Universidade do Minho

Escola de Ciências

**Eduardo Jorge Santa Marinha Loureiro**

# INDICADORES GEOMORFOLÓGICOS E SEDIMENTOLÓGICOS NA AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA EVOLUTIVA DA ZONA COSTEIRA
**(Aplicação ao concelho de Esposende)**

Tese de Doutoramento em Ciências

Trabalho efectuado sob orientação da

Professora Doutora Helena Maria Leite Pato Granja

Novembro de 2006

**DECLARAÇÃO**


| | |
|---|---|
| *Nome* | Eduardo Jorge Santa Marinha Loureiro |
| *Endereço electrónico* | eduardo.marinha@netcabo.pt |
| *T elefone* | 253964230 |
| *Número do bilhete de Identidade* | 1785921 |


| | |
|---|---|
| *Título dissertação* | Indicadores geomorfológicos e sedimentológicos na avaliação da tendência evolutiva da zona costeira - Aplicação ao concelho de Esposende |
| *Orientadora* | Professora Doutora Helena Maria Leite Pato Granja |
| *Ano de conclusão* | 2006 |
| *Ramo de Conhecimento do Doutoramento* | Doutoramento em Geologia |

**1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;**

Universidade do Minho,

Assinatura: _____

**AGRADECIMENTOS**

Quero aqui expressar o meu reconhecido agradecimento à Professora Doutora Helena Maria L.P. Granja, minha orientadora científica, a qual sempre me estimulou e apoiou. A sua abertura ao diálogo, à discussão e à aceitação de outras perspectivas foram um contributo importante para a realização deste trabalho.

Um agradecimento especial ao Professor Doutor G. Soares de Carvalho, pelo seu apoio incondicional e disponibilidade demonstrada para esclarecer e discutir sobre questões da zona costeira.

Agradeço, também, a todos os técnicos do Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho que executaram trabalhos de rotina laboratorial.

Agradece-se, igualmente, às pessoas e organismos que, de um modo ou de outro, deram apoio aos estudos realizados:

- À Câmara Municipal de Esposende e, em particular, à Engenheira Alexandra Roeger, ao Arquitecto Paulo Guerreiro e à Arquitecta Ana Valente, pelo apoio prestado e facilidades concedidas.

- Aos Professores João Honrado, Dr. João Torres, Dr. António Gomes e José Teixeira, pelo apoio prestado na elaboração das cartas temáticas.

- À Drª Ana Luísa Costa, pelo apoio prestado na análise dimensional dos sedimentos.

- Ao Engº Lázaro Quadros, pelas noções de topografia dadas e no apoio prestado durante os primeiros levantamentos aos topográficos.

-Ao topógrafo João Barros, pela ajuda prestada em alguns levantamentos topográficos.

-Ao Instituto Hidrográfico da Marinha, pela informação disponibilizada relativamente aos parâmetros da ondulação.

-Ao Parque Natural do Litoral Norte (PNLN, ex-Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende, APPLE) e, em particular, ao seu Director, Dr. Duarte Figueiredo, e aos Guardas da Natureza Belmiro Viana e Domingos Sousa, pela disponibilidade e apoio logístico.

INDICADORES GEOMORFOLÓGICOS E SEDIMENTOLÓGICOS
NA AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA EVOLUTIVA
DA ZONA COSTEIRA
**(Aplicação ao concelho de Esposende)**

## RESUMO


As praias arenosas da zona costeira de Esposende (NO de Portugal), ocupando uma faixa de cerca de 15km de comprimento segundo uma orientação geral N-S, desde a foz do rio Neiva até à Apúlia, têm sofrido erosão acentuada, e sido , gradualmente substituídas por praias de seixos, cuja permanência é, agora, uma constante desde praia a Foz do Neiva até Cepães.

Segundo a terminologia de Davis e Hayes (1984), esta costa é de energia mista, dominada pela onda e pela maré. A maré é mesotidal, com um regime do tipo semi-diurno, apresentando uma amplitude máxima de preia-mar de 3.9m e uma amplitude mínima de baixa-mar de 0.2m (dados do Instituto Hidrográfico da Marinha, 2004).

No que respeita à agitação marítima, a ondulação mais frequente que atinge as praias desta faixa costeira caracteriza-se por período de 9 s e altura de 2m (valores médios), sendo o rumo NO o mais frequente (79%). No entanto, no sector a norte da foz do Cávado, a presença de uma ampla área de afloramentos rochosos na zona intertidal e na pré-praia contribui para a alteração das características físicas das ondas, interferindo no padrão de refracção, difracção e reflexão da ondulação incidente e atenuando a energia das ondas que atingem a praia relativamente ao sector meridional.

Nesta dissertação pretendeu-se averiguar em que medida esta diferenciação se reflecte na tendência evolutiva desta zona costeira e nos volumes sedimentares envolvidos no trânsito entre a praia e a pré-praia.

Neste contexto, esta zona costeira foi dividida em segmentos com diferentes características geomorfológicas: Foz do Neiva; Belinho-Mar; Mar-Rio de Moínhos-Cepães-Esposende; Foz do Cávado-Restinga de Ofir; Bonança-Cedobem; praia de Apúlia.

Com base nos resultados obtidos nos levantamentos topográficos dos perfis transversais da praia, e nas observações de campo referentes às mudanças da

praia, estabeleceram-se quatro tipos principais de morfologia: 1) praia arenosa intermédia, com berma, cúspides na face da praia e bancos arenosos associados a regueiras (*ridge-and-runnel systems*); 2) praia arenosa de baixo declive (<0.05 ou 2.9º), berma de largura reduzida ou inexistente, face da praia aplanada e, por vezes, alguns bancos associados a regueiras pouco desenvolvidas; 3) praia mista (seixos+areia), berma reduzida, face da praia com declive reduzido e com pequenas cúspides de seixos e areia; 4) praia de seixos com declive elevado (0.13), com uma crista de seixos (com altura de 4 a 5m) paralela à arriba talhada na duna frontal e cúspides na parte superior da face da praia.

As mudanças de morfologia das praias foram consequência da ondulação, mais particularmente: 1) da incidência de *edge-waves* associadas a ondulação do tipo mergulhante; 2) da frequência de períodos de forte agitação marítima (tempestades); 3) da existência de afloramentos rochosos na zona intertidal e na pré-praia; 4) da presença de esporões e quebramares; 5) da diferente orientação da praia relativamente à ondulação dominante; 6) da relativa proximidade à foz do rio Cávado.

Com base na morfologia e no declive e nas características hidrodinâmicas, as praias foram agrupadas em: arenosas dissipativas, arenosas intermédias, rochosas-intermédias (mistas) e rochosas reflectivas (seixos). Estas diferenças são principalmente devidas às suas características morfológicas. Nas praias arenosas intermédias a dissipativas as mudanças morfológicas estão principalmente associadas à presença de correntes de retorno e aos sistemas de bancos-regueiras, enquanto que nas praias de seixos as mudanças da morfologia são, em grande parte, resultantes do ajustamento da totalidade do perfil da praia às condições hidrodinâmicas.

Durante o período de estudo, os diferentes tipos de praia apresentaram, em comum, tendência erosiva (défice sedimentar), embora muito mais elevada nas praias arenosas (-685 $m^3$/m/ano) do que nas de seixos (-81$m^3$/m/ano). Relativamente ao valor do recuo das arribas, as praias de seixos apresentaram valores mais baixos comparativamente aos verificados nas praias arenosas. Este facto revela que a presença das cristas de seixos origina uma estabilidade relativa da praia, defendendo as arribas arenosas do ataque directo das ondas.

Para identificar o padrão geral de distribuição sedimentar recorreu-se à análise dimensional e à composição mineralógica dos sedimentos. A análise textural dos sedimentos da praia mostrou que a norte da foz do Cávado predominam a areia média a grosseira e seixos, enquanto que nas praias a sul a classe textural dominante é areia média a grosseira. Nos seixos predominam os quartzitos, embora com origens diferentes. Alguns são provenientes dos afloramentos rochosos emersos, mas outros não têm equivalente nas áreas emersas, sendo provavelmente provenientes dos afloramentos rochosos submersos, existentes na plataforma continental. As areias são essencialmente quartzosas.

O tipo de sedimentos das praias a norte do Cávado (seixos) parece mostrar que a sua actual alimentação resulta do desmantelamento de paleo-depósitos de areias e seixos, situados na prépraia e sob a praia propriamente dita.

Durante a última década, a orla costeira teve uma taxa de recuo superior a 3m/ano, chegando, mesmo, a atingir a dezena de metros nas zonas de galgamento de Belinho e de Mar. Além das mudanças morfológicas periódicas, as praias mostram uma crescente erosão caracterizada por: 1) aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na zona intertidal; 2) recuo elevado das arribas talhadas na duna frontal, principalmente nas zonas de galgamento e na extremidade N da restinga; 3) elevado défice sedimentar anual. Com base nestes indicadores pode inferir-se que este sector costeiro apresenta equilíbrio instável e evolução muito rápida, caracterizada, principalmente, pela acentuada migração das praias para o interior e galgamentos marinhos que constituem uma ameaça crescente para as populações.

Considerando a exposição aos perigos naturais, mais especificamente à erosão costeira e aos galgamentos do mar, toda esta zona costeira apresenta um grau de risco elevado, com excepção dos segmentos de Belinho e do sul de Apúlia, nos quais o risco foi considerado baixo.

Durante o período de estudo verificaram-se intervenções antrópicas desajustadas, tais como: 1) destruição do coberto vegetal; 2) impermeabilização de grandes áreas; 3) encanamento e obstrução de linhas de

água; 4) alteração das condições de drenagem superficial e subterrânea; 5) modificação das cargas sobre as dunas e abertura de taludes, em resultado da construção de habitações, infra-estruturas e a exploração intensiva dos aquíferos (abertura indiscriminada de poços) para rega dos campos agrícolas situados nas áreas adjacentes ao sistema dunar, conduzindo a um aumento da instabilidade natural do solo.

O grau de risco às cheias é elevado nas zonas situadas nos leitos de cheia das linhas de água, principalmente dos rios Cávado e Neiva. O grau de risco relativo a movimentos de vertente é também grande em áreas da plataforma alta e na arriba fóssil nas encostas com declive superior a 16%, especialmente nas áreas que apresentam acidentes estruturais.

Palavras chave: praia arenosa, praia de seixos, praia reflectiva, praia intermédia, praia dissipativa, galgamentos, balanço sedimentar, perfil de praia, declive da praia, recuo das arribas, afloramentos rochosos, vulnerabilidade, risco, chieas, movimentos de vertente.

INDICADORES GEOMORFOLÓGICOS E SEDIMENTOLÓGICOS
NA AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA EVOLUTIVA
DA ZONA COSTEIRA
**(Aplicação ao concelho de Esposende)**


## ABSTRACT

### GEOMORPHOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL INDICATORS FOR THE EVALUATION OF EVOLUTIVE TREND OF THE COASTAL ZONE (APPLICATION TO ESPOSENDE COUNTY)

The sandy beaches of the coastal zone of Esposende (NW Portugal), that extend over 15 km N-S, between the Neiva River and Apúlia, have been strongly eroded and gradually replaced by shingle beaches, which are now permanent features in the sector between Cepães and Foz do Neiva.

The coastal segment of Esposende can be considered of mixed energy and wave-dominated type, according to Davis and Hayes (1984). The local tide is mesotidal and semidiurnal, with a maximum equinoctial spring tide high-water level of 3.9 m, a minimum low-water level of 0.2 m, and a mean spring tide of 3.49 m (data from Instituto Hidrográfico da Marinha).

Concerning the wave climate, the predominant waves come from NO (79%) and are characterised by 9 s period and 2 m height. However, the presence of rocky outcrops in large areas of the nearshore and intertidal zone, north of the Cávado rivermouth, contribute to the changes of the physical wave characteristics , interfering with the refraction, diffraction and reflection of the incident waves, and decreasing the wave energy reaching the beach.

This dissertation aims to evaluate to what extent this differentiation is reflected by the evolutionary trend of this coastal zone and by the sedimentary budget involved in transport between the beach and the nearshore.

For this purpose, the coastal zone of Esposende was subdivided into six segments with different geomorphological characteristics: Foz do Neiva, Belinho-Mar, Mar- Rio de Moínhos- Cepães- Esposende, Foz do Cávado-Restinga de Ofir, Bonança –Cedobem and Apúlia.

Based on results obtained by cross-shore beach profile surveys and field observations of beach changes, four main types of morphology were observed:

1) an intermediate sandy beach, with berm, sandy beach cusps on the upper beach face and sandy bars associated to ridge-and-runnel systems; 2) a low-angle sandy beach (<0.05 or 2.9$^{o}$), narrow or absent berm, smoothed beach face and sometimes, small sandy bars associated to ridge-and-runnels systems; 3) a sand and gravel beach with a narrow berm, a beach face with a moderately steep slope, and small beach cusps of pebbles and sand; 4) a shingle beach with a steeper slope (0.13), with a shingle ridge (4-5m of height) parallel to the foredune, and cusps of pebbles and cobbles at the upper beach face.

The morphology of the beaches changes in relation to the wave climate and more particularly by: 1) the incidence of edge-waves associated with plunging breaker-waves; 2) the frequency of storms; 3) the existence of nearshore rocky outcrops; 4) the presence of groynes and breakwaters; 5) the different orientations of the beach in relation to the predominant wave action; 6) the relative proximity to the Cávado rivermouth.

Based on beach morphology, slope, and hydrodynamic characteristics, the studied beaches have been grouped into four classes: dissipative sandy, intermediate sandy, intermediate rocky-shore platform (sand and gravels), and reflective rocky-shore platform (gravels and cobbles) beaches. These differences mainly result from their morphological characteristics,. On the intermediate to dissipative sandy beaches, the morphological changes are mainly associated to the presence of swash bars, rip currents and ridge-and-runnels systems, whereas on rocky-shore platform shingle beaches the morphological changes are largely the result of adjustments of the overall beach profile to the hydrodynamic conditions.

During the period of investigation, the different beach types went all through an erosional trend, though this was much higher on the sandy beaches (-685 $m^3$/m/year) than on the shingle beaches (-81$m^3$/m/year). Cliff retreat on the shingle beaches showed lower values than on the sandy beaches. This indicates that shingle ridges induce a relative stability to the beach, protecting sandy cliffs from direct wave attack.

To identify the general sedimentary distribution pattern, grain size analysis and mineralogical composition of the sediments was established. The grain size analysis of the beach sediments showed that the sector north of the

Cávado rivermouth is composed of medium to coarse sand and gravels, while the beaches to the south are composed of only medium to coarse sand. Most of the pebbles and cobbles are represented by quartzites of different origins, from the emerged rocks as well as from submerged (shelf) outcrops. Sands consist essentially of quartz.

The type of sediments (pebbles and cobbles) from the beaches north of the Cávado rivermouth indicates that the sedimentary source results from the destruction of paleo-deposits located nearshore and below the foreshore.

Over the last ten years, this coastal sector showed a sandy cliff retreat of the foredune of 3m/year, reaching higher values (>10m) at the overwash zones of Belinho and Mar beaches. Besides the seasonal morphological changes, the beaches show an increasing erosional trend characterised by: 1) an increase of rocky outcrop areas in the intertidal zone; 2) a strong sandy cliff retreat at the backshore, mainly in the overwash zones and in the northern part of the Ofir spit; 3) a strong negative sediment budget each year. Based on these indicators, it is possible to conclude that this coastal sector shows an unstable equilibrium and a rapid evolution, mainly characterised by a strong beach migration inland and marine overwashes that are a growing threat for the populations

Considering the exposure to natural hazards, and specifically to coastal erosion and marine overwashes, this whole coastal zone shows a high degree of risk, with the exception of the Belinho segment and the segmentsouth of Apúlia, which are considered to be at low risk.

During the period of this study, some ill-devised human interventions were performed, such as: 1) destruction of the forested area; 2) waterproofing of large areas ; 3) channelling and obstruction of runoff systems 4) alteration of surface and sub-surface drainage conditions; 5) changes to the burden imposed on the dunes and opening of trenches for houses and infra-structural buildings, and intensive exploration of the aquifers (indiscriminate opening of wells) for the agricultural fields just behind the dune systems, this all leading to an increase of the soil instability.

The degree of flooding risk is high in the areas located in the floodplains, mainly of the Cávado and the Neiva rivers. The risks from slope instability

and landslides are also large in some areas of the high platform and in the fossil cliff were the slope exceeds 16%, especially in areas that contain structural accidents.

Key words: sandy beaches, shingle beaches, reflective beaches, intermediate beaches, dissipative beaches, overwashing, sedimentary budget, beach profile, beach slope, cliff retreat, rocky outcrops, vulnerability, natural hazards, risk, flooding, slope instability, landslides.

ÍNDICE

**AGRADECIMENTOS** ..... **III**
**RESUMO** ..... **IV**
**ABSTRACT** ..... **VIII**
**ÍNDICE** ..... **XII**
**ÍNDICE DAS FIGURAS** ..... **XV**
**ÍNDICE DAS TABELAS** ..... **XXII**
**I. INTRODUÇÃO** ..... **1**
**II. DINÂMICA DA ZONA COSTEIRA DO MINHO NUMA PERSPECTIVA GEOLÓGICO-HISTÓRICA (MEGA-MACRO ESCALA)** ..... **5**
1. INTRODUÇÃO ..... 5
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO – ZONA COSTEIRA ENTRE A FOZ DO NEIVA E A APÚLIA ..... 6
3. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ZONA COSTEIRA MINHOTA ..... 12
4. FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA A EVOLUÇÃO COSTEIRA ..... 17
4.1 Clima ..... 17
4.2 Nível do mar ..... 19
4.3 Neotectónica ..... 23
5. CONCLUSÃO ..... 26
**III. MIGRAÇÃO PARA O INTERIOR E EMAGRECIMENTO DAS PRAIAS ( MESO-ESCALA)** ..... **27**
1. INTRODUÇÃO ..... 27
2. FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA A MIGRAÇÃO DAS PRAIAS ..... 28
2.1. Factores naturais ..... 28
2.1.1 Balanço sedimentar ..... 28
2.1.2. Processos costeiros ..... 30
2.2. Factores antrópicos ..... 44
2.2.1 Barragens e outras intervenções nas bacias hidrográficas ..... 44
2.2.2 Destruição e/ou degradação da orla costeira ..... 45
2.2.3 Obras defensivas de engenharia costeira ..... 46

3. METODOLOGIA .....48
3.1 Morfologia da praia.....48
3.2 Análise de cartas topo-hidrográficas.....49
3.3 Levantamentos topo-hidrográficos .....49
3.4 Índice de vulnerabilidade.....50
3.5 Parâmetros hidrodinâmicos.....51
3.6 Parâmetros morfodinâmicos das praias .....51
3.7 Amostragem de sedimentos .....53
4. ÁREA DE ESTUDO.....54
5. MORFODINÂMICA DAS PRAIAS.....55
5.1 Foz do Neiva .....58
5.2 Belinho-Mar.....65
5.2.1 Praia da Barca (*Carruagem*) .....66
5.2.2 Rêgos de Baixo (*zona da duna grande*).....68
5.2.3 Praia de Belinho (*zona do passadiço*).....75
5.2.4 Praia em concha Belinho - Mar .....79
5.3 Mar - Rio de Moinhos - Cepães - Esposende .....85
5.3.1 Mar - Rio de Moínhos.....86
5.3.2 Praia de Mar.....86
5.3.3 Praia de Rio de Moínhos.....90
5.3.4 Praia de Cepães.....100
5.3.5 Praia Suave Mar (Esposende) .....107
5.4 Foz do rio Cávado e restinga de Ofir.....113
5.4.1 Foz do Cávado .....115
5.4.2. Restinga de Ofir .....123
5.5 Segmento Bonança - Cedo Bem .....154
5.5.1 Subsegmento Bonança- Pedrinhas (Esporão) .....155
5.5.2 Sub-segmento Pedrinhas - Cedo Bem.....161
5.6 Praia da Apúlia.....165
6. DISCUSSÃO .....171
7. CONCLUSÃO .....198
**IV. OCUPAÇÃO E VULNERABILIDADE A RISCOS COSTEIROS E OUTROS (MESO E MICRO-ESCALA) .....201**
1. INTRODUÇÃO .....201

2. NOÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO .....202
2.1. Aspectos gerais da avaliação e prevenção de riscos geológicos .....203
2.1.1. Processos naturais .....204
2.1.2 Processos antrópicos .....207
3. METODOLOGIA .....209
4. CARTOGRAFIA DE VULNERABILIDADES E DE RISCOS .....212
5. DISCUSSÃO .....217
6. CONCLUSÃO .....226
**V. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....229**
**BIBLIOGRAFIA .....234**
**ANEXOS 1 .....243**
**ANEXOS 2 .....259**

## ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo. .....9
Figura 2. Carta geomorfológica de Esposende (Carvalho *et al*., 2006). .....10
Figura 3. Carta hipsométrica. Podem distinguir-se as principais ravinas e respectivas linhas de água. De norte para sul, a ravina de Belinho (1), a ravina de Mar (2), a ravina da Abelheira (3) e a ravina da Gatanheira (4); (e)- ribeiro de Pregais; (d)- ribeiro de Soleimas; (c)- ribeiro do Peralto; (b)- ribeiro da Reguenga; (a)- ribeiro de Rodilhões.....11
Figura 4. Fenómenos envolvidos nas variações, a longo prazo, do nível do mar (adaptado de Paskoff, 1985) .....20
Figura 5. Praia de Mar, 2004. Afloramentos de xisto expostos recentemente após erosão acentuada da praia. Em cima, salina rectangular escavada na superfície dos afloramentos; em baixo, vestígios de um antigo nível de ocupação de ouriços do mar na superfície dos afloramentos existentes na praia.....24
Figura 6. Distribuição dos escalões de alturas significativas da onda .....33
Figura 7. Distribuição dos escalões de períodos significativos da onda. .....34
Figura 8 a. Variação dos valores médios da altura significativa ($H_s$), do período ($T_s$) e da declividade das ondas ($H_s$ / $L_0$) durante o período de estudo (2001 a 2004).....35
Figura 9. Variação dos valores da declividade das ondas ($H_s$ / $L_0$) durante o período de estudo (2001 a 2004).....35
Figura 10. Frequência e velocidade média do vento na região de Viana do Castelo (dados do Instituto de Meteorologia, 2004). .....43
Figura 11. Esporão das Pedrinhas, Apúlia (2003). Na figura pode ver-se o elevado grau de degradação da raíz do esporão o que permite, em marés vivas, que o mar passe por trás, diminuindo a sua eficácia na retenção das areias transportadas pela corrente de deriva N-S e/ou pelo vento de noroeste (nortadas). (1- blocos do esporão dispersos na praia pela ondulação no inverno de 2002).....47
Figura 12. Terminologia usada para o perfil de praia. .....55
Figura 13. Em cima, fotografia da praia arenosa (Rêgos de Baixo) do segmento de Belinho, em 1994/1995. Em baixo, a mesma praia, em 1999. (1-berma da praia; 2- cúspides).....56
Figura 14. Localização dos perfis. .....60
Figura 15. Morfologia da zona intertidal na praia arenosa da Foz do Neiva (1994). .....61
Figura 16. Morfologia da zona intertidal na praia da Foz do Neiva (2004). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH). a - crista de seixos.....61
Figura 17. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia (zona setentrional da praia da Foz do Neiva). A figura mostra as variações sazonais da berma da praia e crista da berma. A acumulação de seixos na crista da berma contribuiu para um aumento da sua altura.....62
Figura 18. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia (zona meridional da praia da Foz do Neiva). A figura mostra as variações sazonais da berma da praia e crista da berma. A acumulação de seixos na crista da berma contribuiu para um aumento da sua altura.....62

Figura 19. Diferenças da altura da praia na Foz do Neiva entre Junho de 1994 e Junho de 2004. .....64
Figura 20. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia da Barca (*Carruagem*). A figura mostra as variações anuais e sazonais da berma da praia e da face da praia. .....67
Figura 21. Diferenças da altura da praia da *Carruagem* ocorridas entre 1994 e 2004. A linha a tracejado indica o local do perfil assinalado na figura 20. As setas delimitam a zona de galgamento. .....68
Figura 22. Evolução da praia arenosa de Rêgos de Baixo (zona da *duna grande*) .....69
Figura 23. Morfologia da zona intertidal da praia de Belinho (zona da *duna grande*). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar .....71
Figura 24. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Rêgos de .....72
Figura 25. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Rêgos de Baixo (limite sul do galgamento). .....72
Figura 26. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Rêgos de Baixo (perfil mais meridional). A figura mostra as variações anuais e sazonais da berma da praia e da face da praia. .....73
Figura 27. Diferenças da altura da praia de Rêgos de Baixo ocorridas entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível dos 0m (a branco) delimita as zonas de acumulação. (Perfil 1- zona da *duna grande*; Perfil 2- limite sul do galgamento; Perfil 3- perfil mais meridional). .....74
Figura 28. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Belinho (zona do passadiço). Entre 1994 e 2004, a altura da praia, relativamente ao nível médio do mar (2m ZH), diminuiu 1.5m. .....76
Figura 29. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Belinho (perfil mais meridional). Entre 1994 e 2004, a área dos afloramentos rochosos estendeu-se 40m para leste. .....76
Figura 30. Morfologia da zona intertidal da praia de Belinho (zona do passadiço). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH). .....78
Figura 31. Variação da altura da zona intertidal na praia de Belinho (zona do passadiço), entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia. .....79
Figura 32. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia em concha de Belinho-Mar (perfil setentrional). Entre 1994 e 2004, a área de exposição dos afloramentos aumentou 20m para leste. .....80
Figura 33. Morfologia da zona intertidal da praia em concha de Mar-Belinho. A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH). A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (6m). .....81
Figura 34. Variação da altura da zona intertidal na praia em concha de Mar-Belinho, entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita pequenas áreas de acumulação de seixos na berma da praia. .....83
Figura 35. Praia de Mar, Junho de 2003. A norte da zona do galgamento (assinalada pela seta) observam-se os sacos, com areia e seixos, colocados na base da arriba (em Fevereiro de 2003) e um pequeno enrocamento, feito com blocos de granito .....87

