. Mapa das estações ocupadas durante o cruzeiro PLAMIBEL III (Janeiro de 1992).	103
Figura IV-38. Caudais diários médios dos principais rios minhotos, para o período que procedeu o cruzeiro PLAMIBEL III (Janeiro de 1992) (CPPE).	104
Figura IV-39. Diagrama TS de superfície (A) e de fundo(B), e localização das massas de água durante a campanha PLAMIBEL III (Inverno, 1992). I, II, III e IV massas de água definidas no texto.	105
Figura IV-40. Distribuição horizontal da salinidade à superfície (Janeiro, 1992).	106
Figura IV-41. Distribuição da temperatura (°C) à superfície, cruzeiro PLAMIBEL III (14 a 19 Janeiro de 1992).	107
Figura IV-42. Distribuição de turbidez à superfície (A) e perto do fundo (B), para o cruzeiro PLAMIBEL III.	108
Figura IV- 43. Mapa das estações hidrológicas ocupadas durante o cruzeiro PLAMIBEL II.	110
Figura IV-44. Caudais dos principais rios minhotos, para o período que procedeu a campanha PLAMIBEL II (Fonte: INAG e CPPE).	111
Figura IV-45. Diagramas TS de superfície (A) e fundo (B), cruzeiro PLAMIBEL II (Março de 1991). I, II, III, IV e V representam as massas de água definidas no texto.	112
Figura IV-46. Distribuição horizontal da temperatura à superfície (Março 1991).	113
Figura IV-47. Distribuição horizontal da salinidade à superfície (Março de 1991).	114
Figura IV-48. Distribuição de turbidez à superfície (A) e perto do fundo (B), para o cruzeiro PLAMIBEL II.	115
Figura IV-49. Mapa da localização das estações hidrográficas (triângulos), realizadas durante o cruzeiro OMEX II/99 (18-28 de Maio). Delimitação dos depósitos finos segundo Drago, 1995.	117
Figura IV-50. Caudais de alguns rios minhotos, para os dois meses que antecederam e, durante o cruzeiro OMEX II/99 (Fonte: CPPE).	118
Figura IV-51. Mapa com as observações de vento e onda obtidas a bordo durante o decorrer do	

cruzeiro OMEX II/99.	118
Figura IV-52. Diagrama TS para as águas superficiais (5m) e perto do fundo (max. 1500m), para a campanha OMEX II/99. I a VII representam as massas de água identificadas.	120
Figura IV-53. Distribuição da salinidade para a campanha OMEX II/99 (Maio de 1999).	121
Figura IV-54. Secções E-W de salinidade, realizadas durante o cruzeiro OMEX99.	122
Figura IV-55. Mapa de distribuição da temperatura à superfície (-5m), para o cruzeiro OMEX II/99 (Maio 1999).	123
Figura IV-56. Secções E-W de temperatura, realizadas durante o cruzeiro OMEX99.	124
Figura IV-57. Perfis verticais de temperatura para as secções 1 e 4 (mais a Sul).	125
Figura IV-58. Mapa de distribuição da densidade à superfície (-5m), para o cruzeiro OMEX II/99 (Maio 1999).	126
Figura IV-59. Secções E-W de densidade, realizadas durante o cruzeiro OMEX99.	127
Figura IV-60. Mapa de distribuição da turbidez à superfície (-5m), para o cruzeiro OMEX II/99 (Maio 1999).	128
Figura IV-61. Mapa de distribuição da turbidez no fundo, para o cruzeiro OMEX II/99 (Maio 99).	129
Figura IV-62. Secções E-W de nefelometria, realizadas durante o cruzeiro OMEX99.	130
Figura IV-63. Perfis de nefelometria das secções 3 e 4. Delimitação das CNS, CNF e CNI.	131
Figura IV-64. Distribuição da concentração (mg/l) à superfície, para os cruzeiros PLAMI BEL (Setembro 1990, Março 1991 e Janeiro de 1992).	136
Figura IV-65. Distribuição da concentração (mg/l) à superfície e perto do fundo, para o cruzeiro CORVET 96 (Novembro de 1996). Secções P4 e P5 separadas pelo temporal de 19 de Novembro.	138
Figura IV-66. Distribuição da concentração (mg/l) à superfície e perto do fundo, para o cruzeiro CLIMA 97 (Dezembro de 1997).	139
Figura IV-67. Distribuição da concentração (mg/l) à superfície e perto do fundo, para o cruzeiro OMEXII/99 (Maio de 1999).	139
Figura V-68- Comparação entre os valores de turbidez encontrados à superfície e fundo para os vários cruzeiros.	140
Figura IV-69. Secções perpendiculares à costa representativas da densidade e nefelometria observadas durante os cruzeiros CORVET96, CLIMA97 e OMEX99.	141
Figura IV-70. Relação entre os perfis verticais de nefelometria e isopícnicas verificadas na secção que atravessa o canhão do Porto. A) CORVET96; B) CLIMA97 e C) OMEX99 (página seguinte). Linhas a tracejado indicam as isopícnicas. Notar que nos diferentes perfis de turbidez (FTU), existe um decréscimo da escala de turbidez à medida que se caminha para o largo.	142
	143
CAPÍTULO V	
Figura V-1. Fluxos de carbono (gCm^2ano^{-1}) no reservatório oceânico de acordo com Wollast (1999). pp=produção primária; dep=deposição; f.ratio=exportação/pp.	147
Figura V-2. Distribuição da carga orgânica ($\mu g/l$) e do conteúdo em carbono das amostras (%) para o cruzeiro PLAMI BEL I (Set. 90).	149
Figura V-3. Distribuição da carga orgânica ($\mu g/l$) e do conteúdo em carbono das amostras (%) para o cruzeiro PLAMI BEL II (Março 91).	150
Figura V-4. Distribuição da carga orgânica ($\mu g/l$) e do conteúdo em carbono das amostras (%), colhidas a -5m e no fundo, para o cruzeiro CORVET (Novembro 96). O perfil 4 e 5 estão separados pelo temporal de 19 de Novembro.	151
Figura V-5. Distribuição da carga orgânica ($\mu g/l$) e do conteúdo em carbono das amostras (%), colhidas a -5m e no fundo, para o cruzeiro CLIMA (Dezembro 97).	152
Figura V-6. Distribuição da carga orgânica ($\mu g/l$) e do conteúdo em carbono das amostras (%), colhidas a -5m e no fundo, para o cruzeiro OMEX II (Maio 99).	153
Figura V-7. Secções perpendiculares à costa de COP (%), para o cruzeiro Omex II/99 (Maio 99).	155
Figura V-8. Variação do COP (%) <i>versus</i> matéria em suspensão total (mg/l), na CNS. A linha a tracejado agrupa amostras onde a influência da produção oceânica é superior (1); a linha a cheio agrupa amostras onde a influência dos rios é superior(2); amostras ricas em COP encontradas só	