Figura 36. Evolução da praia de Mar entre 1999 e 2004. .....88
Figura 37. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Mar. .....89
Figura 38. Morfologia da praia de Mar. A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m). .....91
Figura 39. Variação da altura da zona intertidal na praia de Mar, entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia. .....92
Figura 40. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia Rio de Moínhos-Mar. .....94
Figura 41. Praia Rio de Moínhos-Mar, 2004/2005. Em cima, situação de verão (Junho); no meio e em baixo, situação de inverno (Fevereiro e Março, respectivamente). Na zona do passadiço podem observar-se marcas do espraio das ondas e da erosão da praia. A seta indica a zona onde ocorreu a ruptura do cordão dunar, resultante do galgamento do mar (Março de 2005). .....95
Figura 42. Morfologia da praia de Rio de Moínhos-Mar. A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m). .....96
Figura 43. Variação da altura da zona intertidal na praia de Rio de Moínhos-Mar, entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia. .....97
Figura 44. Praia de rio de Moínhos (Fevereiro de 2005). As setas assinalam alguns dos troncos de árvores encontrados. .....100
Figura 45. Morfologia da praia de Cepães. A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m). .....102
Figura 46. Variação da altura da zona intertidal na praia de Cepães entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia. .....103
Figura 47. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Cepães (perfil Redonda). A linha vertical, a tracejado, representa o rebaixamento da face da praia entre 1994 e 2004. .....103
Figura 48. Morfologia da zona intertidal na praia de Cepães (zona do galgamento do Peralto). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A preto está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m). (No bloco-diagrama superior, a seta a azul indica a direcção da foz do ribeiro) .....105
Figura 49. Variação da altura da zona intertidal na praia de Cepães (zona do galgamento) entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia. .....106
Figura 50. Evolução morfológica ao longo do perfil na praia Suave Mar....108
Figura 51. Evolução morfológica ao longo do perfil na praia Suave Mar (norte do quebramar). 1- zona do colapso parcial (afundamento) do quebramar. .....108

Figura 52. Morfologia da zona intertidal na praia Suave Mar (Esposende). . 110
Figura 53. Variação da altura da zona intertidal na praia Suave Mar (Esposende),.....111
Figura 54. Vista parcial da praia Suave Mar (praia do *Miquelino*), Dezembro de 2004.....112
Figura 55. Evolução da foz do Cávado (1996, 1998 e 2001, imagens adaptadas do INAG; 2002, imagem adaptada do *Digital Google Earth*).....116
Figura 56. Evolução do delta de vazante entre Fevereiro e Julho de 2003....118
Figura 57. Evolução do banco do delta de maré enchente a sul do quebramar entre Fevereiro e Março de 2002. .....119
Figura 58. Perfil representativo do prisma de maré entre 1991 e 2004. .....122
Figura 59. Restinga de Ofir, 2003.....124
Figura 60. Morfologia da extremidade N da restinga de Ofir.....125
Figura 61. Morfologia da extremidade N da restinga de Ofir.....126
Figura 62. Morfologia da extremidade N da restinga de Ofir.....127
Figura 63. Carta da extremidade da restinga da foz do Cávado entre 2002 e 2004.....128
Figura 64. Evolução morfológica ao longo do perfil longitudinal (N-S) da extremidade N da restinga de Ofir (as setas indicam a posição da crista da duna em Março de 2002 e Dezembro de 2004). .....130
Figura 65. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal BB' da zona intermédia da extremidade N da restinga de Ofir. .....130
Figura 66. Variação da altura da extremidade N da restinga entre Dezembro de 2001 e Dezembro de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zonas de acumulação (as setas a negro indicam as zonas de maior vulnerabilidade à acção das ondas).....131
Figura 67. Tendência evolutiva do volume sedimentar e da área dos bancos emersos da foz do Cávado. .....132
Figura 68. Foz do Rio Cávado, Esposende (Junho de 2004). .....134
Figura 69. Foz do Rio Cávado. 1 - canal principal orientado segundo E-ONO; 2 - canal secundário orientado segundo NE-SO; 3 - banco de maré vazante com o eixo maior orientado E-O; 4 - banco de maré enchente junto do quebramar; 5 - banco de maré vazante com eixo maior orientado NE –SO. .....134
Figura 70. Evolução morfológica ao longo dos perfis transversais na restinga de Ofir. A Figura mostra as variações anuais e sazonais da berma da praia e da face da praia. (1- limite da duna frontal–crista da arriba; 2- base da arriba; 3- crista da berma; 4- face da praia) .....136
Figura 71. Evolução morfológica ao longo dos perfis transversais na restinga de Ofir. A figura mostra as variações anuais e sazonais da berma da praia e da face da praia. (1- limite da duna frontal; 2- crista da berma) .....137
Figura 72. Morfologia da praia situada entre Er1 e Er4. A azul tracejado está representada a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A curva de nível a cheio representa o limite inferior da berma da praia (+5m). 1- bancos de maré; 2- regueiras e canais de correntes de retorno. .....138
Figura 73. Variação da altura da praia, entre Setembro de 2001 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zonas de acumulação. . 141
Figura 74. Tendência evolutiva do volume sedimentar da praia da restinga de Ofir, entre 2001 e 2004. .....142

Figura 75. Morfologia da praia situada entre o esporão curvo e Er1. A azul está representada a curva de nível referente ao nível médio do mar. ...145
Figura 76. Variação da altura da praia entre Junho de 2002 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zona de acumulação. Na figura podem observar-se dois bancos principais orientados segundo NE-SO, com o eixo maior (com 200 e de 100m) paralelo à praia, separados por canais de correntes de retorno (setas a branco).....146
Figura 77. Posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) na praia da restinga de Ofir, a norte do esporão curvo, entre 2001 e 2004. A migração da curva de nível referente ao nível médio do mar foi considerada, relativamente à sua posição em Setembro de 2001, como posição zero. As áreas a cinzento representam as zonas de maior recuo entre Junho de 2003 e Junho de 2004. .....147
Figura 78 . Restinga de Ofir (Agosto 2002). Sector a norte do esporão curvo. As setas (I) indicam a provável circulação sedimentar, durante o período de estudo. (A- zona de acumulação; B-zona de erosão; C- zona de acumulação). .....148
Figura 79. Praia de Ofir (Junho de 2003). Na fotografia pode ver-se o muro de protecção da casa parcialmente destruído durante os períodos de maior agitação marítima. .....149
Figura 80. Evolução morfológica ao longo dos perfis transversais na praia de Ofir. .....150
Figura 81. Posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) entre 2002 e 2004, na praia de Ofir. As áreas a cinzento representam as zonas de maior recuo da curva de nível referente ao nível médio do mar entre Junho de 2003 e Junho de 2004. .....152
Figura 82. Variação da altura da praia entre Maio de 2002 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zonas de acumulação. Na figura pode observar-se uma zona de maior acumulação entre o perfil *Casa* e o esporão curvo. .....154
Figura 83. Evolução morfológica ao longo dos perfis transversais na praia de Ofir-Pedrinhas. A Figura mostra as variações anuais da berma da praia e da face da praia. (MSL- nível médio do mar = +2m ZH ) .....156
Figura 84. Posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) entre 2002 e 2004, no sub-segmento Ofir-Pedrinhas. .....157
Figura 85. Morfologia da zona intertidal da praia do sub-segmento Ofir-Pedrinhas. .....159
Figura 86. Variação da altura da praia entre Maio de 2002 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zona de acumulação. .....160
Figura 87. Morfologia da zona intertidal da praia do sub-segmento Pedrinhas - Cedobem. .....162
Figura 88. Variação da altura da praia entre Maio de 2002 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zona de acumulação. .....163
Figura 89. Posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH) entre 2002 e 2004, no sub-segmento Pedrinhas-Cedo Bem. A curva de nível referente ao nível médio do mar migrou para oeste.....164
Figura 90. Localização dos perfis na praia de Apúlia (foto adaptada do INAG, 1996). .....166
Figura 91. Morfologia da zona intertidal da praia de Apúlia.....168

Figura 92. Variação da altura da praia da Apúlia entre Junho de 2003 e Novembro de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zona de acumulação. .....169
Figura 93. Praia de Apúlia (2003). A raíz do esporão encontra-se bastante degradada. .....170
Figura 94. Declive da praia de Apúlia em Novembro de 2004. .....170
Figura 95. Variação do balanço sedimentar anual nas praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004 (* 2003/2004; ** 2002/2004); a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha; d- zona de galgamento. .....173
Figura 96. À esquerda, praia arenosa de Mar (INAG, 1996); à direita, a mesma praia em 2001. O circulo assinala a casa representada na fotografia da direita; .....174
Figura 97. Variação sazonal do balanço sedimentar nas praias da zona costeira de Esposende (o rectângulo representa as praias de seixos); a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha. .....178
Figura 98. Assoreamento da Foz do Cavado. .....180
Figura 99. Esquema representativo da circulação das correntes de maré enchente (setas a vermelho) e de maré vazante (setas a preto) na foz do Cávado. As linhas a tracejado negro delimitam a área do galgamento na extremidade da restinga em Novembro de 2005. A linha a tracejado azul indica a posição do actual canal principal (Setembro de 2006). A área a cinzento indica a existência de afloramentos de xisto e os alicerces do antigo cais do *Bilhano*.....181
Figura 100. Praia da Bonança (Ofir). Perfil de praia característico de inverno. A praia apresenta um baixo declive e uma face da praia ligeiramente côncava com uma arriba talhada na parte superior (seta). .....187
Figura 101. Divisão das praias da zona costeira de Esposende em diferentes tipos, com base nos parâmetros morfodinâmicos (Wright *et al*., 1985). (I- praia dissipativa; II- praia intermédia a dissipativa; III- praia intermédia; IV- praia reflectiva; $\Omega = H_b / Ws \times T$ ). .....189
Figura 102. Variação dos valores médios do factor de similaridade e do declive nas praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004; a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha; d- zona de galgamento. .....189
Figura 103. Variação dos valores do índice de vulnerabilidade nas praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004; a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha; d- zona de galgamento. .....191
Figura 104. Zona do galgamento, na Ramalha, Praia de Apúlia. A acumulação de areia na praia, ocorrida de 2003 a 2005, evidenciada pelo preenchimento da paliçada, contribuíu para diminuir a vulnerabilidade da praia ao risco dos galgamentos. .....191
Figura 105. Correlação entre o balanço sedimentar negativo e o índice de vulnerabilidade nas praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004.....192
Figura 106. Diâmetro médio dos sedimentos e do declive das praias da zona costeira .....193
Figura 107. Tipos de praia do litoral de Esposende.....197
Figura 108. Praia Rio de Moínhos (Novembro 2005). Em cima, o aumento da escorrência contribuiu para a acumulação da água da chuva nas zonas

baixas adjacentes à praia, ao lado do passadiço. A falta de drenagem do ribeiro do Peralto, associada à acção das ondas, contribuiu para a ruptura e erosão da duna frontal, originando uma zona de galgamento com 70m de largura (N-S). .....208
Figura 109. Praia de Mar (2004). Em cima, frente sul da urbanização; em baixo, frente norte da mesma. Aqui pode observar-se a destruição parcial do recinto frontal à praia .....210
Figura 110. Carta de declives. As áreas correspondentes a classes de declive elevado a muito elevado localizam-se nas vertentes das ravinas e da arriba fóssil.....215
Figura 111. Carta hidrográfica do concelho de Esposende.....216
Figura 112. Marginal de Fão inundada durante o inverno de 2000/2001.....218
Figura 113. Barca do Lago (cheia do rio Cávado durante o inverno de 2000/2001). Inundação da zona do leito de cheia.....218
Figura 114. Extremidade N da restinga de Ofir. Em cima, situação em 2004; .....220
Figura 115. Movimento de terra de tipo rotacional na vertente do IC1, em Palmeira de Faro (Fevereiro de 2001). Em cima, na escarpa principal, observa-se a ruptura do dreno e fendas de tracção no solo. Em baixo, na escarpa secundária observam-se duas superfícies de ruptura do desprendimento activo e a acumulação de detritos na berma da estrada. .....222
Figura 116. Movimento translacional superficial na vertente marginal da estrada Susão - Palmeira de Faro (Dezembro de 2005). A vertente apresenta um declive superior a 25%.....223
Figura 117. Rochas (micaxistos) da vertente marginal da estrada Susão-Palmeira de Faro (Dezembro de 2005). A cor avermelhada e a fracturação indiciam o elevado grau de alteração da rocha. .....223
Figura 118. Moradia encravada na encosta do monte do Faro (Junho de 2004). .....224
Figura 119. Moradias nas vertentes da ravina da Abelheira (2005). .....225
Figura 120. Urbanização na base do talude da estrada Susão - Palmeira de Faro (Dezembro de 2005). A vertente apresenta um declive superior a 25%. O piso da estrada e o muro-guia apresentam-se bastante desnivelados.....225
Figura 121. Carta de zonas de risco do Concelho de Esposende.....232

## ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1. Escalão de alturas significativas da onda mais frequentes (%) registadas entre 2001e 2004. ....32
Tabela 2. Escalão dos períodos da onda mais frequentes (%) registados entre 2001e 2004 ....32
Tabela 3. Frequência (%) e velocidade média V (km/h) do vento, na estação meteorológica de Viana do Castelo, entre 1961e1990 (dados do IM, 2004). ....43
Tabela 4. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia da Foz do Neiva. ....63
Tabela 5. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia da Barca. ....67
Tabela 6. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Rêgos de Baixo (zona da *duna grande*). ....73
Tabela 7. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Belinho (zona do passadiço). ....75
Tabela 8. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia em concha de Mar-Belinho. ....82
Tabela 9. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Rio de Moínhos-Mar. ....98
Tabela 10. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Cepães. ....104
Tabela 11. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Suave Mar (Esposende). ....112
Tabela 12. Volumes sedimentares do banco de maré enchente a sul do quebramar ....117
Tabela 13. Variação dos parâmetros relativos ao banco de maré. ....120
Tabela 14. Valores do prisma de maré e da área da secção mínima. ....121
Tabela 15. Variações do volume e da área na extremidade norte da restinga de Ofir. ....131
Tabela 16. Distribuição do volume sedimentar ($m^3/m$) pelas diferentes zonas da praia (Dez 02 e Jun04). ....139
Tabela 17. Variação da largura da berma da praia (m). ....142
Tabela 18. Variação do declive médio da praia (m). ....142
Tabela 19. Variação do volume sedimentar médio da praia ($m^3/m$). ....142
Tabela 20. Variações da largura da berma, do declive e do volume sedimentar da praia. ....144
Tabela 21. Variação do volume sedimentar da praia situada entre o esporão curvo e o perfil Er4. ....148
Tabela 22. Parâmetros da praia de Ofir ....151
Tabela 23. Variação do volume sedimentar e do declive da praia de Ofir. ....153
Tabela 24. Variação do volume sedimentar e do declive no sub-segmento Ofir-Pedrinhas. ....158
Tabela 25. Variação do volume sedimentar e do declive na praia a sul do esporão das Pedrinhas. ....161
Tabela 26. Variação do volume sedimentar e do declive na praia de Apúlia. ....167
Tabela 27. Divisão das praias da zona costeira de Esposende em função dos seus tipos morfodinâmicos e risco relativo a tempestades. ....196

# I. INTRODUÇÃO

Na zona costeira de Esposende assiste-se a um fenómeno particular. Além do recuo das praias e da destruição do cordão dunar, as praias arenosas têm sido gradualmente substituídas por praias de seixos cuja permanência é, agora, constante no segmento costeiro a norte do Cávado. Assim, algumas interrogações surgem:

- Porque aparece tão grande volume de seixos nas praias entre os rios Cávado e Neiva?
- Haverá ou não uma relação directa entre o "emagrecimento" das praias (perda de sedimentos arenosos) e o aparecimento de grande volume de seixos?
- Como explicar o aparecimento dos seixos tanto em praias protegidas pelos afloramentos rochosos como em praias mais abertas?
- Onde se situam as actuais fontes sedimentares das praias (areias e seixos) e qual a sua origem?
- Qual a tendência evolutiva das praias desta faixa costeira?

No seguimento dos trabalhos desenvolvidos, durante o Mestrado em Ciências do Ambiente, sobre esta zona costeira, senti necessidade de confirmar se a tendência erosiva em Esposende era uma situação pontual ou a consequência dos factores actuantes a uma mega e/ou micro escala e dos processos morfodinâmicos que actuam sobre a faixa costeira, agravados pela elevada pressão antrópica exercida sobre as zonas litorais. Os geoindicadores identificados na zona costeira de Esposende revelam a existência, durante o Plistocénico-Holocénico, de sucessivos ambientes de diferente génese, controlados por variações do nível do mar e do clima e pela actuação de movimentos ligados à neotectónica. Neste contexto, pretende-se adquirir um conhecimento mais aprofundado e científico da dinâmica actual e do passado, para tentar encontrar as explicações possíveis para aqueles factos.

Para uma melhor compreensão da morfodinâmica actual é necessário entender que esta se insere num conjunto mais alargado de mudanças verificadas, à escala global, nas zonas costeiras e iniciadas no passado.

Assim, num primeiro capítulo, pretendeu-se conhecer em que medida os factores e processos ocorridos no passado permitem encontrar algumas respostas para a actual dinâmica na zona costeira.

No segundo capítulo faz-se uma abordagem ao contributo dos factores, de origem natural e antrópica, que actuam, a uma meso-escala, no processo de migração das praias. Pretendeu-se, também, quantificar, na medida do possível, a magnitude dos volumes sedimentares envolvidos nas transferências entre a pré-praia e a praia, e o recuo das arribas talhadas na duna frontal.

Considerando que a evolução da zona costeira é um fenómeno contínuo no tempo, usando diferentes metodologias, acompanharam-se as mudanças morfodinâmicas e sedimentares ocorridas na orla costeira do concelho durante os últimos anos.

Apesar dos ambientes costeiros estarem sujeitos a factores semelhantes (altura da onda, rumo da ondulação, direcção dominante da deriva litoral, batimetria e rumo do vento) nos vários sectores, a orientação da *linha de costa* da zona de estudo apresenta variações que influenciam as características geomorfológicas e dinâmicas daqueles.

A orla costeira estudada apresenta grande diversidade morfológica e sedimentar, apesar da sua extensão relativamente pequena (15kms) entre a Foz do Neiva e a Apúlia. Nela foram considerados seis segmentos costeiros, os quais apresentam características morfológicas e dinâmicas distintas: Foz do Neiva (sector mais a N), Belinho-Mar, Rio de Moinhos-Cepães-Esposende, Foz do rio Cávado-Restinga de Ofir, Bonança-Cedobem e Praia da Apúlia.

A ocorrência de diferentes taxas de recuo, balanços sedimentares e morfologias ao longo desta zona costeira indica a complexidade dos processos costeiros envolvidos. Os valores elevados dos recuos das arribas talhadas na duna frontal e as perdas sedimentares das praias emersas têm colocado em perigo as explorações agrícolas na sua retaguarda, algumas povoações ribeirinhas e prédios urbanos construídos na duna frontal.

Um certo desconhecimento das mudanças morfodinâmicas das praias destes segmentos, tais como as relativas à profundidade da água na pré-praia, tipo de rebentação das ondas, correntes na zona de ressaca (intensidade e mobilidade das *rip currents*) e aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na zona intertidal, tem induzido a uma crescente falta de segurança

para os utentes das praias. É fundamental uma monitorização contínua ao longo da orla costeira para conhecer as mudanças e as suas razões e os impactes e, posteriormente, informar as entidades responsáveis pela gestão da zona costeira e proceder à divulgação pública local dos aspectos relativos a segurança e conservação.

Com o fim de prevenir, ou ajudar a solucionar, os problemas decorrentes da erosão das praias e do assoreamento da foz do Cávado, e fazer uma melhor gestão dos recursos costeiros, é importante compreender o comportamento morfodinâmico da orla costeira.

A compreensão dos processos actuais (mudanças climáticas, subida do nível do mar) e das suas tendências futuras e o conhecimento das taxas de recuo da *linha de costa* são fundamentais para o estabelecimento de estratégias de mitigação de riscos e para uma correcta gestão da faixa costeira e zonas adjacentes, assim como para melhorar os níveis de segurança na utilização dos recursos da zona costeira.

Com base na morfodinâmica da praia, presença ou ausência de dunas e urbanizações nas praias, definiram-se diferentes níveis de risco para cada um dos segmentos costeiros face à ocorrência de tempestades. A aproximação adoptada será baseada no facto empírico de que uma praia com declive elevado (reflectiva), com um sistema de dunas bem desenvolvido e ausência de construções sobre as dunas, não sofrerá danos significativos durante os períodos de tempestade.

Nos segmentos costeiros com, ou onde se pretenda implantar, estruturas de engenharia de defesa torna-se particularmente importante dispor desse conhecimento, uma vez que são zonas sujeitas a rápidas mudanças envolvendo áreas adjacentes, para as quais é fundamental oferecer estratégias alternativas de defesa.

No terceiro capítulo faz-se uma abordagem da ocupação e vulnerabilidade a riscos costeiros e outros (a meso e micro-escala) da zona costeira de Esposende, através do desenvolvimento de uma metodologia para elaborar uma cartografia de vulnerabilidade e risco.

Esta dissertação pretende ser um contributo para isso, através da caracterização da morfodinâmica das diferentes praias, da identificação das

zonas de risco costeiro e outros (riscos associados a cheias e movimentos de vertente) e do estabelecimento dos níveis de segurança das praias.

Através da apresentação de vários casos que poderão conduzir a situações de risco, tentou fazer-se uma reflexão sobre a necessidade de incluir, de forma sistemática, a análise de riscos naturais nos Planos de Ordenamento do Território e, mais especificamente, nos Planos Directores Municipais.

# II. DINÂMICA DA ZONA COSTEIRA DO MINHO NUMA PERSPECTIVA GEOLÓGICO-HISTÓRICA (MEGA-MACRO ESCALA)

## 1. INTRODUÇÃO

*O Passado é a chave do Futuro* (Lyell, 1830-33).

A compreensão dos processos dinâmicos, a que a zona costeira está sujeita actualmente, só ficará completa com uma referência à sua evolução no tempo. Neste contexto, a colaboração entre investigadores de diferentes domínios científicos (como, por exemplo, geologia, história, arqueologia, entre muitos outros) é imprescindível. Com efeito, apresentando e analisando as fontes históricas, os historiadores fornecem dados fundamentais para a compreensão das mudanças ocorridas na zona costeira, extremamente útil na elaboração de modelos conceptuais evolutivos e na previsão de cenários futuros.

Entre outros, Almeida (1979), Felgueiras (1998), por um lado, e Carvalho (1981), Granja e Carvalho (1989) e Granja (1999), por outro, dão importantes contributos para a compreensão da dinâmica e mudanças ocorridas na zona costeira de Esposende, nas vertentes histórico-arqueológica e geomorfológica-estratigráfica, respectivamente.

Os geoindicadores identificados na zona costeira de Esposende revelam a existência, durante o Plistocénico-Holocénico, de sucessivos ambientes de diferente génese, controlados por variações do nível do mar e do clima e pela actuação de movimentos ligados a neotectónica (Granja e Carvalho 1989, Granja, 1999).

A mudança climática global registada no século XX, e intensificada nas últimas décadas, constitui uma ameaça para o Homem e a natureza, particularmente nas zonas costeiras, na medida em que o nível médio do mar e a frequência de condições metereológicas extremas (mais tempestades e inundações nos países do Norte e períodos de seca e incêndios florestais nos países do Sul) têm aumentado (SIAM, 2002 e EEA, 2006).