no Verão e Primavera(3).	156
Figura V-9. Variação do COP (%) <i>versus</i> matéria em suspensão total (mg/l) na CNF. Linha a cheio delimita as amostras com baixos valores de COP, que provêm da resuspensão do sedimento de fundo e a linha a tracejado as amostras mais ricas em COP onde a influência da produção oceânica é superior (plataforma média a externa).	156
Figura V-10. Distribuição biogeográfica de algumas espécies actuais de nanoplâncton calcários (adaptado de Abreu, 1996).	163
Figura V-11. Morfologia dos cocólitos e cocosferas.	165
Figura V-12. Centros produtores de argilas na região NW portuguesa (adaptado de Gomes, 1988).	169
Figura V-13. Mapas da distribuição relativa da componente orgânica em relação à detritica, determinada por observação visual à lupa (amp.250x), para os cruzeiros CORVET96 e CLIMA97.	171
Figura V-14. Exemplo dos filtros de superfície, onde um mucos seco cobre a totalidade do filtro (est. 80), assinalado com uma seta branca.	173
Figura V-15. Exemplos de filtros com muco (A e B); agregados apertados (C e D), abertos (E) e partículas dispersas (F).	174
Figura V-16. A)D) grãos de quartzo arredondados; B)E) mineral arredondado (feldspato?); C)F) minerais planares com clivagem (micas).	175
Figura V-17. Abundância das diferentes espécies dos cocolitóforos (-5m), nas 3 secções realizadas no cruzeiro Corvet 96:A) perfil norte (Póvoa do Varzim); B)perfil sul-norte e C)perfil sul (Cabo S. Vicente).	179
Figura V-18. Distribuição da abundância das mais importantes espécies de cocolitóforos, segundo um perfil perpendicular à costa, para o cruzeiro CLIMA 97. Observam-se os máximos de abundância, perto do bordo plataforma.	183
Figura V-19. Distribuição horizontal (5m), para as várias espécies de cocolitóforos encontrados, assim como para a temperatura e salinidade, do cruzeiro CLIMA 97. As isolinhas de cor azul a rosa representam as abundância dos litos ($\times 10^3$ litos ⁻¹), geralmente mais abundantes nos locais onde temos os máximos de cocosferas.	186
Figura V-20. Determinação dos factores significativos da análise factorial para as espécies de cocolitóforos (cocosferas) encontradas a -5m e tabela com a variância explicada para um universo de 12 variáveis.	189
Figura V-21. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o primeiro e segundo factor significativo da análise factorial, feita com as abundâncias absolutas das cocosferas (-5m). Interpretação das associações encontradas.	190
Figura V-22. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o terceiro e quarto factor significativo da Análise factorial, feita com as abundâncias absolutas das cocosferas (-5m).	191
Figura V-23. Determinação dos factores significativos da análise factorial para as espécies de litos encontradas a -5m e tabela com a variância explicada para um universo de 13 variáveis.	192
Figura V-24. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o primeiro e segundo factor significativo da Análise factorial, feita com as abundâncias absolutas dos litos (-5m).	193
Figura V-25. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o terceiro e quarto factor significativo da Análise factorial, feita com as abundâncias absolutas dos litos (-5m).	193
Figura V-26. Determinação dos factores significativos da análise factorial para as espécies de litos encontradas perto do fundo e tabela com a variância explicada para um universo de 11 variáveis.	194
Figura V-27. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o primeiro e segundo factor significativo da Análise factorial, feita com as abundâncias absolutas dos litos perto do fundo.	195
Figura V-28. Formas de cocolitóforos mais comuns durante o Inverno, associados com as principais massas de água do Atlântico NE. ACNA _N - Água Central Norte Atlântica de origem subtropical (a vermelho) e ACNA _S (a azul) de origem subpolar (definidas por Fiúza, 1984). Localização das estações realizadas durante os cruzeiros CORVET 96 e CLIMA 97.	198
Figura V-29. Mapa da distribuição percentual do quartzo e de filossilicatos nos sedimentos em suspensão presentes nos rios e plataforma norte.	200
Figura V-30. Difractograma natural representativo dos minerais das argilas (<2 μ m), colhidos na	

CNS e CNF (est.34).	201
Figura V-31. Mapa da distribuição das percentagens dos minerais argilosos (matriz de 100%) dos sedimentos em suspensão dos rios e da plataforma continental. A) % ilite e caulinite; B) % clorite e esmectite.	202
Figura V-32. Difractograma representativo do material <63µm depositado sobre os filtros colhidos nos rios (amostra L51 fundo, rio Lima). A nomenclatura usada representa: Chl= clorite; I+M=ilite+mica; Q=quartzo; Ca=calcite; K=caulinite; Fk=feldspato potássico; Plag.=plagioclase; An=anidrite; Filo.=filossilicatos.	204
Figura V-33. Localização e mineralogia das amostras de MES colhidas nos rios minhotos (Fevereiro de 1993). Nos gráficos de barras, estão representadas as % dos minerais detriticos (<63 µm) em suspensão (a vermelho as % dos minerais referentes às amostras colhidas perto do fundo e azul as de superfície). Nos gráficos circulares estão representados as % dos minerais das argilas (cinzento-ilite; azul escuro-caulinite; amarelo-esmectite; azul claro-clorite).	205
Figura V-34. Difractogramas representativos dos minerais das argilas obtidos nos sedimentos de fundo dos rios Douro (D5) e Minho (M6).	207
Figura V-35. Localização das amostras dos sedimentos de fundo colhidos nos rios minhotos (campanha SEDI MINHO I/93). Nos gráficos circulares estão representados as % dos minerais das argilas (cinzento-ilite; azul escuro-caulinite; amarelo-esmectite; azul claro-clorite) obtidas por DRX.	208
Figura V-36. Caracterização textural da MPS desagregada (5m), para o cruzeiro CORVET 96 (Novembro de 1996).	212
Figura V-37. Mapa de distribuição do diâmetro médio aos 5m para o cruzeiro CORVET 96 (Novembro 96).	213
Figura V-38. Curvas de frequência relativa e acumulada para amostras colhidas na plataforma interna (a azul) e média (a preto), aos 5m.	213
Figura V-39. Caracterização textural da MPS desagregada, para o cruzeiro CLIMA 97 (Dezembro 1997); A) -5m; B) fundo.	214
Figura V-40. Mapa de distribuição da assimetria, aos -5m e fundo, para o cruzeiro CLIMA 97 (Dezembro 97).	216
Figura V-41. Histograma representativo da abundância percentual do número de modas presentes nas suspensões dos cruzeiros CORVET96 e CLIMA97.	217
Figura V-42. Distribuição de carácter modal (n.º de amostras) das suspensões colhidas durante os cruzeiros CORVET 96 (Novembro 1996) e CLIMA 97 (Dezembro 1997).	218
Figura V-43. Curvas granulométricas representativas das amostras colhidas durante o cruzeiro CLIMA97, na plataforma interna e média (5m e perto do fundo).	219
Figura V-44. Distribuição da moda principal do material em suspensão (-5m e fundo), por classes para os cruzeiros CORVET 96 e CLIMA 97.	220
 CAPÍTULO VI	
Figura VI -1. - A) Mapa de distribuição do conteúdo em COP da interface água/sedimento; os traços diagonais representam os afloramentos rochosos; B) gráfico que relaciona % COP com o tamanho médio do grão e C) gráfico relação % COP com a profundidade.	223
Figura VI -2. Localização das amostras de sedimentos de fundo colhidos durante o cruzeiro CORVET 96 (bolas a negro) e GAMI NEX (estrelas a negro), sobrepostos ao mapa da distribuição percentual dos sedimentos finos, segundo Dias <i>et al.</i> , 2000.	224
Figura V-3. Diagrama ternário com as distribuições das fracções granulométricas para as amostras de fundo colhidas nos cruzeiros CORVET96 e GAMI NEX. Delimitação de algumas amostras pertencentes aos depósitos silto- argilosos do Douro e Minho-Galiza.	225
Figura VI -4. Caracterização textural dos sedimentos desagregados do 1cm da amostra total, colhidos na plataforma norte Portuguesa (círculos) e Galega (quadrados).	225
Figura VI -4. Mapas de distribuição dos parâmetros texturais, média, desvio padrão e assimetria, da interface água sedimento.	226
Figura VI -6. Evolução da moda principal ao longo de um perfil E-W (est.7 na plataforma média e est.10 na plataforma externa), que atravessa o depósito silto-argiloso do Douro.	227