Estas mudanças climáticas, à semelhança do que aconteceu no passado (como no Plistocénico-Holocénico), têm causas naturais (por exemplo, variações lentas na luminosidade do Sol ou nos parâmetros que definem a órbita da Terra em torno do Sol), embora a sua intensidade possa ser agravada pela intervenção antrópica, principalmente através do aumento da percentagem de alguns gases da atmosfera, como o $CO_2$, $NO_2$ e o $CH_4$ (poluição atmosférica).

Uma eficaz colaboração entre investigadores de História e das Ciências da Terra conduzirá a um enriquecimento do conhecimento sobre as causas e os efeitos das mudanças na zona costeira. Nesta dissertação procurar-se-á mostrar o interesse da convergência de diferentes áreas científicas, com recurso a uma linguagem clara e objectiva, de molde a construir um texto acessível a não especialistas e que permita retirar da complexidade do problema da evolução actual da zona costeira algumas ideias-chave úteis para a minimização dos impactes resultantes da tendência evolutiva actual.

## 2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO – ZONA COSTEIRA ENTRE A FOZ DO NEIVA E A APÚLIA

O litoral minhoto (costa Noroeste de Portugal) faz parte do sector compreendido entre o rio Minho e o canhão submarino da Nazaré, com características fisiográficas, geológicas, oceanográficas, climáticas e hidrogáficas próprias (Dias, 1987).

A área de estudo (Figura 1) abrange cerca de 96km$^2$ e situa-se entre o rio Neiva (latitude 41º e 36'N) e a Apúlia (latitude 41º e 30'N), inserido-se nos terrenos baixos e litorais da Orla Mesocenozóica Ocidental e nos maciços graníticos da zona Centro-Ibérica.

Do ponto de vista litológico, distinguem-se as formações paleozóicas, os granitos e as formações quaternárias. No Paleozóico identificam-se duas unidades principais: a Formação Ardosífera de Esposende e a Formação da Barca do Lago (Carta geológica 1:50 000, Teixeira *et al*., 1965,1969; em Sousa, 1989). Nos granitos, há a considerar o maciço granítico de Faro e o de Vila Cova-Gemeses.

No Quaternário, há a considerar as seguintes unidades (Granja, 1990; Soares de Carvalho *et al*, 2006):

Holocénico:

- Dunas parabólicas (Pequena Idade do Gelo)

- Formação da Aguçadoura (360±40 - 4470±50 anos BP)

Plistocénico:

- Formação areno-limosa (equivalente ao *areno-pelítico* das cartas geológicas na escala 1:50 000 e aos *coluviões* de Meireles e Texier, 2000) (Plistocénico final);

- Formação de Cepães (26 283±3 212 – 58 100±5 800 anos, OSL);

-Conglomerado de Pinhote + Conglomerado do Outeiro + Areias da Gatanheira (Góios) (92-117 k anos, OSL; Romani, comunicação oral);

- Formação de Antas (117 513±26 367 anos, OSL);

A Formação Ardosífera de Esposende apresenta uma estrutura em anticlinal, cujo contacto com o maciço granítico de Faro originou uma orla metamórfica de corneanas e xistos mosqueados (Ferreira, 1972). As rochas da Formação Ardosífera de Esposende afloram a diferentes cotas, com os valores mais elevados (>100m) no flanco leste do maciço granítico de Faro. Aquela formação apresenta grande heterogeneidade, nela predominando as seguintes rochas: xistos ardosíferos quartzosos, micaxistos, quartzítos com lentículas de hematite e filitos.

A estrutura geológica, a acentuada meteorização das rochas, o cisalhamento e, principalmente, a existência de diaclases e de falhas evidenciam um importante tectonismo.

As formações Plistocénicas-Holocénicas, que se encontram sobre o substrato paleozóico, são representadas na Carta Geológica de Portugal (folha 5C – Barcelos) como *depósitos de praias antigas e terraços fluviais* (Teixeira *et al.*, 1969). Aquelas formações são sobrepostas pelas dunas da Pequena Idade do Gelo (Granja, 1990).

Os solos dominantes são de origem granítica e afim, penetrados por manchas de xistos ardosíferos. Com base na Carta de Solos de Portugal (Cardoso *et al.*, 1973), a caracterização lito-pedológica destaca solos *Bh1,2* (cambissolos húmicos - rochas eruptivas) e *Bh3,4,6* (cambissolos húmicos de xistos).

A hidrografia assenta em bacias hidrográficas múltiplas, pequenas a médias, de baixa altitude média e rede hidrográfica densa e frequente, tendo expressão particular as bacias hidrográficas do Cávado e do Neiva.

A orientação das vertentes destaca as encostas viradas a O/SO e S/SO, as quais se apresentam cobertas por coluviões quaternários.

O relevo mostra uma pene-planície, vale/encosta e planalto (maciço granítico de Faro), abrangendo altitudes que vão desde a cota 3m até à cota 280m. O maciço granítico de Faro condiciona parcialmente a ocupação e a utilização do solo.

Na área de estudo (Figura 2), distinguem-se as seguintes unidades (Granja, 1990): 1) arriba fóssil mais antiga, 2) plataforma alta, 3) arriba fóssil mais recente, 4) plataforma baixa constituída por duas sub-unidades (1 e 2) com características diferentes, 5) dunas mais antigas, 6) praias e dunas actuais.

A norte do Cávado, e de oeste para leste, a superfície topográfica apresenta uma faixa aplanada com uma largura decrescente para norte e com uma altura média que varia entre as cotas de 10 e 30m (plataforma baixa). Paralelamente a esta, e entre as cotas de 30 a 60m, segue-se uma estreita faixa (plataforma alta) que se estende até à base da encosta (arriba fóssil mais antiga) do maciço granítico de Faro. Este acidente topográfico atinge uma altura máxima de cerca de 280m no Alto da Maceira (planalto de Vila Chã) e apresenta várias ravinas e vales de falha que intersectam a arriba fóssil e a plataforma alta. Esta arriba fóssil, talhada nas escarpas de falha do granito, possivelmente trabalhada pelo mar durante o Quaternário (Granja, 1990), apresenta uma altitude média de cerca de 180m. Nela se destacam alguns acidentes importantes como as ravinas das Antas, da Snr.ª da Guia e de Belinho, de S. Bartolomeu do Mar, da Abelheira e da Gatanheira (Figura 3), nas quais estão encaixados pequenos cursos de água que vão desaguar nas praias em fozes divagantes (ribeiro do Peralta) e nos rios Cávado (ribeiros da Reguenga e de Rodilhões) e Neiva (ribeiros de Soleimas e de Pregais). Os depósitos de vertente, de espessura variável, são formados por sedimentos heterométricos provenientes das rochas graníticas e metamórficas. Estes depósitos de vertente formam *glacis* sobre a plataforma alta, como os das Antas, do Outeiro e de Belinho (Granja, 1990).

Para sul do Cávado e até à Apúlia, a morfologia é bastante plana. A plataforma baixa tem neste sector uma largura variável (mas superior à do sector a norte do Cávado), ocupando quase toda a zona costeira. A sua altura média varia entre as cotas de 10 e 30m, com os valores mais baixos nas zonas mais próximas do mar.

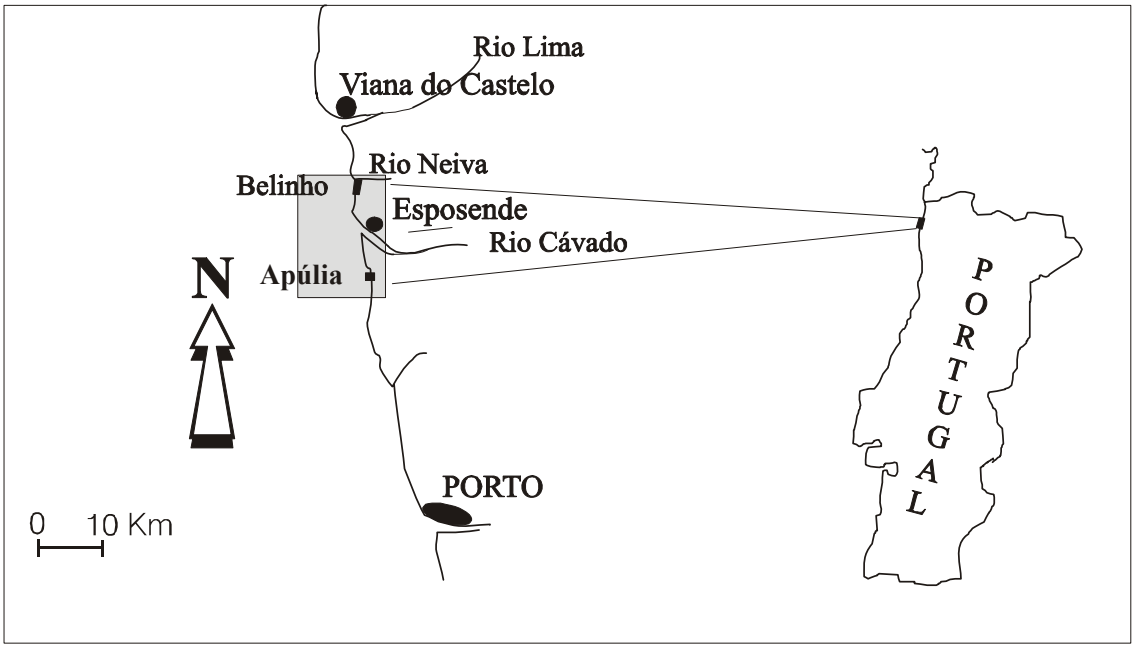



Figura 1. Localização da área de estudo.

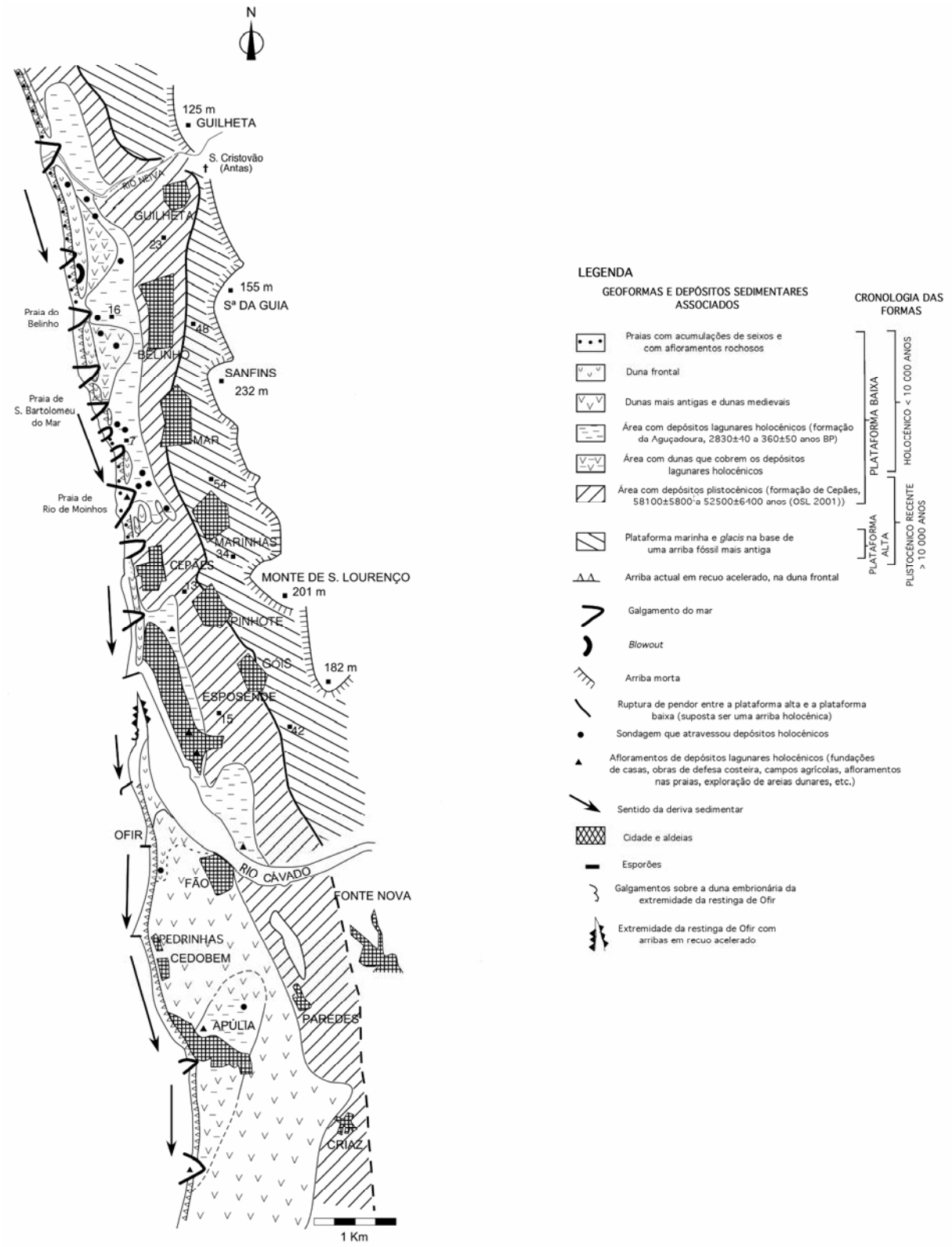



Figura 2. Carta geomorfológica de Esposende (Carvalho *et al*., 2006).

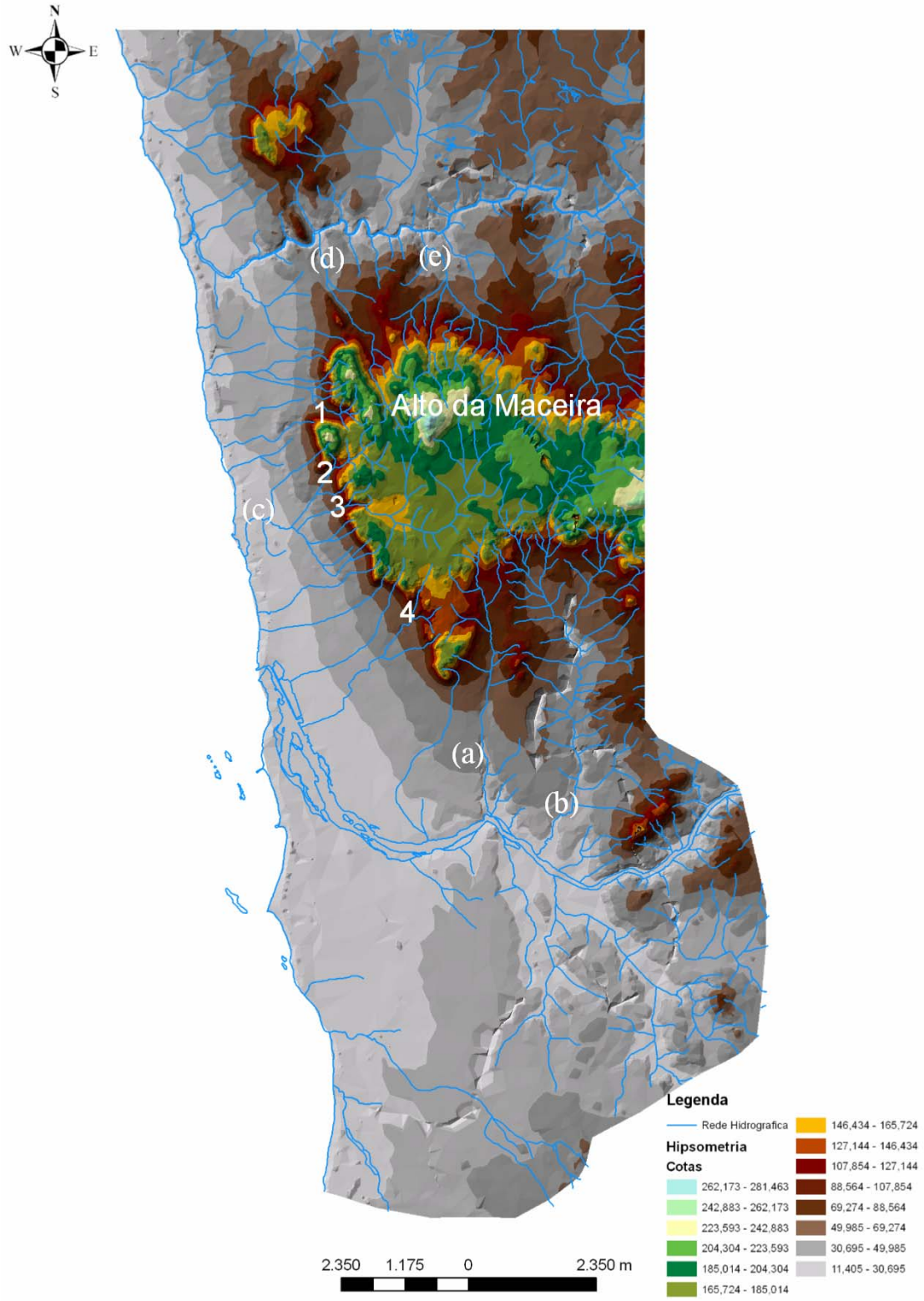



Figura 3. Carta hipsométrica. Podem distinguir-se as principais ravinas e respectivas linhas de água. De norte para sul, a ravina de Belinho (1), a ravina de Mar (2), a ravina da Abelheira (3) e a ravina da Gatanheira (4); (e)- ribeiro de Pregais; (d)- ribeiro de Soleimas; (c)- ribeiro do Peralto; (b)- ribeiro da Reguenga; (a)- ribeiro de Rodilhões.

## 3. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ZONA COSTEIRA MINHOTA

Os primeiros estudos referentes às mudanças geomorfológicas da zona costeira de Esposende, desde o Plistocénico final-Holocénico até à actualidade, encontram-se em Granja e Carvalho (1989). Estes autores descrevem as várias unidades geomorfológicas aí existentes, às quais correspondem formações litostratigráficas que caracterizam a sua génese (marinha, fluvial, lagunar ou eólica) e o seu carácter regressivo ou transgressivo. Mais recentemente, Alves (1996, 1997) descreve as principais causas e processos da dinâmica sedimentar envolvidos na evolução actual do Litoral do Alto Minho.

A actual morfologia da zona costeira do Minho, onde Esposende se enquadra, decorreu da actuação de um conjunto de processos ocorridos durante o Quaternário final.

Na zona costeira setentrional, vários geo-indicadores atestam a evolução desta zona costeira. Entre eles, contam-se: os *glacis* constituídos por depósitos sedimentares heterométricos, de tipo misto, resultantes de processos solifluxivos e da acção de cursos de água (Carvalho, 1964, 1983; Carvalho *et al*., 1982); os seixos com pátinas avermelhadas, provavelmente desenvolvidas pela precipitação de óxidos de ferro resultante da evaporação da água (Clark, em Carvalho, 1964), as quais vão desaparecendo, ao longo do tempo, em ambiente de exposição subaérea; os depósitos fluviais da Formação de Cepães e da Formação de Antas (Carvalho e Granja, 2006).

Com a transgressão Holocénica, continua a subida do nível do mar iniciada no pós-glaciário. Os depósitos lagunares da formação da Aguçadoura (Granja, 1990) constituem o geo-indicador holocénico mais representativo nesta zona costeira.

Durante o Holocénico, e apesar da subida generalizada, também se verificaram flutuações do nível do mar manifestadas pelas tendências migratórias regressivas e transgressivas da zona costeira.

Sem dúvida, um dos motores mais importantes das variações globais do nível do mar é o clima e as suas mudanças. Apesar do grande interesse e importância deste tema, o conhecimento das mudanças climáticas e sua repercussão é, ainda, pouco significativo em Portugal, embora haja trabalhos

relevantes sobre o assunto (por exemplo, Alcoforado *et al*. 1994, Santos *et al*., 2002).

As duas últimas oscilações climáticas, conhecidas pelas designações de *Pequeno Óptimo Climático* e *Pequena Idade do Gelo* (Tullot, 1986), condicionaram múltiplos aspectos da zona costeira. É óbvio que, na medida em que tais oscilações climáticas influenciaram a ocupação do território e as práticas agrícolas (perturbadoras da sedimentogénese e do trânsito natural dos sedimentos), determinaram, por via indirecta, a evolução da zona costeira. Determinaram-na, também, mais directamente, porquanto às mudanças climáticas terão estado associadas oscilações do nível médio do mar.

Na Península Ibérica, o *Pequeno Óptimo Climático* (sécs. XI-XIV, Tullot, 1986) foi caracterizado por um aquecimento global, tendo estado a temperatura média do verão, provavelmente, 2º C acima da actual (Peixoto, 1987, em Magalhães, 1999), o qual terá proporcionado um nível médio do mar igual ou ligeiramente superior ao actual (Tullot ,1986, em Granja,1990).

Na zona de estudo, no segmento Mar-Belinho, sob dunas associadas a praias actuais, encontram-se vestígios de antigas salinas, expostos pelo recuo das arribas talhadas na duna frontal (Almeida, 1979, em Granja, 1990), que constituem evidências de antigos níveis do mar (de cota superior à actual).

No século XIV dá-se a mudança para um período mais frio, designado *Pequena Idade do Gelo*, cujo início e propagação não foram síncronos em todas as regiões, tendo começado a afectar a Ásia antes da Europa (Houghton *et al*., 2001, p.140). Nas altas latitudes, a deterioração climática era já evidente no século XIII. No entanto, terá sido apenas no século XIV que a ruptura do episódio medieval mais quente se manifestou em toda a Europa transpirenáica (Dias *et al*., 1994)

Desde o século XIV e até ao século XVI, passa-se por uma fase de transição, ficando a *Pequena Idade do Gelo* instalada na Europa cerca de 1550. Aparentemente, os séculos XVI e XVII foram os mais gravosos (Tullot, 1986), tendo o nível médio do mar provavelmente atingido uma posição sensivelmente inferior à actual. Esta fase fria terminou no final do século XIX.

O impacte que tais mudanças climáticas tiveram nos processos sedimentares da zona costeira e da plataforma continental interna foi significativo. Na sequência deste período mais frio, em que a distribuição

sazonal das chuvas era diferente da actual, terá ocorrido intenso trânsito sedimentar, apresentando a zona costeira comportamento regressivo bem marcado (progradação), evidenciado na zona de estudo pela presença dos sistemas dunares da Pequena Idade do Gelo (Granja, 1990).

A análise de cartas antigas, nomeadamente as de Álvares Seco (de 1560 e 1561), de João Teixeira (de 1648) e de Teixeira Albernaz (de 1662), permite constatar que a configuração do litoral norte era, então, sensivelmente diferente da actual. Embora esta cartografia antiga deva ser analisada com alguma precaução, devido às incorrecções que frequentemente apresenta (a maioria derivada das técnicas cartográficas ao tempo disponíveis), é possível verificar que a dimensão da maioria dos estuários era reduzida e que as restingas arenosas, que se desenvolveram na foz dos rios, parecem estar ainda em fase de constituição.

Relativamente à restinga na foz do rio Cávado, um documento histórico datado de 3 de Julho de 1703, nas folhas 700-762, referindo-se aos limites de Fão, diz textualmente: "*Corre esta demarcação ao longo do mar Oceano ao Norte que fica do lado esquerdo e o deserto do limite deste préstimo até chegar ao portal da barra e foz do Rio Cávado*, (....)" (Felgueiras, 1998). Do texto, entende-se que a restinga era o limite norte de Fão, como actualmente acontece. Aliás, a consulta e análise da documentação medieval, incluindo a referente aos portos e à navegabilidade dos rios, tende a confirmar tais factos e a demonstrar que a evolução do litoral norte foi, nalguns casos, bastante rápida.

Segundo o mesmo autor, o assoreamento da barra de Fão (o Cávado desaguaria, então, em linha recta, com a foz situada a norte do facho da Bonança e a sul dos afloramentos rochosos dos *Cavalos de Fão*, apresentando outros canais secundários para norte e para sul) completou-se totalmente nos finais do século XV, processo que terá ocorrido já no início da Pequena Idade do Gelo. Considerando que o assoreamento é um processo lento, possivelmente relacionado com de subida do nível do mar verificada durante este episódio que obrigaria uma parte dos sedimentos transportados pelo Cávado a ficar retida no antigo canal principal do estuário, conduzindo ao assoreamento da barra e crescimento para norte do cabedelo. Em consequência, o canal, mais a norte (Esposende), de águas mais profundas e

menos assoreado, apresentaria melhores condições de navegabilidade, tendo adquirido uma maior importância como porto de mar (Felgueiras, 1998).

O assoreamento do porto de Esposende ter-se-ia iniciado no século XVI (*Pequena Idade do Gelo*); nos finais do século XVII seria já um porto de águas pouco profundas (Felgueiras, 1998). É durante este período que ocorre a invasão deste litoral por areias transportadas pelo vento, as quais constituem as dunas mais antigas. A confirmar a sua idade está o facto de ter sido encontrada sob elas, em Fão, uma necrópole medieval (Granja, 1990, Almeida, 1990-1992, Granja e Carvalho, 1993, 1995).

A zona costeira encontrar-se-ia, então, em fase de progradação, com predomínio de processos deposicionais. Simultaneamente, a mais intensa ocupação do território, a expansão das áreas consagradas à agricultura e o desenvolvimento de práticas agrícolas intensivas teriam tido como consequência geral uma maior erosão dos solos e, portanto, uma maior disponibilidade sedimentar para o transporte fluvial e eólico. Em virtude do grande fornecimento de sedimentos para a orla costeira, verificou-se uma tendência para a *rectificação da linha de costa* e para o fecho de quase todos os corpos lagunares costeiros portugueses (Martins, 1947; Girão, 1951; Abecassis, 1955, em Magalhães,1999).

No final do século XIX, inicia-se a transição para a fase climática actual, ligeiramente mais quente, a qual tem vindo a ser progressivamente intensificada, segundo alguns autores, pelo aumento do *efeito de estufa* antrópico (Houghton 1996, Bluemle *et al*. 2001, Santos *et al*. 2002, p. 13). Mas, segundo Buemle *et al*. (2001, p.203) o aumento de temperatura teria começado antes de ocorrer o aumento da concentração de $CO_2$ . Actualmente, sabe-se que a temperatura média da superfície da Terra sofreu um acréscimo de cerca de 0.6º a 0.2º C desde o início deste século (Santos *et al*. 2002). Por outro lado, a extensão das calotes polares da Gronelândia e dos glaciares de montanha sofreu uma diminuição, a qual foi acompanhada de um aumento sensível do nível médio do mar da ordem dos 3.1±1.3 mm/ano a 1.4±0.92 mm/ano (dados da missão do satélite Tupex/Poseidon, Houghton *et al.* 2001, p.663 e Paskoff 2001, p. 88). A orla costeira respondeu a esta mudança invertendo o comportamento, através da migração para o interior.

Inicialmente, a erosão costeira, que se começou a verificar no final do século XIX e início do século XX, não constituía um problema, à excepção de alguns raros casos pontuais onde o nível de ocupação humana era já elevado (como, por exemplo, em Espinho). Todavia, à medida que os anos foram passando e que a ocupação da faixa costeira foi crescendo de forma exponencial, verificou-se que a magnitude de actuação dos processos causadores da erosão costeira (migração das praias) se foi amplificando.

Foi o que sucedeu na zona costeira deste estudo, onde, durante a década de setenta, a erosão entre Esposende e Apúlia foi bastante acentuada, pelo que o mar chegou a destruir a estrada da restinga de Ofir e a atingir as fundações das casas construídas sobre as dunas da praia Suave-Mar (Esposende). Posteriormente, na década de noventa, a partir de 1994/1995, nas praias a norte do Cávado (em Belinho) assistiu-se a um recuo acentuado (da ordem da dezena de metros) das arribas arenosas talhadas na duna frontal, à substituição dos sedimentos arenosos da praia por acumulações de seixos e cascalhos e a um aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na praia e baixa praia. Estas acumulações são constituídas, principalmente, por seixos quartzíticos, conglomerados e xistos provenientes de afloramentos de rochas do Ordovícico que afloram na praia e/ou na pré-praia (Loureiro e Granja, 2000). Este processo tem-se estendido, gradualmente, às praias arenosas situadas a sul de Belinho.

Verifica-se assim que, em tempos muito próximos da actualidade, ocorreram, de forma natural, flutuações climáticas (de mais frio para mais quente e vice-versa), durante as quais a intervenção antrópica foi pouco significativa, e que provocaram mudanças acentuadas na zona costeira.

Presentemente, existem problemas extremamente graves, correndo-se o risco de se atingirem situações catastróficas em vários locais, se ocorrerem temporais excepcionais ou se não se proceder à manutenção e fortalecimento das estruturas de defesa e, mais importante ainda, se não se modificar a actual política face à zona costeira. No entanto, para delinear qualquer estratégia de actuação futura, é forçoso compreender, tão bem quanto possível, as causas da erosão costeira que se têm vindo a fazer sentir com amplitude crescente.

# 4. FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA A EVOLUÇÃO COSTEIRA

São vários os factores naturais que condicionam a evolução da zona costeira, actuando a diferentes escalas temporais e espaciais. Entre eles, o clima, as variações do nível do mar e a neotectónica actuam a uma mega-macro escala temporal, enquanto os factores hidro e aerodinâmicos (como ondas, correntes, marés, vento, etc.) responsáveis pela dinâmica (erosão *vs* deposição) da orla costeira actuam a uma meso-micro escala. Actualmente os sistemas costeiros respondem com o processo de migração das praias para o interior ao conjunto de factores envolvidos.

Consideram-se, neste capítulo, apenas os factores que actuam a mega-escala (milénios-séculos) e a macro-escala (séculos-décadas): clima, nível do mar e neotectónica

## 4.1 Clima

A história da Terra apresenta indicadores de grandes variações climáticas, às quais corresponderam períodos essencialmente caracterizados por temperaturas baixas – idades de gelo (*icehouse*) - em alternância com outros em que dominaram as temperaturas elevadas – idades de efeito de estufa (*greenhouse*).

O Quaternário, que se iniciou há 2.5 milhões de anos (Andersen e Borns Jr., 1994), caracterizou-se por grandes variações climáticas – períodos glaciários e períodos interglaciários. A última grande glaciação, que se seguiu ao interglaciário Eemiano (que teve lugar há 130 000-115 000 anos e durante o qual as temperaturas de verão foram 1º a 2º C mais elevadas do que actualmente, CLIMAP 1984), atingiu o seu máximo (*Last Glacial Maximum*) há cerca de 20 000 anos. As oscilações climáticas têm causas naturais, mais ou menos bem identificadas. As principais estão relacionadas com a intrusão de grandes províncias ígneas, a actividade vulcânica, a posição relativa dos continentes e a formação de cadeias montanhosas, o controlo por microorganismos marinhos, o impacte de meteoritos e as variações de parâmetros astronómicos (Pickering e Owen, 1994).

Recentemente, a teoria de Milankovitch (Duplessy, Morel, 1990) foi retomada dado ter-se verificado que muitas das mudanças climáticas são cíclicas e que muitos destes ciclos se encaixam bastante bem nos ciclos de actividade solar (11 anos) e noutros muito mais longos que têm a ver com a precessão dos equinócios (21 000 anos), a inclinação do eixo da Terra (42 000 anos) e a excentricidade da órbita (96 000 anos). Essas mudanças alteram a distribuição geográfica e sazonal da energia solar ou insolação, afectando, em períodos longos, a formação e fusão das massas de gelos.

As variações climáticas ao longo do tempo originaram sucessivos ambientes deposicionais com características próprias, nos quais ficaram registados testemunhos desses climas do passado - geoindicadores.

As formações plistocénicas-holocénicas, anteriormente referidas, contêm geoindicadores da existência de ambientes deposicionais controlados por climas diferentes.

A Formação das Antas (ambiente deposicional fluvio-lacustre) é o único geoindicador conhecido do interglaciário Eemiano (estádio isotópico 5e). Já a Formação de Cepães contém geoindicadores que testemunham um ambiente deposicional fluvial originado durante o estádio isotópico 4, o qual corresponde a um arrefecimento rápido que se manterá longo tempo (Andersen e Borns Jr., 1994).

No início do Holocénico, há 10 000 anos, devido à precessão dos equinócios, no hemisfério Norte a Terra estava mais perto do Sol durante o verão do que actualmente (Bell e Walker, 1992). Daí resultavam verões mais quentes e invernos mais frios, situação climática que hoje não existe (Joussaume e Guiot, 1999).

A Formação da Aguçadoura, contendo testemunhos de um ambiente lagunar de água doce a salobra, é o geoindicador holocénico mais evidente na zona de estudo (Granja, 1993). Corresponderá à passagem da deterioração climática do final do Holocénico para o Pequeno Óptimo Climático (700-1 300AD). Uma súbita invasão marinha, anterior a 1 780±50 anos BP, num ambiente de água doce a salobra, que então caracterizava o estuário do Cávado, poderá ser atribuída à ocorrência de tempestades (Granja, 1999).

Holocénicos, também, são troncos *in situ* de *Alnus glutinosa* com 5 590±80 anos BP, vestígios de florestas, na actual praia de Rio de Moínhos (Granja, comunicação oral). Corresponderão ao Óptimo Climático, na passagem do estádio climático Atlântico ao Sub-Boreal (Bell e Walker, 1992).

Sem minimizar a importância dos gases (principalmente o $CO_2$) responsáveis pelo efeito de estufa (resultante da sua capacidade de absorção da energia reflectida pela superfície terrestre, impedindo que aquela escape para o espaço), a mudança climática global que actualmente se verifica, tal como no passado, é um fenómeno cujas causas são de origem natural pois, segundo Bluembe *et al*. (2001, p. 203), o aumento da temperatura começou antes de ocorrer o aumento da concentração de $CO_2$ na atmosfera. A variabilidade climática ocorrida durante a época pré-industrial prova-se pelos dados das percentagens de gases obtidos no estudo das sondagens das regiões geladas (pelo menos, a partir do Plistocénico), pela palinologia, dendrocronologia e pelo crescimento dos corais (Buemle, 2001).

Por isso, parece-nos que a compreensão das mudanças climáticas ocorridas no passado nos deve conduzir a uma atitude prudente. Apenas quando *for entendida a variação natural do clima e isolado o efeito antrópico, será possível determinar com exactidão as medidas prioritárias para minorar as consequências indesejáveis da acção do Homem* (Alcoforado, 1999).

### 4.2 Nível do mar

Uma das principais causas das mudanças na zona costeira relaciona-se com as variações do nível do mar. As variações globais do nível do mar - eustatismo - são causadas por mudanças absolutas no volume da água do mar, podendo ter diversas causas, como pode ver-se no quadro da figura 4.

As variações eustáticas estendem-se a todo o oceano, isto é, têm um carácter global, podendo, no entanto, ser amplificadas ou reduzidas pelos movimentos crustais relacionados com actividade tectónica. Por isso, para saber como o nível do mar varia, num dado período e num dado local, é necessário conhecer a resultante das variações eustáticas e das variações crustais, expressa pelo movimento relativo do nível do mar.

O glacio-eustatismo é a causa mais conhecida das variações eustáticas. Devido à retenção de gelo no interior dos continentes durante a última

glaciação, o nível do mar terá descido entre 120-140m relativamente ao nível actual, o que se traduziu, ao largo do Porto, num avanço da *linha de costa* de 30-40 km (Dias, *et al*., 1997). Trata-se de variações bastante rápidas e com amplitude apreciável.

| OCEANOS | CONTINENTES |
|---|---|
| Glacio-eustatismo | Isostasia glaciária |
| Tectono-eustatismo | Isostasia devida à erosão |
| Sedimento-eustatismo | Movimentos tectónicos |
| Eustatismo geoidal | Compactação |
| Subsidência hidro-isostática | |
| Termo-eustatismo | |

VARIAÇÕES RELATIVAS DO NÍVEL DO MAR

Figura 4. Fenómenos envolvidos nas variações, a longo prazo, do nível do mar (adaptado de Paskoff, 1985)

A estas variações há que acrescentar as resultantes do termo-eustatismo, isto é, variações do nível do mar provocadas pelo aumento da temperatura da água do mar. Um aquecimento produzirá uma expansão da água dos oceanos por puro efeito térmico (termo-eustatismo). Segundo Paskoff (2001), a expansão térmica da água do mar será responsável por 0.3 a 0.7mm de subida do nível eustático.

O tectono-eustatismo está relacionado com o movimento das placas que constituem a crusta terrestre, que originará deformação marginal dos continentes. Esta deformação na interface continente-oceano leva a que, do lado do oceano, a área continental mergulhe sob a água, enquanto que do lado oposto suba. Este fenómeno tectónico é designado por *deformação marginal do continente*.

O eustatismo geoidal corresponde às variações do nível do mar provocadas por deformações no relevo do geóide, resultantes de variações gravitacionais e rotacionais. Só a partir do momento em que se conseguiu fazer observações a partir do espaço, via satélite, foi possível identificar estas deformações. O geóide é definido como a superfície equipotencial que seria assumida pela superfície do mar na ausência de marés, variações de densidade da água, correntes e efeitos atmosféricos. O geóide, por seu turno, coincide

com a superfície que os oceanos descreveriam se fossem livres para se ajustar ao efeito combinado da atração gravitacional causada pela distribuição de massa da Terra e pela força centrífuga resultante de sua rotação. Devido à distribuição irregular da massa da Terra, a superfície do geóide é irregular e, como o elipsóide é regular, essas superfícies não serão coincidentes. As diferenças são usualmente chamadas de ondulações geoidais, alturas geoidais ou separações geoidais.

De facto, as subidas e descidas da superfície do geóide dependem de fenómenos de convecção verificados ao nível do manto terrestre (Encyclopaedia Universalis, 1998, p. 263). Este facto é um obstáculo de peso à construção de curvas da variação absoluta do nível do mar válidas para toda a Terra. Com efeito, embora o eustatismo geoidal possa ser um fenómeno relativamente lento, os seus efeitos acabam por poder ser relevantes em períodos relativamente longos, por exemplo à escala dos 2.5 milhões de anos admitidos como duração do Quaternário (Riser, 1999).

Durante os períodos de subida do nível do mar, ocorre a migração da *linha de costa* na direcção de terra (transgressões marinhas). Em resposta à subida do nível do mar, os estuários reduzem as exportações de sedimentos para a plataforma, de modo a adaptarem-se ao novo nível de base, convertendo-se preferencialmente em locais de recepção e deposição de sedimentos provenientes da deriva litoral (sedimentação autóctone); deixam, por isso de serem fornecedores. Assim, um recuo da *linha de costa,* decorrente de uma subida do nível do mar, pode ser contemporâneo de um assoreamento dos estuários.

Durante os períodos de rápido abaixamento do nível do mar, a *linha de costa* migra na direcção do mar (regressão marinha, que implica progradação da costa), conduzindo a um abaixamento do nível de base dos rios. Em resposta a este abaixamento do seu nível de base, envolvendo escavamento dos talvegues, os cursos de água vão transportar grandes cargas de sedimentos (areias e materiais grosseiros), que serão exportadas para a plataforma continental, que se torna um lugar de sedimentação.

Estes sedimentos podem ser redistribuídos ao longo da orla costeira, à medida que o nível do mar principia a subir, contribuindo para a construção de cordões litorais mais ou menos extensos. Estes cordões, quando o nível do mar

sofre uma descida ligeira, convertem-se numa fonte de areias facilmente mobilizáveis pelos ventos, os quais originam dunas que tenderão a avançar para o interior, podendo invadir terrenos situados a grandes distâncias da *linha de costa*.

Actualmente, a zona costeira está sob a acção de uma subida do nível do mar. As consequências desta subida variam entre segmentos costeiros, dependendo das suas características geomorfológicas, nomeadamente do facto de serem costas rochosas com arribas abruptas ou costas baixas e arenosas.

A determinação da correlação da migração das praias para o interior com a subida do nível do mar continua a ser bastante imprecisa. Segundo Ferreira *et al.* (1990a), considerando um valor teórico para uma subida média de 15 mm/ano, a *linha de costa* apresentaria um recuo médio de 0.3 m/ano o que, na realidade, não corresponde ao que se verifica em muitos segmentos costeiros. Neste contexto, trabalhos realizados Ferreira *et al.* (1990a e 1990b) sobre a percentagem de recuo da *linha de costa* resultante da actual elevação do nível do mar, no sector Aveiro-Cabo Mondego, revelaram valores relativamente pouco significativos. Com efeito, de acordo com Dias *et al.* (1997), apenas 10% do recuo da *linha de costa* observado nos últimos tempos se deve à ligeira variação do nível do mar.

De acordo com os resultados apresentados por Andrade (1990) para a costa do Algarve, por Teixeira (1990) para o arco da Península de Tróia e por Alves (1996) para o litoral do Minho, na maior parte do litoral português, a actual elevação do nível do mar tem um impacte pouco significativo no que se refere ao recuo da *linha de costa*. Então, como explicar as designadas *invasões do mar* que se verificaram em Espinho (Teixeira 1980, Brandão, 1991) e no Furadouro (Larangeira, 1984) desde, pelo menos, os meados do século XIX, onde sistemas dunares e propriedades das populações foram destruídas?

No entanto, além das consequências directas (erosão de antigos cordões litorais e praias), a elevação do nível do mar tem, também, de forma indirecta, consequências na zona costeira. Com efeito, os estuários, face à subida do nível do mar, reduzem as exportações de sedimentos para a plataforma, o que diminui a quantidade de areias disponíveis para a deriva litoral.

Terá sido isso o que terá acontecido no litoral Esposende durante o Pequeno Óptimo Climático (séculos XI a XV), à semelhança do que sucede

hoje, em que há tendência para um assoreamento progressivo do estuário e da barra do Cávado?

A presença de vestígios de salinas cavadas na superfície dos afloramentos de xisto e de ouriços do mar (a superfície dos xistos apresenta um conjunto de pequenas cavidades ovais, Figura 5), expostos recentemente na praia (à cota de ±5m ZH), também evidencia uma posição do mar para leste da actual. Também Granja (1992) refere a existência de ambientes de praia (pós-séc. XIII) sobre os depósitos lagunares da Formação da Aguçadoura, o que implicaria uma pequena subida do nível do mar.

Durante os períodos de clima relativamente quente, o nível do mar sobe e os processo de meteorização no interior dos continentes são principalmente de natureza química, fornecendo mais sedimentos finos e solúveis e menos sedimentos grosseiros (Romani *et al*., 1990), do que resulta um défice de areias fluviais, as quais, ao chegarem à foz, ficam retidas nos estuários.

### 4.3 Neotectónica

A actividade neotectónica da margem continental portuguesa é consequência da sua localização no contexto geral da tectónica de placas, na proximidade do ponto triplo de contacto das placas Euro-Asiática, Norte Americana e Africana. Este enquadramento estrutural é responsável por actividade tectónica importante (movimentos divergentes associados a processos de *rifting*, convergentes e de falhas transformantes) que se manifesta pela presença de deformações recentes da interface continente-oceano e reactivação de antigas falhas (neotectónica). Estas deformações, já referidas em trabalhos anteriores de Dias (1987), Rodrigues *et al*. (1990, em Magalhães 1999) Rodrigues *et al*. (1991), Lefort *et al*. (1991, em Magalhães 1999), Cabral e Ribeiro (1989b) e Carvalho (1981, 1988), tiveram um papel determinante na geomorfologia do litoral minhoto.

Segundo Cabral (1986), durante o Quaternário, o litoral português terá sofrido um levantamento de 0.1mm/ano a 0.13mm/ano.

Na zona de estudo, são vários os factos geomorfológicos e geológicos que evidenciam a ocorrência de movimentos neoctónicos que terão contribuído para a preservação e/ou destruição das formações, deformação de

depósitos e presença de lacunas nas sequências estratigráficas (Carrilho, 2003).

Figura 5. Praia de Mar, 2004. Afloramentos de xisto expostos recentemente após erosão acentuada da praia. Em cima, salina rectangular escavada na superfície dos afloramentos; em baixo, vestígios de um antigo nível de ocupação de ouriços do mar na superfície dos afloramentos existentes na praia.

Entre outros, destacam-se e os seguinte indicadores de deformação tectónica:

- As arribas fósseis, trabalhadas pelo mar possivelmente durante o Quartenário antigo, as quais correspondem a várias escarpas de falha, com diversos alinhamentos estruturais (S. Lourenço e Abelheira), que terão sido reactivados (Granja 1990). Ambas as arribas apresentam uma orientação geral NO-SE (uma das direcções de fracturação hercínica apontada por Cabral, 1995);

- A existência de duas zonas de cisalhamento de direcção NO-SE (Sousa, 1989) situadas entre a arriba mais antiga e a mais recente, evidenciando uma zona de fraqueza estrutural, responsável pela formação das escarpas;

- A existência de formas do tipo ravina, interpretadas como indicadores de neotectónica plistocénica (Granja 1990), nomeadamente a ravina da Gatanheira com uma orientação geral NE-SO, a ravina da Abelheira com orientação geral ENE-OSO e ainda as ravinas de Mar e de Belinho;

- Os alinhamentos estruturais maiores, observáveis no estudo geomorfológico a norte do rio Cávado, correspondem às direcções N-S, NO-SE, NE-SO e NNE-SSO, estando de acordo com os acidentes tectónicos activos em Portugal citados por Cabral (1995);

- A diferente largura das plataformas. A observação da carta geomorfológica mostra que a largura da plataforma alta vai aumentando de norte para sul, entre os rios Minho e Cávado. Quanto à plataforma baixa encontra-se bem representada a norte do Cávado, alargando para sul. Este é um facto que parece apoiar a ocorrência de deformação marginal, sugerindo a ideia de uma costa que mergulha no sector a sul do Cávado e é soerguida a norte.

- A presença de duas sub-unidades na plataforma baixa, a 1 correspondendo a uma plataforma propriamente dita e a 2 a zonas deprimidas, parecendo ter estreita relação com acções neotectónicas, desencadeadas antes e depois da acumulação dos depósitos desta sub-unidade e que teriam provocado o abatimento de alguns sectores. Apoiando esta hipótese há o facto de se ter encontrado alguns depósitos truncados e outros inclinados e com

pequenas falhas (Granja 1990). A sub-unidade 1 contacta com o substracto rochoso paleozóico através de depósitos de tipologia fluvial e marinha de idade plistocénica (Formação de Cepães); a sub-unidade 2 contém os depósitos lagunares de idade holocénica da Formação da Aguçadoura, que ocupam as referidas depressões (Granja, 1990).

## 5. CONCLUSÃO

Sabendo que no passado as mudanças climáticas da história da Terra tiveram uma origem inteiramente natural, dever-se-á tentar identificar, nas mudanças actuais, aquilo que terá origem antrópica e aquilo que corresponde às variações naturais do clima.

No passado da Terra as mudanças climáticas foram mais significativas do que as que se verificam na actualidade. A existência de diferentes paleo-ambientes na zona de estudo, formados sob climas mais frios ou mais quentes, confirmam essas mudanças climáticas.

O aquecimento global actual não é mais do que uma flutuação climática provocada por causas naturais, ainda pouco definidas, podendo ser explicado pelas variações de energia solar. O conhecimento do peso da intervenção antrópica neste processo é ainda bastante reduzido, pelo que atribuir ao Homem a total responsabilidade das mudanças climáticas que hoje afectam o Globo será demasiado arriscado, atendendo ao que a informação paleoclimática revela através dos arquivos geológicos (rochas).

A evolução actual da orla costeira, que se traduz pela migração das praias (erosão das praias) combinada com uma perda areia e recuo das arribas associadas, é consequência da subida do nível do mar (transgressão marinha), resultante da acção combinada do glacio-eustatismo, termo-eustatismo e tectono-eustatismo, à semelhança do que aconteceu durante o Plistocénico e o Holocénico e noutros períodos ainda mais recuados da história da Terra.

# III. MIGRAÇÃO PARA O INTERIOR E EMAGRECIMENTO DAS PRAIAS ( MESO-ESCALA)

## 1. INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros caracterizam-se por elevado dinamismo e frágil equilíbrio, estando sujeitos à acção de vários agentes externos controladores. Destes, os mais importantes são, sem dúvida, os ligados à acção das ondas e do vento, pelo que a dinâmica de fluidos controla o comportamento e a resposta dos sistemas costeiros à actuação daqueles agentes.

A migração da orla costeira (entendida como o sistema praia+duna) não é mais que uma resposta, a uma escala decadal-anual (meso-escala), à actuação daqueles agentes, na busca de novos equilíbrios. O emagrecimento das praias é uma resposta daquele sistema ao défice sedimentar, quando o total das perdas ultrapassa o dos ganhos.

Durante os últimos anos, a orla costeira do concelho de Esposende tem apresentado uma tendência decrescente da sua resiliência, isto é, uma diminuição acentuada da sua capacidade de ajuste aos agentes forçadores ou controladores, com perda de reorganização, recuperação e absorção das perturbações induzidas.

Actualmente, é uma área de evolução rápida e de frágeis equilíbrios, na qual tem ocorrido intensa erosão, que afecta a integridade do sistema dunar frontal (neste estudo, entendido como o conjunto das dunas mais antigas e vegetadas que, por recuo sucessivo, presentemente fazem fronteira com a praia) e a existência das próprias praias. Os valores elevados de recuo das arribas talhadas nas dunas e de perda sedimentar das praias emersas, além de constituírem os melhores indicadores da tendência erosiva desta orla costeira, têm colocado em perigo alguns prédios urbanos construídos sobre o cordão dunar frontal e as explorações agrícolas na sua retaguarda.

Neste contexto, uma monitorização contínua das mudanças morfológicas e dinâmicas da orla costeira será uma ferramenta da maior utilidade para a

gestão da zona costeira (GZC) do concelho e revisão do seu Plano Director Municipal (PDM).