Figura VI -7. Evolução da moda principal ao longo de um perfil E-W (est.36 na plataforma média e est.39 na plataforma externa), que atravessa o depósito silto-argiloso do Minho.	228
Figura VI -8- Curvas de distribuição granulométricas representativas das amostras colhidas na CNS (A) e na CNF (B) comparadas com amostras de sedimento da interface (1cm). A localização das estações encontra-se no mapa ao lado; os triângulos representam as estações de MPS e os círculos as amostras de sedimento colhidas no cruzeiro CORVET96.	229
Figura VI -9. Difractograma representativo da fracção fina dos sedimentos da plataforma galega (amostra KRGX20, frente á ria de Pontevedra). A nomenclatura usada representa: Chl= clorite; I+M=ilite+mica; Q=quartzo; Ca=calcite; K=caulinite; Fk=feldspato potássico; Plag.=plagioclase; Dol=dolomite; Filo.=filossilicatos; Si=siderite; Op=opala	232
Figura VI -10. Difractograma representativo da fracção argilosa das amostras dos sedimentos de fundo (amostra 11). A nomenclatura usada representa: Chl= clorite; I =ilite; K=caulinite.	235
Figura VI -11. Mapa da distribuição percentual do quartzo, mica, e feldspatos na fracção fina.	238
Figura VI -12. Mapa da distribuição percentual da calcite e opala na fracção fina dos sedimentos da plataforma continental NW da Ibéria.	239
Figura VI -13. Variação latitudinal da percentagem de quartzo e micas.	240
Figura VI -14. Mapa da distribuição da maturidade do sedimento.	240
Figura VI -15. Mapas com a distribuição dos principais minerais das argilas.	244
Figura VI -16. Gráfico de Esquevin (1969) aplicado ás amostras colhidas na plataforma NW ibérica.	245
Figura V-17. Mapas de distribuição da cristalinidade da caulinite.	247
Figura V-18. Mapas de distribuição da razão caulinite/clorite e caulinite/ilite.	249

CAPÍTULO VI I

Fig. VI I -1. Modelo conceptual de dispersão da MPS na plataforma continental NW portuguesa. Evolução sazonal. A) Verão); B) Inverno.	258
---	-----

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela II-1. Principais relevos da plataforma continental setentrional (Vanney e Mougenot, 1981).	5
Tabela II-2. Características principais dos depósitos silto-argilosos.	7
Tabela II-3. Situações meteorológicas na Península Ibérica (adapt. de Ribeiro, 1988 e Pires, 1985).	12
Tabela II-4 - Condições de agitação marítima características da costa ocidental (adapt. de Pires 1989; PO-WAVES, 1994).	15
Tabela II-5. Valores médios mensais da componentes residual da corrente, medidas durante o verão e outono de 1987 (adaptado de Vitorino, 1999). Valores positivos indicam escoamento para norte (N) e este (E) e negativos escoamento par sul (S) e oeste (W).	27
Tabela II-6. Velocidade de correntes teóricas necessárias á remobilização de areia muito fina a média.	31
Tabela II-6. Características das bacias hidrográficas dos rios minhotos (Loureiro <i>et al.</i> , 1986; Ribeiro, et al., 1988) e rios galegos (Marqués, 1985).	35
Tabela II-7. Conteúdos percentuais médios de cascalho, areia e lodo dos sedimentos de fundo dos estuários dos principais rios minhotos. O símbolo (*) refere-se aos resultados publicados por Mimoso (1995). Os restantes dados respeitam aos sedimentos colhidos na campanha Sediminho II/93 (Agosto de 1993).	38
Tabela II-8. Distribuição superficial das fácies texturais do fundo das rias (%) (Salgado, 1993).	39
Tabela II-9. Valores de velocidade média da corrente para o estuário do rio Douro. Observações feitas em Setembro de 1994, com baixo caudal fluvial (Mimoso, 1995).	40
Tabela II-10. Presumíveis valores de materiais transportados na totalidade, junto ao fundo e em suspensão, calculados pelo método de Langbein & Schumm (1958), para alguns dos rios mais importantes da Península Ibérica (Dias, 1987; Magalhães, 1999), após a construção das barragens.	43