## 2. FACTORES QUE CONTRIBUEM PARA A MIGRAÇÃO DAS PRAIAS

Além dos factores referidos no capítulo anterior, a uma meso-escala, contribuem decisivamente para a migração das praias dois tipos principais de agentes forçadores, um de origem natural e outro de origem antrópica. Como factores naturais, o balanço sedimentar e os processos costeiros são, sem dúvida, os mais importantes. Como factores antrópicos há a considerar vários, entre os quais: as barragens e outras intervenções nas bacias hidrográficas; as obras de defesa costeira (Veloso-Gomes *et al*., 2002, p. 413-415); a extracção de inertes (Mota-Oliveira *et al*., 1982, p.1958); a alteração e degradação da orla costeira, em particular dos sistemas dunares (Carvalho *et al*. 2002, Carvalho 2003).

### 2.1. Factores naturais

#### 2.1.1 Balanço sedimentar

O balanço sedimentar exprime a relação entre ganhos e perdas sedimentares estando relacionado com os outros factores que afectam os sistemas costeiros. Pressupõe a existência de fontes abastecedoras e áreas *consumidoras* de sedimentos. A uma meso-escala (década-ano), está intimamente ligado aos processos costeiros, aos factores metereológicos e, também, às actividades antrópicas.

O cálculo do balanço sedimentar pode ser obtido por aplicação de fórmulas matemáticas cujos resultados dão estimativas acerca dos volumes de sedimentos movimentados entre a orla costeira e a plataforma continental, considerando os processos hidro e morfodinâmicos que nelas actuam.

A dificuldade em determinar, com rigor, os volumes sedimentares envolvidos nas zonas de inversão da deriva litoral, e os movimentados para o largo pelas correntes de retorno, contribui para que os valores obtidos para o balanço sedimentar, pela aplicação de fórmulas matemáticas, não sejam absolutos.

Actualmente, as fontes abastecedoras que funcionaram no passado (plataforma continental e contributo fluvial) não conseguem repor o volume sedimentar que se perde (para zonas mais profundas da plataforma e para actividades antrópicas). Apenas o recuo das arribas nas dunas continua a fornecer areias, embora *canibalizando* o próprio sistema costeiro.

A diminuição no fornecimento sedimentar à orla costeira acentuou-se a partir dos finais do século XX, estando relacionada com causas naturais, embora agravadas por actividades antrópicas (como, por exemplo, a exploração de inertes e diferentes tipos de construções na faixa costeira, que retiram ou retêm os sedimentos das células de circulação).

Uma das causas naturais estará certamente relacionada com o binómio temperatura-precipitação, na medida em que este interfere com o grau de meteorização das rochas (e posterior formação de sedimentos) e com os caudais fluviais intervenientes no transporte sedimentar. Nas últimas décadas tem-se vindo a assistir a um aumento da temperatura média do globo, tendo os anos de 1990, 1995, 1997 e 1998 sido os mais quentes de que há registo (Trigo *et al*., 1999). Segundo estes autores, no ano de 1998 registou-se a temperatura média global mais elevada desde o ano de 1860. O aquecimento acentuado verificado no biénio 1997/98 deveu-se, em grande medida, ao aparecimento de um intenso episódio do *El Niño*. Resultados de modelos de circulação global apontam para um previsível aumento da frequência e intensidade dos fenómenos *El Niño* num mundo mais quente (Timmerman *et al*., 1999).

Talvez esta ocorrência de fenómenos extremos esteja a tornar-se cada vez mais frequente devido às mudanças climáticas, embora o actual conhecimento científico não permita ainda confirmar tal afirmação. Por outro lado, estudos recentes voltam a confirmar que a intervenção humana e o *forcing* solar são factores responsáveis pelas mudanças do clima global do planeta (Wigley *et al.*, 1998).

Nos últimos cem anos o aquecimento ocorreu essencialmente em dois intervalos de tempo, de 1910 a 1945 e de 1976 a 2000 (Santos, 2002). Contudo, segundo o Instituto de Meteorologia (2005), em Portugal continental, a temperatura registou um aumento significativo (superior a 0.5ºC) nos últimos 100 anos, enquanto que a precipitação anual sofreu uma descida dos valores médios. A análise da quantidade de precipitação ocorrida

entre 1931 e 1990 confirma uma diminuição mais significativa a partir de 1964. Esta diminuição deve-se, fundamentalmente, a uma significativa redução dos valores da quantidade de precipitação durante o mês de Março, nos últimos 30 anos (Instituto de Meteorologia, 2005).

Esta mudança do regime da precipitação corresponde à alteração da circulação atmosférica predominante - Oscilação do Atlântico Norte (*North Atlantic Oscillation – NOA*) - tendo-se verificado que as situações meteorológicas responsáveis pela maior parte da precipitação registada em Portugal (depressões e respectivas superfícies frontais) sofreram uma diminuição acentuada durante o mês de Março (Trigo e Da Câmara, 1999). Este fenómeno, agravado pelo aumento da temperatura que conduz a um aumento da evaporação da água, é de grande relevância para o transporte sedimentar fluvial para o litoral, na medida em que tem contribuído para uma diminuição do caudal e da competência dos rios.

Considerando as actuais mudanças climáticas e o facto do mar ser agora essencialmente um *consumidor* e não um *produtor* de areias, a alimentação actual em sedimentos da orla costeira depende, sobretudo, dos sedimentos fósseis (palimpsestos) acumulados na plataforma continental, resultantes do intenso transporte fluvial durante os períodos de abaixamento do nível do mar do Plistocénico. O défice de areias, provocado pelo esgotamento sedimentar das actuais fontes supletivas, e agravado pela extracção de inertes na zona costeira e nas bacias hidrográficas, parece ter uma importância significativa na migração das praias para o interior.

### 2.1.2. Processos costeiros

A acção dinâmica das ondas, das marés, das correntes litorais e dos ventos, particularmente em situações de tempestade, é responsável pelas mudanças geomorfológicas da orla costeira. Além daqueles, outros agentes morfogenéticos, como as águas de escorrência e de infiltração e os seres vivos, são responsáveis por um conjunto de acções físicas, físico-químicas e biológicas que contribuem para a sua evolução, sem esquecer a acção voluntária ou involuntária do Homem.

A actuação dos processos costeiros, nomeadamente através do binómio erosão-acumulação, vai determinar o balanço sedimentar da orla costeira e as mudanças do perfil da praia e das suas microformas.

2.1.2.1 Ondas

A costa noroeste de Portugal está exposta à ondulação gerada no Atlântico Norte e, consequentemente, a agitação marítima na costa é caracterizada por componentes de geração distante, tendo as ondas, geralmente, alturas (H) e períodos (T) superiores aos que ocorreriam por simples acção do vento local. Durante o inverno e períodos de transição (Outono e Primavera), estas condições de agitação marítima estão associadas a áreas de geração no flanco NE do Anticiclone dos Açores ou a situações com circulação de NO pós-frontal ou depressionária, apresentando as ondas alturas de cerca de 2.5m e períodos de 9s. No verão, as ondas de NO estão associadas à situação meteorológica característica da época e ao regime de nortada. Nestas condições, a agitação marítima tem uma variação periódica diurna, com maiores alturas e períodos para o fim da tarde, os quais decrescem até ao fim da noite. São característicos os estados de mar com 1 a 1.5m de altura e 7 a 8s de período.

A altura das ondas é superior a 1m durante cerca de 95% do ano e superior a 4m em 5% do ano. As condições de agitação marítima mais frequentes na costa ocidental são as de NO, ocorrendo em cerca de 80% do ano (Instituto de Meteorologia, 2004). O estado do mar, nestas condições, é resultante da ondulação de NO gerada no Atlântico Norte em latitudes mais elevadas, e da vaga associada aos ventos locais dominantes de N e NO. Segundo Pires e Pessanha (1986), em Magalhães (1999), a agitação mais frequente que atinge a costa, a norte do Cabo Mondego, é de direcção O 20º N e caracterizada por período de 8 s e altura de 2m.

As tempestades que assolam a zona costeira de Esposende (principalmente as de SO) podem provocar efeitos catastróficos, principalmente quando coincidem com os períodos de preia-mar das marés vivas e com cheias fluviais, como sucedeu, por exemplo, durante o temporal de Fevereiro de 1978, o qual provocou estragos consideráveis na, então, vila de Esposende. Estas condições de agitação marítima estão associadas a depressões ou superfícies frontais. São características de mar de SO, com alturas significativas de onda de 3 a 4m e respectivos períodos de 9 a 10s, mas

não é raro atingirem 7m no caso da aproximação de superfícies frontais associadas a depressões muito cavadas, como, por exemplo, em Outubro de 2003, quando a altura significativa da onda atingiu cerca de 9m e um período de cerca de 14.6 s (Instituto Hidrográfico da Marinha, 2004). De verão, a onda de sudoeste é pouco frequente e, quando ocorre, a altura não excede, em geral, os 3 m.

A ocorrência de tempestades de Oeste está relacionada com a descida da frente polar até às latitudes de Portugal, formando-se no Atlântico Norte áreas de geração com ventos de SO. Estas áreas de geração deslocam-se rapidamente para E, provocando ondulação forte ou muito forte de O que atinge a costa ocidental portuguesa.

As perturbações frontais que atravessam a costa originam ventos, por vezes fortes, de SO e mar *grosso* ou *alteroso*. São características do período de inverno, ocorrendo, em média, cerca de uma vez por ano, originando agitação marítima (ondulação de O e vaga de SO) que geralmente atinge alturas de 8m e períodos da ordem de 16s.

As características da ondulação para a zona de estudo (Tabelas 1 e 2 e Figuras 6 e 7) foram obtidas pelo cálculo da média estatística da altura significativa da onda e respectivo período. Determinou-se, também, o valor da declividade $H_s/L_0$ ($L_0$ – comprimento de onda) das ondas ao atingirem a praia.

A média da altura significativa e do período mostrou importantes variações anuais e sazonais. A média anual da $H_s$ e do $T_s$ (altura significativa da onda e período, respectivamente) foi: em 2002, de 2.51±1.43m e 9.76±2.42s; em 2003, de 2.14±1.44m e 9.42±2.5s; e em 2004 de 1.95 ± 0.7m e 9.44 ±1.2s.

Tabela 1. Escalão de alturas significativas da onda mais frequentes (%) registadas entre 2001e 2004.

| Hs (m) | 0.0 - 1.0 m | 1.0 - 2.0 m | 2.0 - 3.0 m | 3.0 - 4.0 m | ≥ 4 m |
|---|---|---|---|---|---|
| **2001** | 27 | 56 | 13 | 4 | 0.3 |
| **2002** | 10 | 33 | 28 | 13 | 16 |
| **2003** | 17 | 43 | 20 | 9 | 11 |
| **2004** | 13 | 41 | 28 | 9 | 9 |

Durante o tempo deste estudo (2001 a 2004), o escalão de alturas significativas mais frequente foi de 1 a 2 m (43% das ocorrências totais),

tendo sido atingida a frequência mais elevada em 2001 (56%) e a mais baixa em 2002 (33%).

Tabela 2. Escalão dos períodos da onda mais frequentes (%) registados entre 2001e 2004

| Ts (m) | 0-5 s | 5-8 s | 8-12 s | 12-15 s | ≥ 15 s |
|---|---|---|---|---|---|
| **2001** | 1.4 | 45 | 50 | 4 | 0.3 |
| **2002** | 0.5 | 26 | 50 | 23 | 0.6 |
| **2003** | 1 | 31 | 53 | 13 | 3 |
| **2004** | 12 | 60 | 28 | 0.3 | 0 |

Relativamente ao período, o escalão mais frequente foi o de 8 a 12 s (45% das ocorrências totais), embora em 2004 a agitação marítima que atingiu a costa tivesse um período predominantemente (60%) compreendido entre 5 e 8 segundos (dados do ondógrafo de Leixões, IH 2005). Durante o ano de 2002 ocorreram as situações de agitação marítima mais intensa, isto é, ocorrência de ondas com $H_s > 3$m durante 106 dias do ano e $T_s > 12$s durante 88 dias do ano.

Quanto à ondulação, verificou-se que o rumo mais frequente foi o de NO (79%), tendo o de SO sido de 14% (dados do Departamento de Pilotos do Porto de Viana do Castelo, 2004). A onda é do tipo oceânico (gerada ao largo), com $H_s$ de 2.17m e $T_s$ de 9.5s.

As ondas mais altas foram observadas em 2002, nos meses de Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro, atingindo uma altura máxima de 4.11m (em Novembro de 2002), enquanto que os valores mais baixos foram predominantes durante o mês de Dezembro de 2001 e durante os meses de verão de 2003 (a média mais baixa foi de 1.02m, em Agosto) (Figura 8).

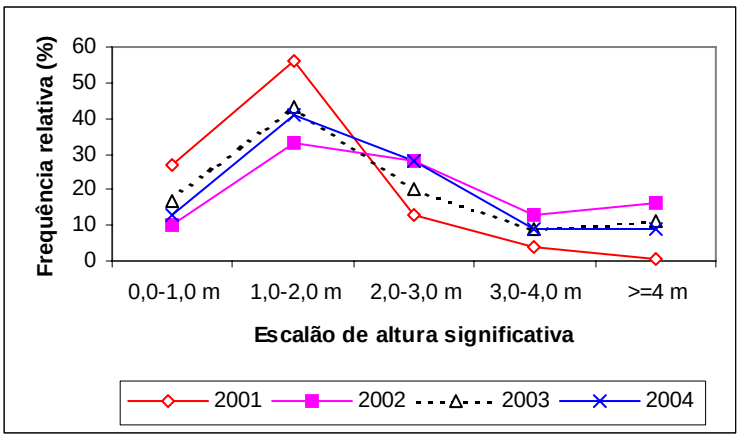



Figura 6. Distribuição dos escalões de alturas significativas da onda

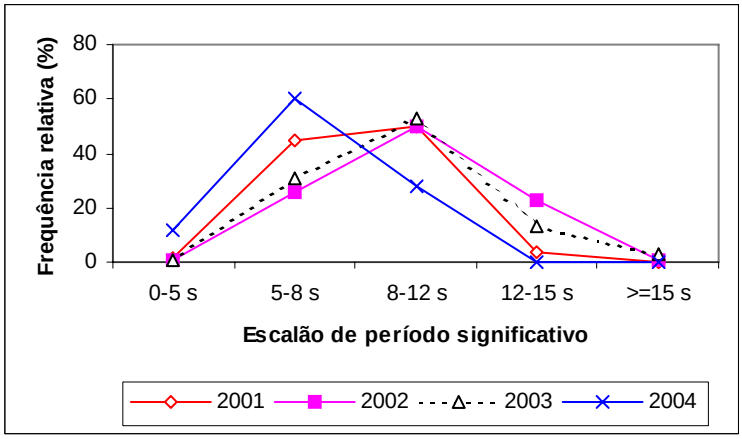



Figura 7. Distribuição dos escalões de períodos significativos da onda.

Os valores mais elevados do período ocorreram durante os meses do inverno de 2002 ($T_s$ máximo de 11.86s em Janeiro) e de 2003 ($T_s$ máximo de 11.78s em Março), os valores intermédios durante os meses de primavera e outono e os valores mais baixos durante Julho de 2001 e em Julho e Agosto de 2002 e de 2003 ($T_s$ mínimo de 6.89s em Julho/03).

Entre 2002 e 2003, as médias da altura e do período das ondas apresentaram uma diminuição de cerca de 0.32m e 0.28s, respectivamente, enquanto que, de 2003 para 2004, a altura média das ondas diminuiu cerca de 0.17m e a média do período aumentou cerca de 0.05s.

A declividade ($H_s$ / $L_0$) das ondas apresentou um comportamento irregular (Figura 8 a e b) tendo-se verificado, contudo, uma ligeira tendência decrescente entre 2002 e 2004. Os valores mais elevados prevaleceram durante a maior parte do ano de 2002 (máximo de 0.056 e um mínimo de 0.003), enquanto que os valores mais baixos estiveram associados a ondas de reduzida altura, características das situações de bom tempo.

2.1.2.2 Marés e correntes de maré

A orla costeira do noroeste de Portugal integra-se no sistema anfidrómico do Atlântico Norte e localiza-se em zona de transição de meso-marés para macro-marés.

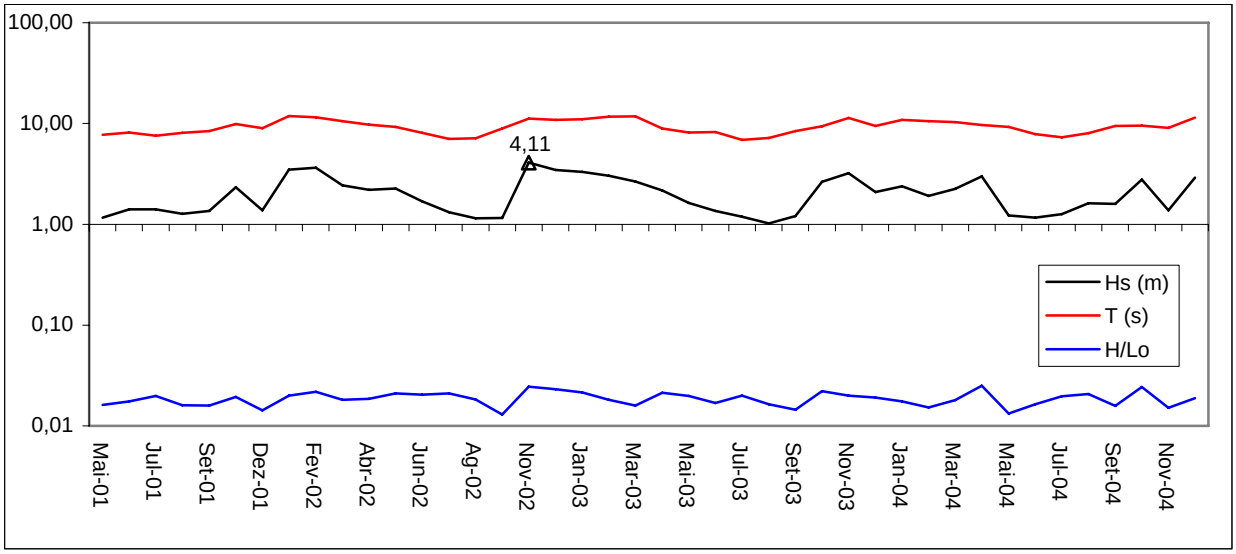



Figura 8 a. Variação dos valores médios da altura significativa ($H_s$), do período ($T_s$) e da declividade das ondas ($H_s$ / $L_0$) durante o período de estudo (2001 a 2004).

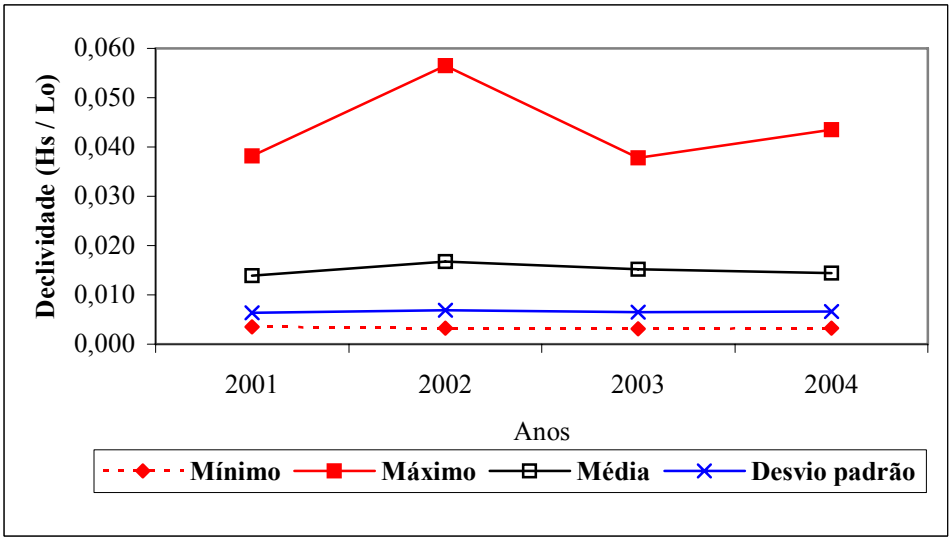



Figura 9. Variação dos valores da declividade das ondas ($H_s$ / $L_0$) durante o período de estudo (2001 a 2004).

A amplitude das marés na costa portuguesa varia desde pouco mais de 1m nas marés mortas até 4m nas marés vivas (Instituto Hidrográfico, 2004). As marés são do tipo semi-diurno, isto é, com duas preia-mares e duas baixa-mares diárias, propagando-se de sul para norte.

A maré local tem uma amplitude máxima de preia-mar de 3.9m e uma amplitude mínima de baixa-mar de 0.2m (dados do Instituto Hidrográfico da Marinha, 2004), o que permite classificá-la de mesotidal. Esta variação da amplitude implica uma grande largura de zona intertidal nas praias de baixo declive.

Considerando a amplitude média da maré (3.12m) e a altura média significativa anual da onda ($H_s$=2.17m), esta costa classifica-se de energia mista (onda e maré) (Davis e Hayes, 1984).

As oscilações do nível do mar originadas pelas marés são acompanhadas de movimentos horizontais de massas de água que se designam de correntes de maré. Estas correntes dependem da rotação da Terra, das características da maré que atinge a costa, da batimetria e da configuração da costa. As correntes originadas pelas marés desempenham um papel importante na dinâmica sedimentar das praias, principalmente nas zonas estuarinas e lagunares e nas desembocaduras dos rios.

As correntes de enchente e de vazante das marés desempenham um papel importante na circulação e redistribuição de sedimentos em estuários, lagunas e praias arenosas, sendo responsáveis pela formação dos deltas de maré e outros bancos arenosos. Tal é o caso dos deltas de maré enchente e de vazante do rio Cávado, os quais têm contribuído para o assoreamento do estuário e da sua desembocadura.

2.1.2.3 Sobreelevação de tempestade (*storm surge*)

A sobreelevação do nível do mar resulta da acção conjugada de vários factores, o mais importante dos quais é uma diminuição da pressão atmosférica ligada à passagem de uma depressão (ciclone). Em resposta à depressão atmosférica, o nível do mar sobe localmente, ocorrendo um empolamento e acumulação de água sobre a costa, originada por fortes ventos. Assim, numa situação em que o vento sopre com uma velocidade de 80km/h, durante doze horas, na direcção de terra, a correspondente sobreelevação do mar será de 1 m (Paskoff, 1998). Esta subida é mais acentuada se houver coincidência com um período de marés vivas ou se houver efeito de ressonância, isto é, transferência de energia de ondas incidentes para ondas estacionárias, ligada à configuração da costa (meios confinados como, por

exemplo, os estuários e as praias em concha). Durante os períodos de tempestade, as ondas sobreelevadas atacam a costa com grande intensidade, originando galgamentos marinhos que induzem mudanças morfológicas muito bruscas nas praias arenosas, tais como a destruição rápida de dunas e o recuo acentuado das arribas arenosas (processos erosivos) e a formação de leques de galgamento (processos de acumulação). Nas praias de seixos, a sobreelevação das ondas origina cristas de seixos com grande altura e induz aumento acentuado do declive da face da praia.

Apesar da escassa informação relativa ao estudo deste fenómeno em Portugal, Gama *et al*. (1999a) referem que foram detectados, na última década do século XX, níveis de sobreelevação do mar superiores a 40cm na estação maregráfica de Viana do Castelo.

2.1.2.4 Correntes costeiras

As correntes originadas pelas ondas na zona de rebentação - correntes longitudinais e transversais e, correntes de fluxo-refluxo - desempenham um papel importante na dinâmica sedimentar das praias. Tendo uma capacidade de transporte elevada, deslocam por suspensão, saltação e tracção (reptação e/ou rolamento), partículas argilosas, limos, areias, areão e, mesmo, seixos.

Quando a onda rebenta, a energia libertada é suficiente para iniciar o movimento dos sedimentos depositados, os quais, posteriormente, são transportados pelas correntes de fluxo e refluxo da onda, pelas correntes de retorno e pela deriva litoral.

Na zona de estudo, a deriva litoral predominante é norte-sul (95% da ondulação é de N e O), embora nas zonas dependentes das fozes dos rios Cávado e Neiva seja sul- norte, em consequência da difracção das ondas induzida pela presença dos bancos que constituem os deltas de maré vazante.

Em determinadas condições de ondulação de S-SO (4.7% dos casos), a corrente de deriva litoral movimenta-se de sul para norte.

Quanto às estimativas da resultante anual da deriva litoral na zona de estudo, os dados são bastante escassos. Segundo Dias (1987), Taborda (1993) e Teixeira (1994), os valores da deriva litoral na plataforma continental norte variam entre 0.2 e 3.5 x $10^6$ $m^3$/ano. Os resultados obtidos através da utilização de fórmulas matemáticas nem sempre são concordantes, facto que resulta da

utilização de valores diferentes relativos à agitação marítima ao largo, batimetria, orientação da linha de costa e refracção da onda.

Nesta dissertação foram feitas algumas estimativas para a deriva litoral local utilizando as fórmulas do CERC (1984), de Kamphuis (1986, 1993) e de Bailard (1984). Através dessas fórmulas é possível calcular, num dado ponto da costa, o caudal sólido longitudinal em determinadas condições hidrodinâmicas (Bagnold, 1963; Graf, 1971; Mignot, 1979; Massel, 1989; Tang e Dalrymple, 1989; Van Rijn, 1989; Fredsoe e Deigaard, 1992; Martinez e Harbaut, 1993; Paskoff, 1993, em Michel, 1997).

Os valores da deriva litoral assim calculados foram posteriormente confrontados com os valores dos balanços sedimentares registados nas praias em estudo, para assim se poder seleccionar a equação (ou equações) que melhor se aplica(m) à determinação do transporte litoral na zona de estudo, sob diferentes condições de ondulação.

Fórmula do C.E.R.C.: dá o transporte litoral em função do período e altura da onda ao largo, do coeficiente de refracção e do declive da praia. Esta fórmula não tem em conta a dimensão das partículas.

$Q_l = ( a . Hb_s . Cb_g) . \sin ( 2\alpha_b )$

$Q_l$ é a deriva litoral em $m^3/s$

- $Cb_g$ é a velocidade de grupo das ondas na zona de rebentação (m/s)

$Cb_g = (g . h)^{0.5}$ onde $g = 9.81\ m/s^2$ e h = profundidade na zona de rebentação (m) - $\alpha_b$ é o ângulo de incidência da onda

- $Hb_s$ é a altura da onda no momento da rebentação (m)

O transporte sólido (a), medido em termos de peso imerso, e a sua relação com um volume, é calculado por:

$a = K/ [16 . (\rho_s /\rho-1) . (1- P) . (1.416)^{5/2}]$,

$\rho_s$ é a massa volúmica da areia quartzosa (2650 $kg/m^3$)

- $\rho$ é a massa volúmica da água do mar à temperatura de 16º C (1025 $kg/m^3$)

- P é a porosidade do sedimento (0.4)

- 1.416 é um factor de correcção

- K é um coeficiente empírico (K = 0.77) que correlaciona a taxa de transporte com o fluxo longitudinal de energia. Segundo Komar e Inman (1970), este valor deve ser de $\cong$ 0.4, se se considerar na fórmula a altura significativa $Hb_s$.

Fórmula de Bailard (1984) : é a fórmula do C.E.R.C. na qual a dimensão do sedimento intervém no coeficiente K, calculado do seguinte modo

$K = 0.05 + 2.6 \sin^2 ( 2\alpha_b ) + 0.007\, u_m / \omega_s$

- $\alpha_b$ é o ângulo de incidência da onda na rebentação

- $u_m$ é a velocidade de pico associada ao movimento oscilatório da onda (componente horizontal) junto ao fundo em (m/s)

- $u_m = \tau \,.\, (g \,.\, Hb_s)^{1/2}$, sendo $\tau = 0.8$, $g = 9.81$ m/s$^2$ e $Hb_s$ a altura significativa da onda no momento da rebentação em (m)

- $W_s$ é a velocidade de sedimentação das partículas de acordo com Stokes (m/s) = $D^2/18 \,.\, [ (\rho_s - \rho)/ \mu]. g$, onde D é o diâmetro médio da partícula ($D_{50}$ em m) e $\mu$ a viscosidade cinemática da água (0.001m/s a 20º C)

Fórmula de Kamphuis (1986, 1993): integra um parâmetro importante - o declive da praia:

$Q_l = Hb_s \,.T_s^{1.5} \,.\, \beta_g^{0.75} \,.\, D^{-0.25} \,.\, \sin^{0.6} ( 2\alpha_b )$

- $Q_l$ é a deriva litoral em m$^3$/s

- $T_s$ é o período significativo da onda (s)

- $\beta$ é o declive da praia na zona de rebentação, sendo $\beta$ = db/ lb na zona de rebentação, db a profundidade na zona de rebentação (m) e lb a distância entre a praia e a rebentação das ondas (m)

- D é o $D_{50}$ ou mediana do sedimento (m)

Estas fórmulas são baseadas num mesmo princípio, embora considerem coeficientes empíricos e parâmetros diferentes.

Além da quantificação dos volumes sedimentares, é importante a determinação da direcção do trânsito sedimentar e da profundidade máxima de actuação das ondas na remobilização dos sedimentos de fundo para a costa (*profundidade de fecho*, Hallermeier, 1981). O sentido do movimento dos

sedimentos pode determinar-se com marcadores naturais (alguns minerais) presentes em algumas areias ou cascalhos ou através de marcadores artificiais (Komar e Inman, 1970).

Para a determinação da *profundidade de fecho* escolheu-se o método de Hallermeyer (1978, 1981), utilizando-se os dados estatísticos disponíveis da agitação marítima e das características dimensionais das areias das praias arenosas de Esposende.

Segundo Hallermeyer (1981), as profundidades-limite de actuação das ondas sobre os sedimentos (di e dl) podem ser calculadas a partir da relação:

$$dl = 2x\ H_{50} + 12\sigma \quad e \quad di = H_{50}\ x\ T\ x\ (g\ x\ d_{50} - 1/5000)^{0.5}$$

$$H_{50} = H_s - 0.3\ \sigma$$

$H_s$ - altura significativa da onda (média anual obtida através do estudo da distribuição lognormal de alturas observadas) e $\sigma$ - desvio padrão correspondente.

T - período médio anual da onda

g- aceleração da gravidade

$d_{50}$ – diâmetro mediano das areias, à profundidade 1.5 x dl

Entre a profundidade limite (dl) e a praia ocorrem as maiores mudanças de volume sedimentar entre a prépraia e a praia propriamente dita, englobando a totalidade das que dependem dos transportes longitudinal e transversal, verificadas à escala sazonal. Para o largo de di, predominam os processos de transporte sedimentar em suspensão.

2.1.2.5 Correntes de retorno

As correntes de retorno são fluxos de água, de largura reduzida, que se escoam da praia para o exterior da zona de rebentação da onda. As correntes de retorno são mais frequentes em praias arenosas onde são frequentes perfis de acumulação ou de erosão, expostas a ondas de altura elevada; quando as ondas são menores, elas são menos desenvolvidas, embora mais numerosas.

Quando as ondas quebram na praia, elas empurram a água acima do nível médio do mar (acumulação de um excesso de água contra a praia) sob a forma de ressaca e espraiamento. Quando, sob a influência da gravidade, a água retorna ao mar e encontra outra onda a quebrar é impedida de prosseguir pelo *efeito de barreira* temporário. O volume desta água armazenada acima do

nível médio do mar aumenta à medida que outras ondas chegam, até que, num determinado ponto da praia, a *cabeça* hidráulica dessa água se torna maior que o espraiamento das ondas e se inicia o fluxo em direcção ao mar sob a forma de corrente de retorno (Brenninkmeyer, 1982). Estas correntes de retorno (*rip currents*) ou *agueiros* podem ter forte intensidade e uma largura média de 15 a 30m (Paskof, 1998); geralmente atravessam a zona de rebentação, atrás da qual acabam por dissipar-se em pluma, embora outras possam continuar por centenas de metros. A força de uma corrente de retorno movendo-se, num canal, para dentro do mar tende a diminuir a altura e energia das ondas que chegam, contrariando o efeito de sua rebentação.

A diminuição da frequência de rebentação resultante, e a ocorrência de águas relativamente calmas à superfície de um canal de uma corrente de retorno, atraem banhistas que, pensando ter escolhido uma zona mais tranquila para o banho de mar, estão a cometer um erro que lhes pode ser fatal.

As correntes de retorno variam em comprimento, largura, profundidade, forma, velocidade e potência. A sua acção erosiva manifesta-se sobre fundos móveis (arenosos), onde cavam sulcos profundos e colocam a descoberto antigos depósitos. O transporte de areias por estas correntes, as quais se podem depositar depois a grandes profundidades e longe da costa, pode contribuir para o *emagrecimento* das praias.

Na zona de estudo foram identificadas algumas praias (Esposende e Restinga norte) onde estas correntes são mais frequentes.

2.1.2.6 Vento

As condições meteorológicas predominantes em Portugal continental são resultantes da migração periódica anual da frente polar para norte no verão e para sul durante o inverno. No inverno, Portugal Continental é atingido pelas depressões subpolares, com sistemas frontais provenientes de oeste, causando precipitações mais ou menos abundantes, temperaturas médias e mensais relativamente baixas, e ventos dominantes do quadrante oeste. Durante a aproximação e passagem dos sistemas frontais os ventos sopram de SO ou de S, os mais fortes estando associados a depressões muito cavadas. A descida da frente polar até às latitudes de Portugal, é responsável pela geração dos ventos

de SO que assolam a costa ocidental, os quais sendo característicos durante o inverno, são reduzidos durante o resto do ano.

Por vezes, surgem situações com predomínio de vento de NE ou de E e ar frio e seco, associadas à circulação de um Anticiclone continental.

Durante o verão prevalece uma situação meteorológica bastante estável, resultante da influência conjunta da crista NE do Anticiclone dos Açores e da Depressão de origem térmica que se forma sobre a Península Ibérica, dominando o bom tempo, com céu limpo ou pouco nublado, reduzida precipitação, temperaturas altas, e vento fraco. Também se podem fazer sentir, com alguma regularidade, os ventos da *Nortada* na costa ocidental, quando o núcleo de altas pressões se associa com um núcleo de baixas pressões de origem térmica, que se forma no centro da Península Ibérica.

As orientações dominantes da costa determinam a direcção das brisas locais, com variação de periodicidade diurna, originadas pelo desigual aquecimento e arrefecimento das superfícies do mar e da terra. O efeito conjunto da circulação geral na região e das brisas locais de variação periódica diurna determina o regime de vento na costa. Os ventos predominantes na orla costeira ocidental são, geralmente, de N e de NO. Quando a circulação geral é calma (vento fraco), sopra uma brisa de O ou NO durante o dia, a qual aumenta de intensidade para o fim da tarde.

Entre 1961 e 1990 (Tabela 3), na costa minhota, os rumos mais frequentes foram de NE, N e SO, enquanto que os ventos mais fortes sopraram de S e SO, normalmente associados a depressões cavadas. A distribuição da intensidade do vento ao longo do ano apresenta uma variabilidade sazonal (Figura 9), com valores mais elevados entre os meses de Fevereiro e Abril, e períodos de *calma* mais frequentes de Novembro a Janeiro (Instituto de Meteorologia, 2004).

Na zona de estudo, entre 2001e 2004, o rumo dos ventos dominantes foi dos quadrantes N-NO (38%), S-SO (18%) e O (5%) (dados do Departamento de Pilotos do Porto de Viana do Castelo, 2004).

Apesar da falta de dados quantitativos sobre o transporte sedimentar eólico, observações periódicas de campo permitiram acompanhar o enchimento de algumas paliçadas e identificar a formação de algumas dunas migrantes durante os períodos de nortadas (NO) e ventos de Oeste.

| | N | | NE | | E | | SE | | S | | SW | | W | | NW | | Calma | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **F** | **V** | **F** | **V** | **F** | **V** | **F** | **V** | **F** | **V** | **F** | **V** | **F** | **V** | **F** | **V** | **C** | **(km/h)** |
| Janeiro | 18 | 6,7 | 24 | 5,4 | 9,3 | 5,8 | 5,2 | 6,8 | 8,4 | 14,2 | 12,1 | 12,6 | 8,7 | 13 | 8,1 | 9,4 | 6 | 9,2 |
| Fevereiro | 15,6 | 6,6 | 19,2 | 5,6 | 7 | 5,8 | 3,7 | 8,4 | 11,8 | 17,1 | 17 | 15,1 | 11,7 | 14 | 10 | 9,6 | 4 | 10,3 |
| Março | 18,6 | 8,4 | 20,3 | 5,7 | 7,7 | 6,3 | 3,7 | 7,2 | 7,2 | 17,5 | 14,5 | 12,3 | 13,1 | 11,4 | 12,1 | 13,4 | 2,8 | 10,1 |
| Abril | 15,2 | 11,1 | 18,9 | 8 | 12,1 | 7,1 | 5 | 6,1 | 6,8 | 14,5 | 13,3 | 12,3 | 12,5 | 12 | 14,8 | 15,1 | 1,3 | 10,8 |
| Maio | 12,8 | 11,2 | 13,1 | 7,5 | 9,1 | 7,7 | 5,2 | 4,9 | 9,5 | 11,1 | 17,8 | 11,3 | 15,1 | 10,7 | 16,7 | 14,6 | 0,5 | 9,9 |
| Junho | 11,5 | 12,1 | 13,1 | 7,6 | 9,7 | 6,3 | 5,5 | 5,8 | 10,2 | 9,5 | 18,5 | 8,7 | 14,5 | 10,4 | 16,3 | 13,2 | 0,8 | 9,2 |
| Julho | 13,4 | 10,6 | 12,6 | 8,2 | 9,8 | 6,3 | 6 | 5 | 9,5 | 6,6 | 20,1 | 8,5 | 14,4 | 9,1 | 13,4 | 12,7 | 1 | 8,4 |
| Agosto | 15 | 10,6 | 14 | 7,4 | 9,6 | 5,5 | 4,6 | 4,4 | 7,5 | 7 | 16,2 | 7,4 | 13,5 | 10 | 17,3 | 12,4 | 2,3 | 8,1 |
| Setembro | 13,6 | 5,8 | 15,8 | 5,7 | 10,5 | 5 | 4,8 | 5,2 | 9,5 | 10,6 | 16,8 | 8,1 | 14,2 | 8,9 | 11,9 | 9,4 | 2,8 | 7,3 |
| Outubro | 17,9 | 4,8 | 18,9 | 4,4 | 9 | 5,8 | 6,2 | 6,2 | 10,4 | 13,9 | 13,4 | 10,4 | 10 | 10,5 | 11,2 | 9,2 | 3,1 | 8,2 |
| Novembro | 16,4 | 4,9 | 25,3 | 4,8 | 11,5 | 6 | 6,3 | 8 | 9,7 | 12,2 | 11,3 | 9,6 | 5,6 | 9,1 | 6,7 | 8,7 | 7,1 | 7,9 |
| Dezembro | 13,6 | 6,1 | 23,8 | 5,1 | 11 | 5,3 | 4,9 | 7,6 | 13,1 | 16,4 | 13,3 | 15,2 | 8 | 13,7 | 7,6 | 9 | 4,8 | 9,8 |
| Ano | **15,1** | **8,2** | **18,3** | **6,3** | **9,7** | **6,1** | **5,1** | **6,3** | **9,5** | **12,6** | **15,4** | **11,0** | **11,8** | **11,1** | **12,2** | **11,4** | **3,0** | **9,1** |

Tabela 3. Frequência (%) e velocidade média V (km/h) do vento, na estação meteorológica de Viana do Castelo, entre 1961e1990 (dados do IM, 2004).

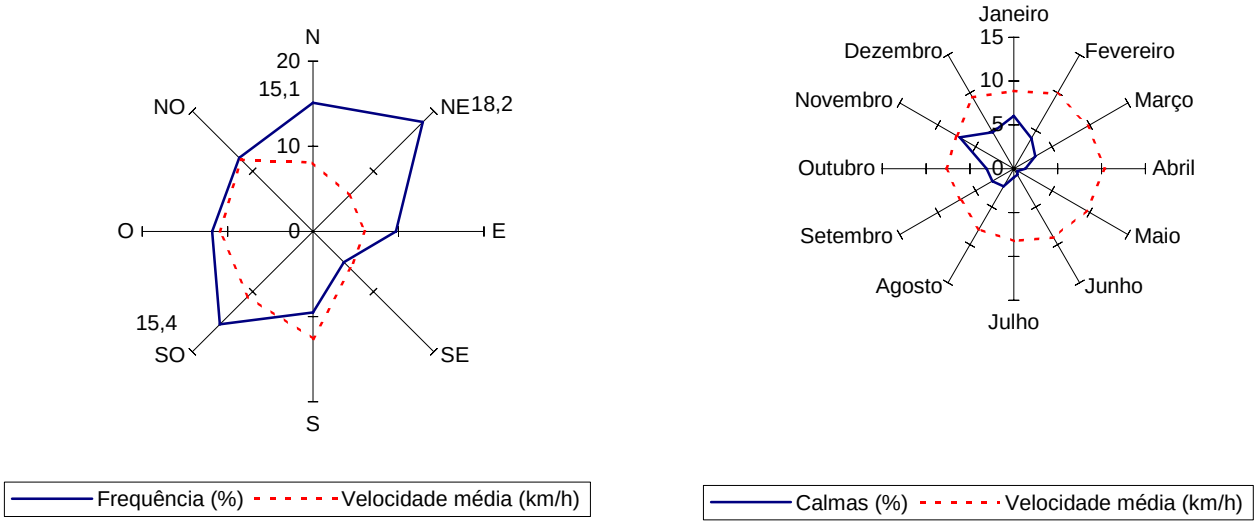



Figura 10. Frequência e velocidade média do vento na região de Viana do Castelo (dados do Instituto de Meteorologia, 2004).

Durante os períodos de nortada, grande volume de areias é remobilizado pelo vento, da berma e face da praia, dos bancos intertidais e de dunas degradadas associadas a corredores eólicos, induzindo a formação de dunas migrantes (como em Cepães, Redonda e Apúlia), as quais poderão invadir habitações construídas sobre as dunas e outras estruturas adjacentes às praias (estradas, campos agrícolas e passadiços).

## 2.2. Factores antrópicos

### 2.2.1 Barragens e outras intervenções nas bacias hidrográficas

Segundo vários autores, um dos factores mais importantes para o impedimento do transporte fluvial de areias é constituído pelos aproveitamentos hidroeléctricos e hidroagrícolas, isto é, pelas barragens (Mota Oliveira 1990, Oliveira *et al.* 1992, Veloso Gomes 1987, 1991, 1993, 1996 em Magalhães 1999, Dias 1990, Ferreira e Dias 1991, Teixeira 1994, Boski e Dias 1997 em Magalhães 1999).

A regularização dos cursos de água, ao controlar a ocorrência dos períodos de cheia, impede que grande quantidade de sedimentos, em trânsito no curso fluvial, se desloque para jusante das barragens. A diminuição do caudal fluvial e a perda da competência dos rios contribuem para que as fracções mais grosseiras dos sedimentos (nomeadamente as areias e cascalhos que, mais cedo ou mais tarde, iriam contribuir para abastecer a orla costeira) se depositem em zonas mais a montante das bacias hidrográficas.

A construção de barragens também contribui para uma redução da área das bacias hidrográficas que é directamente drenada para o mar, o que conduz a uma diminuição significativa dos volumes sedimentares transportados por via fluvial. Aquela área, cuja drenagem directa para o mar foi inibida, é a que apresenta relevo mais acidentado.

Considerando que as descargas das barragens, especialmente no decurso das cheias, não conseguem remobilizar de forma significativa as partículas arenosas (depositadas sobretudo a montante das albufeiras), para alguns autores, como Dias (1990), os aproveitamentos hidroeléctricos e hidroagrícolas das bacias hidrográficas que desaguam em Portugal são responsáveis, provavelmente, pela retenção de mais de 80% do volume de

areias que eram transportadas pelos rios antes da construção dos referidos aproveitamentos.

Segundo esta perspectiva, seria de esperar a existência de grandes acumulações de sedimentos nas albufeiras. Contudo, observações da albufeira da barragem da Venda Nova quase vazia e da de Salamonde (bacia hidrográfica do Cávado), realizadas durante os verões de 2001 e 2002, mostraram acumulações de areia muito pouco significativas (Carvalho *et al*., 2002; Costa e Granja, 2003).

Um outro efeito de grande importância, resultante da regularização dos rios, é o da eliminação ou diminuição da intensidade das cheias. A maior parte das areias são exportadas da zona estuarina para a plataforma continental interna no decurso das cheias. Quanto maior é a cheia maior é o volume de sedimentos (nomeadamente de areias) transportados para o exterior. Eliminando, ou diminuindo, a ocorrência das cheias e dos picos de cheia, as barragens contribuíram para a diminuição do transporte sedimentar para a plataforma e, consequentemente, para o défice da alimentação da orla costeira.

No entanto, apesar da importância do transporte sedimentar fluvial, a inexistência de uma monitorização contínua e de dados quantitativos que permitam correlacionar as acumulações de areia retidas nas barragens com o *emagrecimento* (erosão) das praias não permite inferir que este seja uma consequência directa da construção de barragens nas redes hidrográficas.

### 2.2.2 Destruição e/ou degradação da orla costeira

A degradação e/ou destruição antrópica dos sistemas dunares afecta a orla costeira, já de si vulnerável pelo efeito conjunto da elevação do nível do mar e da diminuição do abastecimento em sedimentos. Aqueles sistemas constituem as melhores defesas naturais contra os galgamentos do mar e a migração das praias para o interior.

Entre as muitas acções que contribuem para a degradação dos sistemas naturais podem referir-se: 1) o pisoteio das dunas que, destruindo o coberto vegetal, propicia o aparecimento de corredores eólicos e assim facilita os galgamentos oceânicos; 2) o aumento da escorrência, devido às regas dos campos agrícolas adjacentes aos sistemas dunares, a qual provoca, geralmente, erosão muito forte e intensifica os fenómenos de ravinamento; 3) a construção

de estradas improvisadas paralelas aos sistemas dunares e a construção de edifícios no topo das arribas, a qual aumenta a impermeabilização do solo e as pressões exercidas, induzindo vibrações conducentes a movimentos de massa das areias pela acção da gravidade; 4) e as explorações de areias que destroem por completo as formas naturais e que, frequentemente, deixam zonas deprimidas que são inundadas no decurso de temporais e conduzem à intensificação da erosão, propiciando recuos locais muito elevados, por vezes durante uma única tempestade. Estas e muitas outras acções nefastas exercidas sobre os sistemas dunares retiram à orla costeira a capacidade de defesa e auto-regeneração que lhe era conferida por tais geoformas, isto é, diminuem a sua capacidade de reorganização, de recuperação e de resposta às mudanças (diminuição da resiliência).

A análise de fotografia aérea referente à zona de estudo e os dados de campo recolhidos mostram que o número de corredores eólicos predomina nas áreas onde a ocupação humana é mais intensa.

### 2.2.3 Obras defensivas de engenharia costeira

Considerando os actuais problemas de erosão, as obras de engenharia costeira apesar de assegurarem alguma defesa temporária, têm, em geral, consequências nefastas para os segmentos costeiros em que são implantadas e/ou para os adjacentes. Efectivamente, basta o facto de se tratar de estruturas estáticas e rígidas, inseridas num meio que é profundamente dinâmico (a orla costeira), para causar perturbações profundas, tais como mudanças no padrão de reflexão, refracção e difracção das ondas.

As principais obras de engenharia costeira no litoral de Esposende, construídas durante a década de oitenta, são quebra-mares, esporões e enrocamentos.

Os esporões constituem um obstáculo ao livre transporte longitudinal das areias pela deriva litoral, podendo a sua eficiência ser medida pela percentagem do caudal sólido retido a barlamar da estrutura. A sua construção, no segmento costeiro situado a sul da foz do Cávado (Figura 10), foi amplificadora da erosão costeira nos sectores a sotamar das estruturas, embora se tivesse revelado eficaz na defesa local do património edificado em frente, ou imediatamente a barlamar (Granja 1990).

Na prática, os esporões são de eficiência parcial pois têm um tempo de vida relativamente curto. Vários agentes podem danificar este tipo de estruturas, em especial as ondas, afectando directamente a sua estabilidade e podendo conduzir à queda, ou deslocamento dos seus blocos e, mesmo, à ruína da estrutura. A determinação da agitação marítima é, por isso, um parâmetro fundamental no cálculo da estabilidade destas estruturas, a qual contribui para a maior duração do seu tempo útil.

Actualmente, todos os esporões existentes no litoral de Esposende estão num estado de degradação bastante elevado, pelo que as praias, mesmo a barlamar, durante o período de estudo, apresentaram um défice sedimentar anual médio de –84m$^3$/m/ano. Apesar dos impactes negativos induzidos pelas obras de engenharia costeira, estas são necessárias para a defesa de algumas actividades imprescindíveis para o desenvolvimento económico e social do litoral, pelo que deveria proceder-se à avaliação dos custos da sua manutenção e dos impactes que elas induzem, bem como à sua monitorização.

Figura 11. Esporão das Pedrinhas, Apúlia (2003). Na figura pode ver-se o elevado grau de degradação da raíz do esporão o que permite, em marés vivas, que o mar passe por trás, diminuindo a sua eficácia na retenção das areias transportadas pela corrente de deriva N-S e/ou pelo vento de noroeste (nortadas). (1- blocos do esporão dispersos na praia pela ondulação no inverno de 2002).