CAPÍTULO III

Tabela III- 1. Campanhas oceanográficas e descrição sucinta dos dados colhidos.	46
Tabela III- 2. Características dos sensores do CTD <i>Zullig</i> .	47
Tabela III- 3. Características dos sensores do CTD General Oceanics Mk III C do Instituto Hidrográfico (adapt. do Manual 00201 MARK III C/WOCE CTD UWV, 1994).	47
Tabela III- 4. Tipo de filtros usados e volumes de água filtrados.	51
Tabela III- 5. Poderes reflectores adoptados (Rocha, 1993).	57

CAPÍTULO IV

Tabela IV- 1. Campanhas oceanográficas realizadas entre 1990 e 1999, na plataforma NW portuguesa pelo Instituto Hidrográfico.	63
---	----

CAPÍTULO V

Tabela V-1. Importância da fracção orgânica nas suspensões, na plataforma continental NW Portuguesa ao longo de 5 períodos diferentes. Em Nov. 96, separou-se os valores encontrados antes e depois do temporal de 19 de Novembro.	157
Tabela V-2. Zonação vertical dos coccolitóforos recentes, na zona fótica do oceano Atlântico. Compilado de Houghton, 1991.	163
Tabela V-3. Informação geral sobre os cruzeiros onde houve colheita de amostra para o estudo do nanoplâncton calcário.	176
Tabela V-4. Abundâncias absolutas de cocosferas <i>versus</i> cocólitos, em amostras da superfície (5m) do perfil sul ($\times 10^3$ células/l).	178
Tabela V-5. Tabela de abundâncias absolutas de cocosferas <i>versus</i> cocólitos, em amostras da	

superfície (5m) do perfil sul-norte ($\times 10^3$ células/l).	180
Tabela V-6. Tabela de abundâncias absolutas de cocosferas ($\times 10^3$ células l ⁻¹) e de cocólitos ($\times 10^3$ litos l ⁻¹), em amostras da superfície (5m) do perfil norte.	181
Tabela V-7. Comparação dos valores de concentração de litos à superfície ($\times 10^3$ litos l ⁻¹) com a camadas nefelóides de fundo e intermédia da coluna de água. (*) menos de 100 litos l ⁻¹ .	182
Tabela V-8A. Localização, temperatura, salinidade e abundância de cocolitóforos ($\times 10^3$ células l ⁻¹) em amostras colhidas, a 5 m, 30 m and 80 m, durante o cruzeiro CLIMA 97.	184
Tabela V-8B. Abundância absoluta de cocolitóforos ($\times 10^3$ células l ⁻¹) em amostras colhidas às profundidades de 5 m, 30 m e 80 m, durante o cruzeiro CLIMA 97. (*) - litos livres.	184
Tabela V-9. Comparação dos valores de concentração de litos ($\times 10^3$ litos l ⁻¹) obtidos nas CNS, CNI e CNF.	187
Tabela V-10. Mineralogia dos sedimentos em suspensão na plataforma norte (%).	200
Tabela V-11. Mineralogia das argilas nos sedimentos em suspensão (100% amostra de argila).	201
Tabela V-12. Minerais detríticos em suspensão dos rios (fracção <63 μ m).	203
Tabela V-13. Mineralogia das argilas do material em suspensão nos rios (100% minerais das argilas); superfície =sup; fundo=fd.	206
 CAPÍTULO VI	
Tabela VI -1. Teores mínimos, máximos e médios das percentagens das fracções argila e arenosa.	231
Tabela VI-2. Mineralogia da fracção fina da plataforma minhota e galega (%). Amostras do cruzeiro GAMI NEX, representadas por um x	233
Tabela VI-3. Mineralogia das argilas nos sedimentos de fundo (100% amostra de argila), da plataforma minhota e galega. Amostras do cruzeiro GAMI NEX, representadas por um x.	236
Tabela VI-4. Mineralogia das argilas de algumas amostras colhidas nos rios. Localização das amostras na figura V-44.	246
Tabela VI-6. Variáveis significativas para os primeiros cinco factores, da análise factorial (sem rotação) dos minerais das argilas, minerais detríticos, composição e textura dos sedimentos.	252
 CAPÍTULO VII	
Tabela VII -1. Compilação das características da CNS e CNS.	259