# 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo, realizado entre 2001 e 2004, consistiu em:

- observações de campo da morfologia da praia em diferentes situações meteorológicas;
- análise de cartas topo-hidrográficas, incluindo comparação das cartas batimétricas da foz do Cávado de 1991, 1992 e 2001, e interpretação de fotografia aérea;
- levantamentos topo-hidrográficos periódicos para a caracterização da morfologia da praia (incluindo as suas microformas) e determinação dos diferentes parâmetros de praia (declive da praia e da face da praia, largura da berma da praia e volume sedimentar);
- determinação dos parâmetros hidrodinâmicos a partir dos dados de ondulação adquiridos ao Instituto Hidrográfico (2004);
- determinação da velocidade de queda dos sedimentos das praias (*Ws*) na água do mar;
- determinação do índice de vulnerabilidade morfológica das praias (Iv);
- determinação do grau de segurança das praias;
- monitorização, com GPS, da evolução do delta de jusante da desembocadura do rio Cávado (Datum WGS84, UTM);
- determinação do coeficiente hidrodinâmico, das flutuações do prisma de maré e do grau de estabilidade da foz do rio Cávado;
- colheita de amostras de sedimentos nas praias (berma, face da praia e banco intertidal) e nos bancos no interior do estuário, para caracterização dimensional e identificação de minerais pesados.

## 3.1 Morfologia da praia

Procedeu-se à observação das microformas de praia, em diferentes condições meteorológicas e hidrodinâmicas. Fizeram-se registos fotográficos, em situações de inverno e de verão, durante e após as tempestades e nos períodos de marés vivas, da orientação e do maior ou menor desenvolvimento das cristas de praia (*beach ridges*), das cúspides (*beach cusps*) e regueiras (*ridge and runnels*). Anotaram-se valores de parâmetros relativos ao

comprimento de onda de algumas cúspides, à altura das cristas de seixos e ao declive da parte média da face da praia em alguns sectores da praia.

### 3.2 Análise de cartas topo-hidrográficas

À escala temporal decenal, o estudo da evolução da embocadura foi feito com base nas cartas batimétricas disponíveis, referentes a 1991, 1992 e 2001.

A partir das cartas batimétricas de 1991, 1992 e 2001, executou-se um perfil da secção estabelecida por Gassiat (1989) e calculou-se a sua superfície abaixo do nível do mar. As áreas foram calculadas recorrendo ao método dos trapézios.

As coordenadas (sistema Hayford/Gauss) do perfil são as seguintes: 508288 / 145070 N e 508200 / 145070 S; 508288 / 145070 N e 508094 / 145070 S; 508288 / 145070 N e 508092 / 145070 S; 508288 / 145070 N e 508078 / 145070 S.

### 3.3 Levantamentos topo-hidrográficos

Levantamentos topo-hidrográficos foram feitos segundo perfis transversais ao longo da praia, usando uma estação total Leica (todos os levantamentos foram realizados relativamente ao zero hidrográfico, 2m abaixo do nível médio do mar e segundo o Datum Hayford /Gauss). Os perfis foram realizados entre a base da arriba talhada na duna frontal e a linha de baixa-mar, a partir de pontos fixos colocados na crista da duna frontal.

Usando os dados dos levantamentos topo-hidrográficos e dos perfis obtidos a partir da carta topográfica georreferenciada de Esposende (1:2000) de 1994, foram calculados os balanços sedimentares (Gorman et *al*.,1998) e assinaladas as mudanças morfológicas ocorridas nas praias dos diferentes segmentos.

O valor médio do recuo das arribas foi calculado com base no recuo (em metros) verificado entre a crista da arriba talhada na duna frontal e a estaca (ponto fixo) colocada na crista da duna, e no recuo máximo verificado nos diferentes perfis durante o período de estudo (Byrnes e Hiland, 1994; Anders *et al.,* 1990 *in* Gorman *et al*., 1998).

Em cada um dos sectores calcularam-se as variações de volume por metro linear de linha de costa ($m^3/m$) entre o zero hidrogáfico (ZH) e a base da arriba talhada na duna frontal. Os cálculos dos volumes foram obtidos pelo processo *Kriging* com o programa informático *Surfer version 8.0* utilizando os métodos operatórios *Trapezoidal Rule*, *Simpson's Rule* e *Simpson's 3/8 Rule* (Press *et al*., 1988). A comparação dos valores obtidos a partir dos três modos operatórios permitiu obter os volumes com um grau de erro relativo (RE) inferior a 0.05%.

Os valores dos declives da praia (determinado entre a base da duna e o limite da baixa mar, Gorman *et al*., 1998) e da face da praia foram, também, determinados nos perfis principais de cada sector. A determinação do declive contribui para a caracterização morfodinâmica da praia.

### 3.4 Índice de vulnerabilidade

A sensibilidade de um sistema costeiro é o balanço entre a susceptibilidade – impactes de grande espectro de diferentes factores forçadores – e a resiliência – propensão do sistema a ajustar-se a esses factores. Quanto menor for a resiliência do sistema, maior será a sua sensibilidade ou vulnerabilidade.

A vulnerabilidade de um sistema pode ser avaliada através do índice de vulnerabilidade morfológica (Iv), o qual é uma medida da maior ou menor resiliência, isto é, da capacidade da praia ajustar o seu equilíbrio morfodinâmico a condições de agitação marítima adversas (Larson e Kraus, 1995). Foi determinado nas praias dos segmentos costeiros estudados, na área situada entre a faixa da maré baixa e a base da arriba.

O índice de vulnerabilidade (Iv) foi obtido pela fórmula:

$$Iv = ( V_{max} - V_{min} ) / V_{med}$$ (Ferreira, 1998)

onde $V_{max}$ e $V_{min}$ são os volumes máximo e mínimo, respectivamente, e $V_{med}$ é o volume médio obtido para os levantamentos topográficos realizados no período de tempo escolhido. Segundo Ferreira (1998), de acordo com aquele índice, o comportamento de uma praia pode ser:

$Iv < 0.35$ robusto

$0.35 < Iv < 0.9$ frágil

$Iv > 0.9$ extremamente frágil

3.5 Parâmetros hidrodinâmicos

Ondulação

Dos parâmetros da agitação marítima obtidos a partir da bóia do porto de Leixões (latitude = 41º 19' 00" N;lLongitude = 8º 59' 00" W; profundidade = 83m), referentes ao período 2001-2004, foram utilizadas as médias anual e mensal.

A altura da onda ao quebrar na zona de ressaca ($H_b$) foi calculada segundo Komar e Gaughan (1972), considerando a média da altura significativa ($H_s$) das ondas do mês anterior aos levantamentos topográficos da praia (Benavente et *al*., 2000). Para tal, no cálculo foram usadas as médias estatísticas dos registos das alturas significativas da onda (dados do Instituto Hidrográfico, 2004).

3.6 Parâmetros morfodinâmicos das praias

A caracterização morfodinâmica das praias, entre 2001 e 2004, foi feita segundo a classificação proposta por Wright e Short (1984 e 1985) e por Carter (1988). Para tal, foram calculados os valores do período significativo ($T_s$) e da altura da onda ao quebrar ($H_s$), e determinadas as características dimensionais dos sedimentos.

O coeficiente de escalonamento (Andrade, 1990) (*surf scaling parameter*, Guza e Inman, 1975), *epsilon* (ε), é representado por:

$$\varepsilon = a \,.\sigma^{2} \,/\, g \tan^{2}\beta$$

onde:

a – amplitude da onda (a = 0.5 H); σ - frequência angular (σ = 2 π / T);

β - declive da praia.

Através deste parâmetro, a zona de ressaca pode ser diferenciada em reflectiva (ε < 2.5), intermédia (2.5 < ε < 20) e dissipativa (ε > 20) (Carter, 1988).

O coeficiente de similaridade (Σ) (*surf similarity parameter*), é representado por:

$$\Sigma = \tan\beta \,/\, (H_0 / L_0)^{0..5}$$

Este parâmetro indica o tipo de rebentação da onda, combinando o declive da praia (tanβ) com a declividade da onda ($H_0$ / $L_0$ , $L_0$ – comprimento de onda). Segundo este parâmetro, o tipo de rebentação da onda pode ser: tempestuosa (*surging*) (Σ ≥ 3.1), colapsante (*collapsing*) (2.4 < Σ ≤ 3.1),

mergulhante (*plunging*) ($0.4 < \Sigma \leq 2.4$) e progressiva (*spilling*)($\Sigma \leq 0.4$) (Battjes,1974, em Short 1999).

O coeficiente de equilíbrio (*Dean's number*) é um parâmetro sem dimensões, proposto por Gourlay (1968) e Dean (1973), referido pela letra grega *ómega* ($\Omega$), que relaciona a ondulação e a velocidade de queda das partículas de diferentes dimensões. A sistematização dos tipos de praia em função da dispersão da energia da onda no sistema foi largamente aplicada na Austrália, definindo-se três modelos de praia (Wright e Short, 1984). As relações de equilíbrio morfodinâmico (reflectem a energia das ondas que é dispendida na praia) são dadas pela equação:

$$\Omega = H_b / (WsT)$$

sendo *Ws* a velocidade de queda dos sedimentos. Este parâmetro ($\Omega$) caracteriza os processos associados à velocidade de precipitação dos sedimentos com a altura e período da onda na rebentação, os quais são particularmente importantes nas aplicações de engenharia costeira. No cálculo dos diferentes parâmetros foram usados os valores médios anuais da dimensão das partículas e do declive da praia. Calculou-se a velocidade de queda das partículas em água salgada.

Segundo este parâmetro ($\Omega$), o estado morfodinâmico da praia pode ser: reflectivo ($\Omega < 1$), intermédio ($1 < \Omega < 6$) ou dissipativo ($\Omega > 6$) (Wright *et al*., 1985).

Parâmetros hidrodinâmicos das desembocaduras

Os parâmetros usados para caracterizar a foz do rio Cávado foram: o coeficiente hidrodinâmico; as flutuações do prisma de maré; as alterações do delta de maré jusante na extremidade N da restinga; o grau de estabilidade da desembocadura.

O coeficiente hidrodinâmico (Hayes, 1979) é dado pela relação: média anual da altura significativa das ondas/amplitude média da maré.

O prisma de maré é o volume total de água que atravessa a desembocadura, em marés vivas, através da área da sua secção mínima, abaixo do nível médio do mar (O'Brien, 1931, 1969 e Jarret, 1976, em Michel, 1993). Depende da amplitude das marés vivas e da dimensão do estuário (Goodwin,

1996). A relação entre a secção húmida da desembocadura e o prisma de maré é dada pela fórmula:

$A = C \times \Omega^n$ , sendo A = área da secção mínima (em $m^2$) da desembocadura abaixo do nível médio do mar;

$\Omega$ = prisma de maré, nas marés vivas equinociais (em $m^3$); a área da secção mínima foi calculada segundo Gassiat (1989). As variações da área da secção mínima foram calculadas comparando o mesmo perfil nos anos 1991, 1992, 2001, 2002, 2003 e 2004.

C e n são duas constantes sem dimensões; segundo Michel (1993), esta relação é dada pela equação:

$A = 4\ 10^{-4} \times \Omega^{0.9047}$ com um factor de correlação $r^2 = 0.9514$;

O grau de estabilidade da desembocadura é a relação prisma de maré/deriva litoral total ($m^3$) correspondendo ao volume total anual de sedimentos movimentados pela acção dos diferentes tipos de onda, qualquer que seja a direcção de transporte.

### 3.7 Amostragem de sedimentos

Os sedimentos foram colhidos na berma da praia, crista da berma, face da praia, limite inferior da face da praia, regueira e banco de maré. A análise dimensional das amostras de sedimentos foi feita com o programa SEDMAC (Henriques, 2003) baseado no método dos momentos.

Os valores obtidos para a média (M) foram usados para calcular a velocidade de queda dos sedimentos (*Ws*) na água do mar e para comparar as variações dimensionais das partículas ao longo das praias.

Relativamente à identificação do cortejo de minerais pesados, foram observadas ao microscópio petrográfico algumas lâminas delgadas (19), tendo sido feita uma estimativa da sua frequência relativa.

Para determinar possíveis relações entre as amostras colhidas na praia e nos afloramentos locais usaram-se dois processos. O primeiro consistiu na determinação do cortejo de minerais opacos e outros minerais acessórios, característicos das rochas quartzíticas metamórficas. Para tal, procedeu-se à observação das lâminas ao microscópio de luz reflectida. O segundo, baseado na *Edge Detection in Petrographic Images Using the Rotating Polarizer Stage* (Goodchild e Fueten, 1998), constou na determinação da área dos minerais de

quartzo e posterior comparação dos resultados, procurando-se estabelecer possíveis relações genéticas entre as amostras dos seixos e os afloramentos quartzíticos locais ou de áreas adjacentes conhecidas (Loureiro,1999).

## 4. ÁREA DE ESTUDO

A zona costeira de Esposende ocupa uma faixa que se estende por cerca de 15km segundo uma orientação geral N-S, desde a foz do rio Neiva até à ribeira da Ramalha, na Apúlia (Figura 1).

As praias da orla costeira apresentam elevada heterogeneidade morfológica, predominando as praias arenosas de fraco declive a sul da foz do Cávado, enquanto que as praias de seixos e mistas (areias+seixos), com declive relativamente elevado, são mais representativas no sector setentrional. A continuidade das praias é interrompida pelo estuário e foz do Cávado e pela desembocadura do rio Neiva, assim como pelas fozes divagantes de pequenos cursos de água (Peralto, Redonda e Ramalha) que rompem os sistemas dunares, principalmente durante os períodos de maior caudal.

A pré-praia e a zona intertidal são caracterizadas pela presença de afloramentos rochosos (xisto-quartzosos e quartzíticos do Paleozóico) orientados segundo NO-SE. As praias são limitadas por arribas arenosas talhadas na duna frontal (hoje em recuo), pertencente a um sistema de dunas de idade medieval (Granja, 1990), com alguns *blowouts* principalmente no sector mais a norte (Belinho-Foz do Neiva).

No decurso deste estudo, a orla costeira de Esposende foi sub-dividida em seis segmentos com características morfológicas distintas. De norte para sul:

- Foz do Neiva - Belinho
- Belinho-Mar
- Rio de Moinhos- Cepães- Esposende
- Foz do rio Cávado e Restinga de Ofir
- Bonança-Cedobem
- Praia da Apúlia

## 5. MORFODINÂMICA DAS PRAIAS

A caracterização das praias do litoral de Esposende foi efectuada com base em critérios morfológicos e hidrodinâmicos, nomeadamente aqueles que melhor descrevem a sua variabilidade sazonal. A terminologia utilizada neste trabalho, respeitante às unidades morfodinâmicas do perfil-tipo de praia, encontra-se na figura 12.

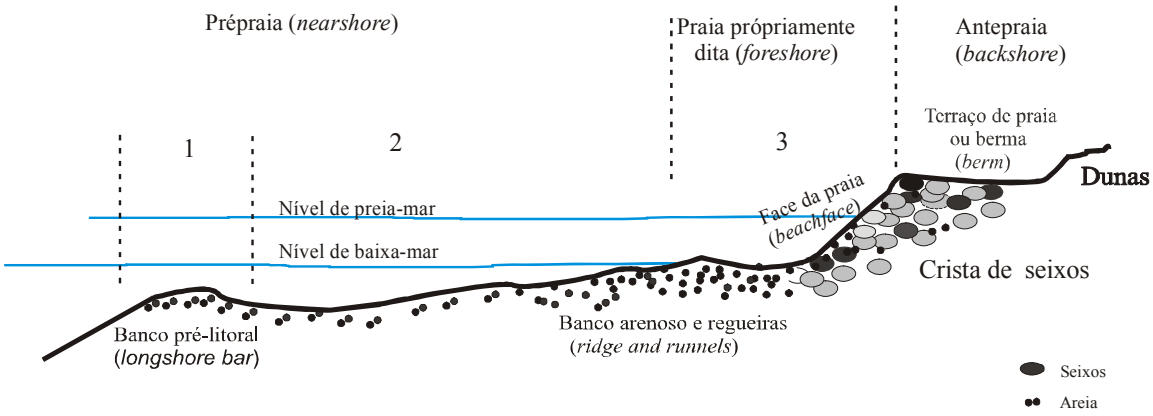



Figura 12. Terminologia usada para o perfil de praia.
1- zona de rebentação ( breaker zone ); 2- zona de ressaca ou de espalho (surf zone);
3- zona de espraiamento (swash zone) (adaptado de Davis, Jr., em Schwartz, 1982).

As observações de campo e da fotografia aérea mostram que extensas praias arenosas de declive suave e berma de praia bem desenvolvida, associadas a dunas frontais e extensos bancos intertidais, caracterizavam a orla costeira do litoral de Esposende há uma década. Actualmente, assiste-se a uma diminuição acentuada da largura das praias, a um aumento do seu declive e a um recuo crescente das arribas talhadas na duna frontal. A existência de montículos residuais de dunas (*hummocky dunes*) e corredores eólicos testemunha o grau de degradação actual das dunas, em consequência da destruição da sua vegetação, predominantemente constituída por *Ammophila arenaria.*

As praias a norte da foz do Cávado, a partir de 1995, têm sido gradualmente substituídas por seixos (Figura 13). A fotografia da figura 13 apresenta a evolução de uma praia arenosa para uma praia de seixos, a qual

apresenta uma berma de praia com 5 a 7m de largura e cúspides na face da praia com diferentes comprimentos de onda orientadas segundo SO.

Figura 13. Em cima, fotografia da praia arenosa (Rêgos de Baixo) do segmento de Belinho, em 1994/1995. Em baixo, a mesma praia, em 1999. (1-berma da praia; 2- cúspides)

A morfologia das praias foi observada em diferentes situações meteorológicas e relacionada com os parâmetros da ondulação. A comparação entre sucessivos perfis de praia (2001-2004) permitiu registar as mudanças ocorridas nos diferentes parâmetros de praia (declives da praia e da face da praia, largura da berma, comprimento de onda das cúspides e volume sedimentar) assim como quantificar o recuo da *linha de costa*.

Os valores da velocidade de queda dos sedimentos na água do mar (*Ws*) obtidos para as praias de Apúlia e restinga de Ofir foram de 0.1 e 0.4 $ms^{-1}$, respectivamente. Para as praias dos segmentos Esposende-Cepães, Rio

Moínhos, Belinho e Foz do Neiva, foram de 0.5, 0.5, 22.1 e $0.3ms^{-1}$, respectivamente.

Considerando os valores médios dos parâmetros da ondulação observados durante o período de estudo (2001-2004), os resultados da aplicação das fórmulas matemáticas do C.E.R.C. (1984), de Bailard (1984) e de Kamphuis (1986; 1993), para a determinação da estimativa do trânsito sedimentar global para o sector foram de $1.24 \times 10^6$ $m^3$ / ano, $2.56 \times 10^6$ $m^3$ / ano e $5.46 \times 10^8$ $m^3$ / ano, respectivamente. Para a determinação da *profundidade de fecho*, utilizando-se os dados estatísticos disponíveis da agitação marítima e das características dimensionais das areias das praias arenosas de Esposende, segundo Hallermeyer (1981), as profundidades-limite (dl) e (di) de actuação das ondas sobre os sedimentos foram de 12 e 22m, respectivamente.

Em termos globais, nas praias arenosas da zona de estudo podem considerar-se as seguintes áreas com características morfodinâmicas e sedimentares diferentes:

1) Berma: zona de reduzida declividade, situada entre o limite inferior da duna frontal e um pequeno degrau de ligação à praia propriamente dita (crista da berma), e com largura variável, aumentando de norte para sul. Só esporadicamente é atingida pela ondulação (em situações de marés vivas e tempestades), sendo a actuação dos processos eólicos determinante no transporte sedimentar que irá contribuir para a sua acreção vertical e para a formação das dunas embrionárias.

2) Praia propriamente dita: zona da praia de maior declive, situada entre a crista da berma e a linha de maré baixa, apresentando uma largura com tendência crescente para sul. É permanentemente sujeita ao espraiamento e ressaca das ondas. A sua morfologia e os seus sedimentos reflectem as variações das características da agitação marítima gerada ao largo, pelo vento local, ou pela subida da maré.

3) Pré-praia: zona subtidal da praia que se estende desde a linha de maré baixa de águas vivas até à profundidade limite (dl) de12m (média anual, de 2004, para $H_s$ = 1.94m e período = 9.44s, segundo Hallermeier 1981), apresentando declive reduzido ($tg\beta = 0.01$); nela se localizam bancos (*swash bars*), de comprimento e largura variável (segundo dados de pescadores e

*surfistas* locais) que contribuem para a recuperação do perfil da praia em situações de agitação característica de bom tempo.

Para compreender as mudanças que se manifestam tão rapidamente na orla costeira é necessário conhecer os mecanismos envolvidos nas trocas sedimentares entre a pré-praia, a praia e a ante-praia, além dos responsáveis pela migração das praias para o interior.

## 5.1 Foz do Neiva

Este segmento tem cerca de 500m de extensão e apresenta uma berma de praia com largura variável entre 15 e 30 metros e orientação aproximada N10ºE, e uma pequena área de afloramentos xisto-quartzosos e xistos com quiástolite (xistos mosqueados) na zona intertidal, principalmente na proximidade da foz do rio Neiva. A praia é limitada a norte pela foz do rio Neiva e a leste por uma arriba arenosa talhada no cordão dunar. Os sedimentos da praia são constituídos por areias finas a médias (essencialmente quartzosas) e por seixos de diferentes litologias (predominando os quartzíticos) e dimensões, sendo a classe dimensional mais frequente a de 45-64mm (Loureiro e Granja, 2001).

No sector mais próximo da foz do Neiva, a praia apresenta, na zona intertidal, uma bancada de afloramentos rochosos de xistos com quiástolite (xistos mosqueados), os quais contribuem para atenuar a acção directa das ondas sobre a praia.

Neste segmento realizaram-se levantamentos topográficos em 5 perfis transversais (Figura 14), equitativamente espaçados ao longo de cerca de 300m e colheram-se sedimentos na berma e na face da praia.

A análise dimensional dos sedimentos revelou que o seu diâmetro médio diminuía da base para o topo da face da praia, passando de areia grosseira para média ($M = 0.53$ e $1.43\ \phi$), ao mesmo tempo que se tornavam melhor calibradas ($\sigma = 0.87$ e $0.49\ \phi$). A diminuição da intensidade do fluxo na parte mais alta da face da praia terá contribuído para que as areias depositadas nesta zona de menor energia apresentassem menores dimensões e fossem melhor calibradas, enquanto que as partículas de maiores dimensões ficariam na parte inferior da face da praia.

A observação da associação de minerais pesados mostrou que a andaluzite era o mineral mais frequente, logo seguido da quiástolite (principalmente na praia Foz do Neiva), sendo a turmalina, granada e silimanite menos representativas. A presença de quiástolite estará relacionada com a existência de afloramentos de xisto mosqueado na praia propriamente dita, enquanto que a origem dos restantes minerais estará relacionada com a presença de outros afloramentos (quartzitos e conglomerados do Ordovícico) na praia e pré-praia.

A análise do bloco-diagrama (Figura 16) mostra que, em 2004, a curva de nível referente ao nível médio do mar apresentou uma migração para leste de cerca de 20m relativamente a 1994 (Figura 15), enquanto que a curva de nível referente à altura média da berma (6m) se deslocou 30m para leste . Na berma observava-se a presença de cristas de seixos.

A análise dos perfis da praia realizados na zona mais setentrional (figura 17) mostra que, entre 2001 e 2004, a largura da zona intertidal diminuiu significativamente, enquanto que na zona mais meridional (Figura 18) a largura se manteve relativamente constante. Durante o verão, a praia apresentou um perfil de acrecção, com uma berma e crista da berma muito bem definidas, e um acréscimo no declive da face da praia. Este perfil, característico de condições de bom tempo, contrasta com os perfis de erosão de Fevereiro, Março e Abril, os quais são caracterizados pela presença de uma face da praia côncava, berma de largura reduzida e crista da berma pouco distinta.

Entre 1994 e 2004, a altura da base da arriba diminuiu 2m enquanto que a largura da berma, no perfil setentrional (Figura 17), diminuiu 19m.

No mesmo período, a média do declive da praia (tanβ) variou de 0.07 (4º) (em 1994) a 0.095 (5.4º) (em 2002), atingindo um valor mínimo (0.065) em Abril de 2003 (Tabela 4). Relativamente à distribuição anual de volumes (Tabela 4), verifica-se que entre 2002 e 2003 se registou um défice sedimentar mais elevado (-192 $m^3/m$), enquanto que entre 2003 e 2004 a praia apresentou uma recuperação bastante significativa (+ 92 $m^3/m$).

Figura 14. Localização dos perfis.

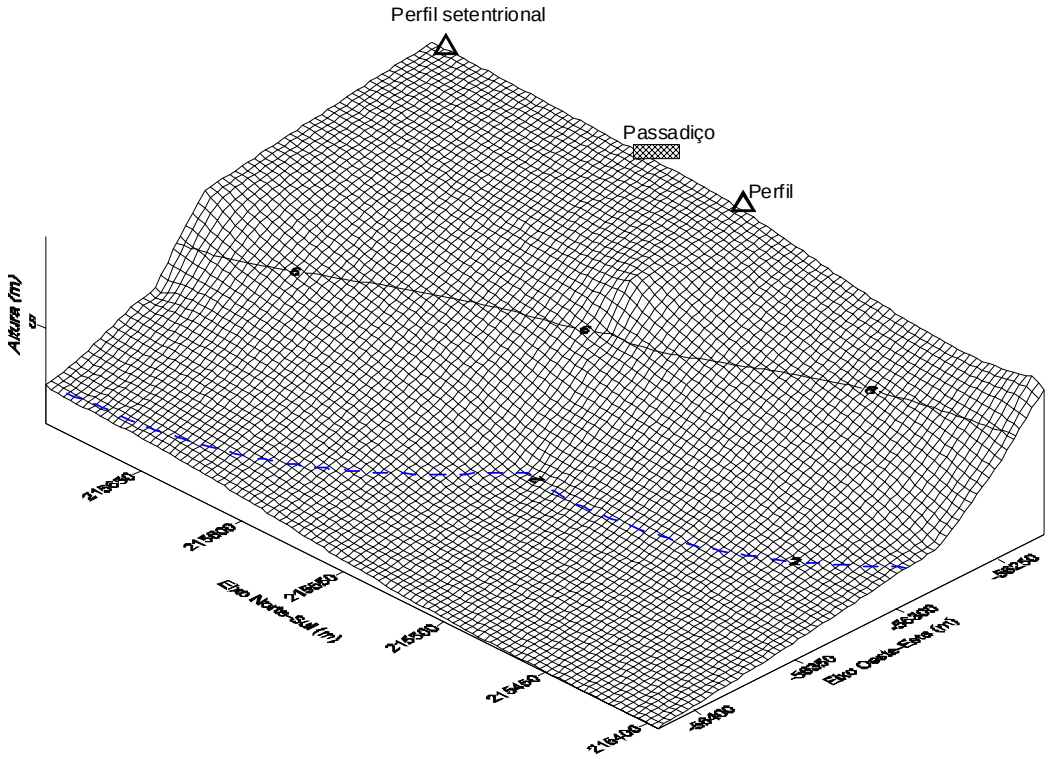



Figura 15. Morfologia da zona intertidal na praia arenosa da Foz do Neiva (1994).

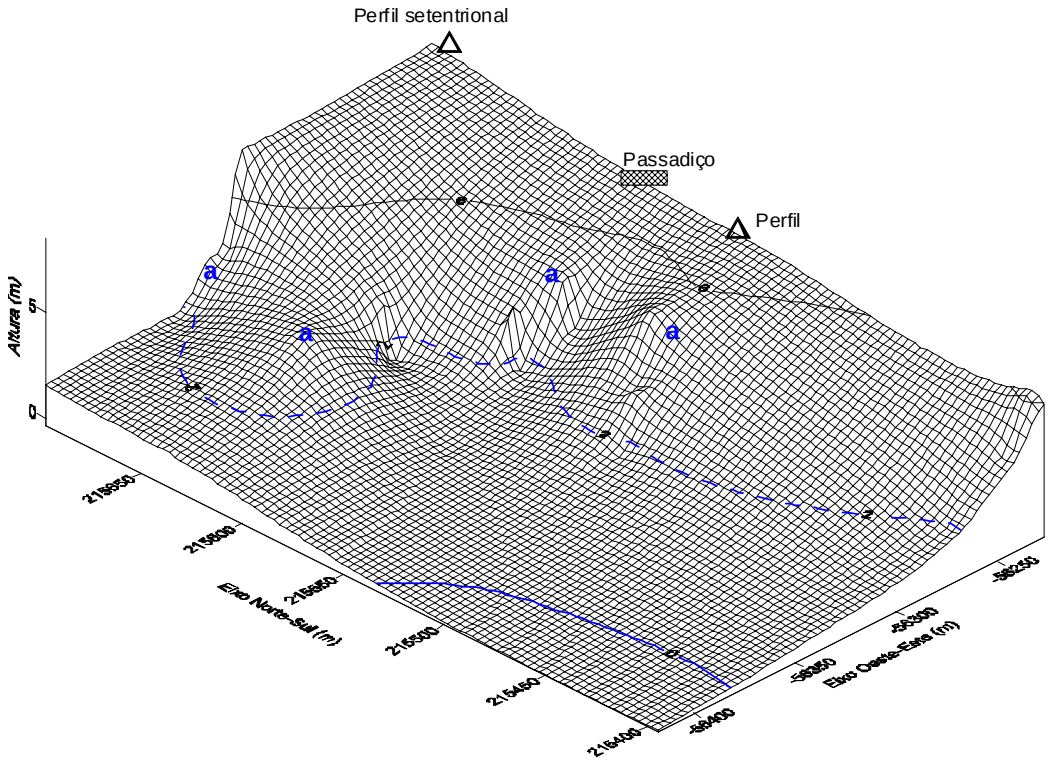



Figura 16. Morfologia da zona intertidal na praia da Foz do Neiva (2004). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH). a - crista de seixos

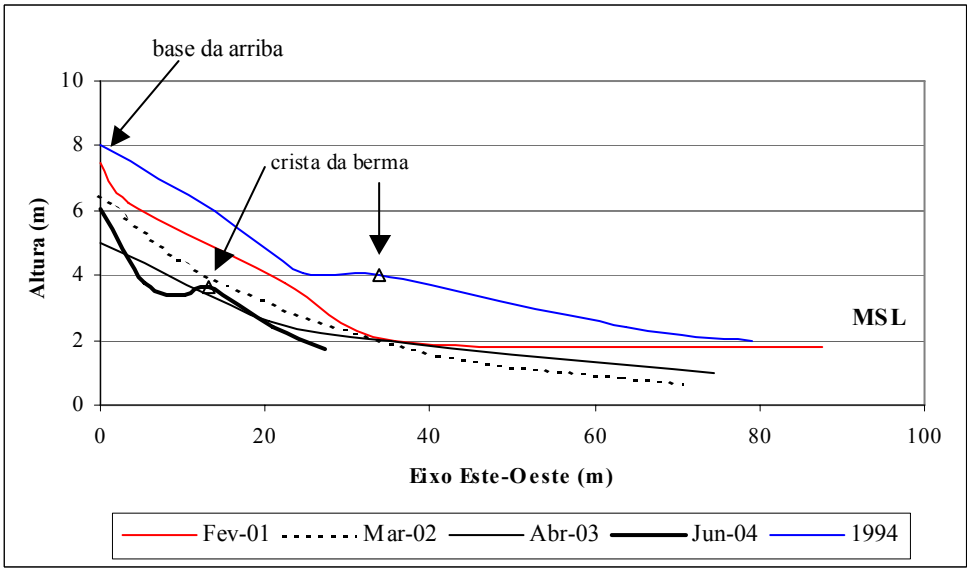



Figura 17. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia (zona setentrional da praia da Foz do Neiva). A figura mostra as variações sazonais da berma da praia e crista da berma. A acumulação de seixos na crista da berma contribuiu para um aumento da sua altura.

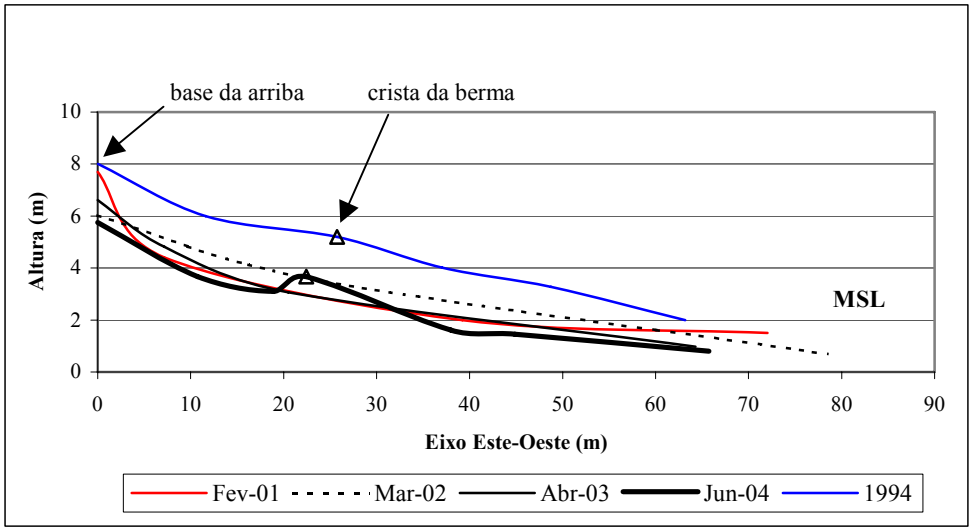



Figura 18. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia (zona meridional da praia da Foz do Neiva). A figura mostra as variações sazonais da berma da praia e crista da berma. A acumulação de seixos na crista da berma contribuiu para um aumento da sua altura.

Tabela 4. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia da Foz do Neiva.

| **Anos** | **Volume sedimentar ($m^3/m$)** | **Declive da praia (tanβ)** | **(graus)** | **Meses** |
|---|---|---|---|---|
| 1994 | 857 | 0.07 | 4.0 | - |
| 2001 | 679 | 0.075 | 4.3 | Fevereiro |
| 2002 | 622 | 0.095 | 5.4 | Março |
| 2003 | 430 | 0.065 | 3.7 | Abril |
| 2004 | 522 | 0.083 | 4.7 | Junho |

A análise dos dados mostra que a praia apresentou uma erosão crescente, a qual atingiu um valor máximo de -192$m^3$/m em Abril de 2003. O elevado défice sedimentar terá sido resultante do transporte para a pré-praia dos sedimentos da berma da praia, em consequência das condições de forte agitação marítima locais, com $H_b$=3.60m e $T_s$=11.8s, ocorridas durante o mês anterior aos levantamentos topográficos (dados do Instituto Hidrográfico, 2004). Este *esvaziamento* da praia contribuiu para o decréscimo do seu declive verificado em Abril de 2003.

Entre 1994 e 2004 a praia apresentou um padrão erosivo em toda a sua extensão. A altura da praia diminuiu entre 0.3 e 5m, tendo-se registado os valores mais elevados de défice sedimentar na zona do passadiço, onde o recuo de 3m da crista da arriba na duna frontal levou à destruição dos últimos 6m da extremidade do passadiço (Figura 19).

Entre 2001 e 2004, os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* (ε) = 6.6 e 6.0*, surf similarity index* (Σ) = 0.7 e 0.6 e *Dean's number* (Ω) =5.2 e 2.9, respectivamente. Tal permite considerar que o comportamento morfodinâmico da praia foi intermédio, com predominância de ondulação do tipo mergulhante.

O valor elevado do índice de vulnerabilidade morfológica (Iv=0.47) mostra que este sector apresentou um comportamento frágil, especialmente nos períodos de maior agitação marítima e em situações de tempestade.

Em termos globais, entre 2001 e 2004, a praia apresentou uma tendência erosiva, caracterizada por balanço sedimentar negativo de -157m$^3$/m, diminuição da altura e da largura da berma da praia e recuo médio da arriba talhada na duna frontal de 3m.

O aumento de exposição dos afloramentos rochosos na zona intertidal, a presença de alguns canais de correntes de retorno e a predominância de rebentação do tipo mergulhante (principalmente durante a maré enchente) contribuem para uma diminuição do nível de segurança desta praia.

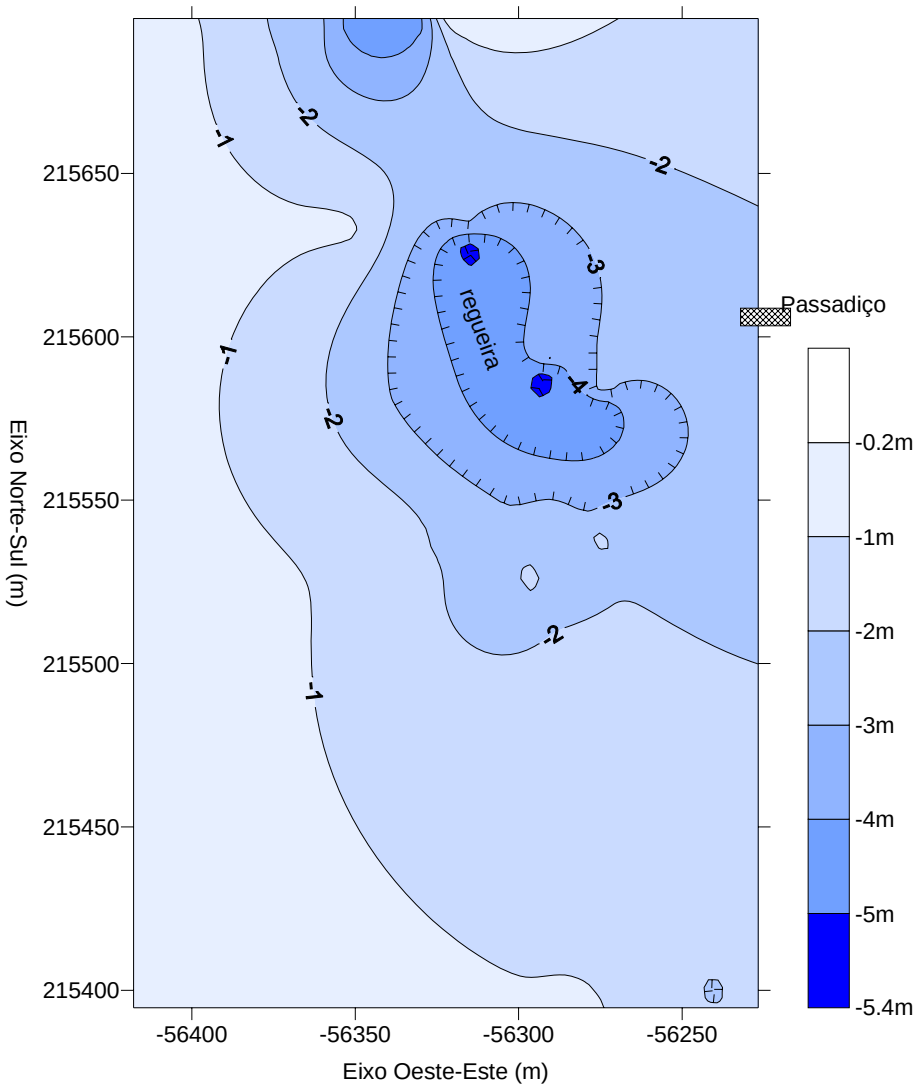



Figura 19. Diferenças da altura da praia na Foz do Neiva entre Junho de 1994 e Junho de 2004.

5.2 Belinho-Mar

Este segmento costeiro com 3000m de extensão, abrange as praias de seixos situadas a norte da área do galgamento marinho de Mar e estende-se até à praia da Barca. A berma de praia apresenta largura variável entre 20 e 40m, com uma orientação entre N10ºE e N40ºO, sendo limitada a leste por uma arriba arenosa talhada no cordão dunar. A praia apresenta uma extensa área de afloramentos xisto-quartzosos situados na zona intertidal, os quais contribuem para a defesa contra a acção das ondas e para uma diminuição do transporte sedimentar transversal/longitudinal em algumas zonas da praia.

A cobertura sedimentar da praia é constituída por cascalhos de diferentes litologias (quartzito, xisto, quartzo, conglomerado de Apúlia e granito) com forma discóide, esferoidal, alongada e laminada, de dimensões variadas, predominando a classe dimensional de 45-64mm, e sendo o quartzito a espécie litológica mais abundante (Loureiro e Granja, 2001).

Neste sector existem quatro áreas de galgamento marinho e em Mar há um pequeno aglomerado de habitações, construído sobre a duna frontal, em zona de grande risco.

Este segmento costeiro, constitui um bom exemplo da rápida evolução das praias desta zona costeira.

As praias deste sector são limitadas por arribas arenosas cujo topo integra um sistema de dunas de idade medieval (Granja, 1990) com alguns *blowouts*. As dunas, nas zonas mais afastadas da praia, apresentam um coberto vegetal variado e razoavelmente bem preservado. No entanto, em alguns sectores, o sistema dunar apresenta zonas de ruptura resultantes dos galgamentos do mar, os quais chegam a atingir os campos agrícolas.

A praia propriamente dita está reduzida a uma área situada entre a arriba nas dunas e os afloramentos rochosos paleozóicos existentes na faixa de maré baixa. Os seixos, maioritariamente de quartzito, estendem-se desde a base da arriba (onde predominam os seixos de maiores dimensões) até aos afloramentos rochosos existentes na parte inferior da face da praia.

A morfologia dominante das praias deste segmento caracterizou-se pela presença de uma crista de seixos paralela à duna frontal, berma de largura e altura variável, face da praia com declive acentuado e cúspides de seixos com diferentes comprimentos de onda (7 a 18m). Na face da praia, os seixos com

forma discóide apresentavam-se imbricados. Das observações de campo conclui-se que a maior parte da população de seixos apresenta imbricação para noroeste, com o eixo maior inclinado para o mar, de modo a oferecer menor resistência à acção do fluxo de noroeste para sudeste.

Durante os períodos de forte agitação marítima a imbricação era total ou parcialmente destruída. Sob condições de agitação marítima de bom tempo (altura da onda <1 m), entre o limite inferior da face da praia e os afloramentos rochosos, e nas depressões das cúspides, observaram-se pequenas áreas com areia em alguns sectores da praia.

Na praia mais setentrional deste sector (praia da Barca ou da *Carruagem*) é frequente a presença de bancos e pequenas regueiras orientadas norte-sudoeste, na zona intertidal.

Foram realizados levantamentos topográficos em 17 perfis transversais distribuídos por diferentes segmentos de praia, designados, de norte para sul, por: praia da Barca (zona da *Carruagem*), praia de Rêgos de Baixo (zona da *duna grande*), praia de Belinho (zona do passadiço) e praia em concha Mar-Belinho (Figura 14).

5.2.1 Praia da Barca (*Carruagem*)

Realizaram-se levantamentos topográficos em 3 perfis transversais equitativamente espaçados, realizados na zona de galgamento, numa extensão de praia de 150m.

Entre 1994 e 2004, a crista da arriba talhada na duna frontal apresentou um recuo de 10m, tendo sido menor a taxa de recuo entre 2002 e 2004 (Figura 20). Sazonalmente, a cota da base da arriba apresentou variações positivas e/ou negativas (± 1m), resultantes da maior ou menor acumulação de seixos. O valor mais elevado (+7.6m) ocorreu em Abril de 2003 e o valor mais baixo (+6.2m) em Junho de 2004. A largura da berma da praia apresentou um valor máximo de 15m em Junho de 2004 e um valor mínimo de 8 m em 1994. Durante o verão, a praia apresentou um perfil com berma e crista bem definidas (Figura 20) e aumento do declive da face da praia, enquanto que, em Fevereiro e Março, a crista da berma ausente ou pouco definida era a característica mais marcante do perfil. Relativamente à distribuição anual de volumes, verificou-se que a partir de 2001, e até 2003, o volume sedimentar

apresentou variações anuais negativas, enquanto que de Abril de 2003 a Junho de 2004 o volume sedimentar da praia recuperou +19m$^3$/m (Tabela 5).

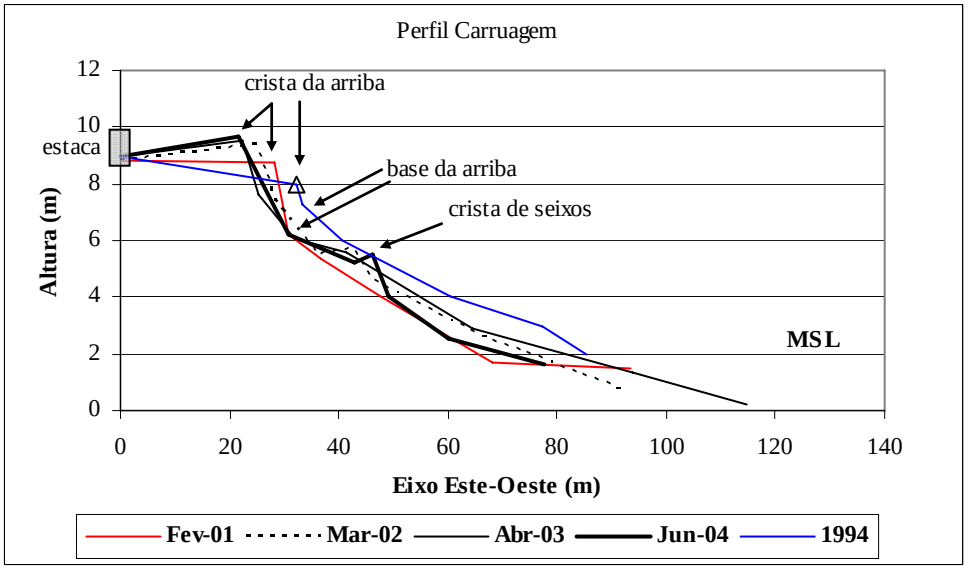



Figura 20. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia da Barca (*Carruagem*). A figura mostra as variações anuais e sazonais da berma da praia e da face da praia.

Tabela 5. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia da Barca.

| Anos | Volume sedimentar (m$^3$/m) | Declive da praia (tanβ) | (graus) | Meses |
|---|---|---|---|---|
| 1994 | 421 | 0.09 | 5.1 | - |
| 2001 | 322 | 0.07 | 4.0 | Fevereiro |
| 2002 | 311 | 0.10 | 5.7 | Março |
| 2003 | 301 | 0.09 | 5.1 | Abril |
| 2004 | 320 | 0.10 | 5.7 | Junho |

Na globalidade, a praia apresentou um padrão erosivo crescente em toda a sua extensão, mais acentuado no perfil mais setentrional e na zona a sul do galgamento, onde a altura da praia diminuiu 1.5m (Figura 21) e o declive aumentou 0.6º.

A praia apresentou um balanço sedimentar negativo de -101m$^3$/m, embora a berma de seixos, de largura variável, tenha mantido uma altura de 6m. A crista da arriba talhada na duna frontal recuou 10m. À escala decenal, a

média anual do recuo da crista da arriba foi de 1m, embora tenha recuado 4m só entre 2001 e 2002.

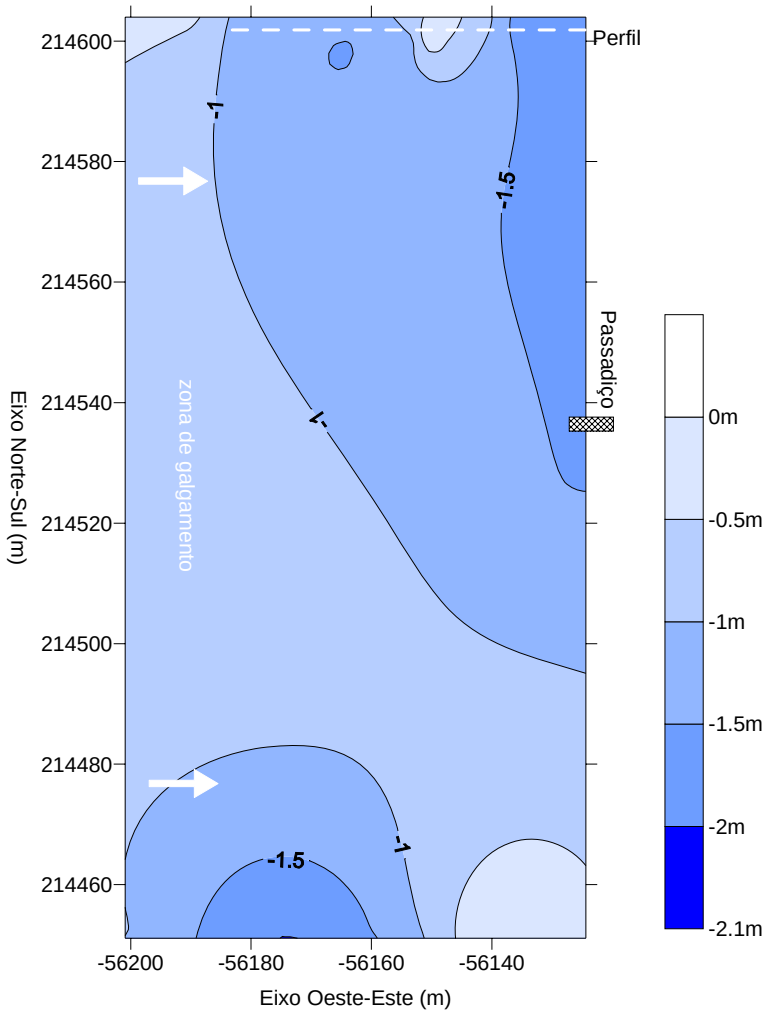



Figura 21. Diferenças da altura da praia da *Carruagem* ocorridas entre 1994 e 2004. A linha a tracejado indica o local do perfil assinalado na figura 20. As setas delimitam a zona de galgamento.

### 5.2.2 Rêgos de Baixo (*zona da duna grande*)

Neste sector, entre 1995 e 1999, verificaram-se as mudanças mais radicais relativas à migração das praias e ao recuo da *linha de costa* (Loureiro e Granja, 2001). As fotografias da figura 22 apresentam os aspectos mais importantes da evolução morfodinâmica ocorrida nesta praia, utilizando como ponto de referência a duna frontal (designada, no presente trabalho, por *duna grande*), que, aqui, tem 22 m de altura.

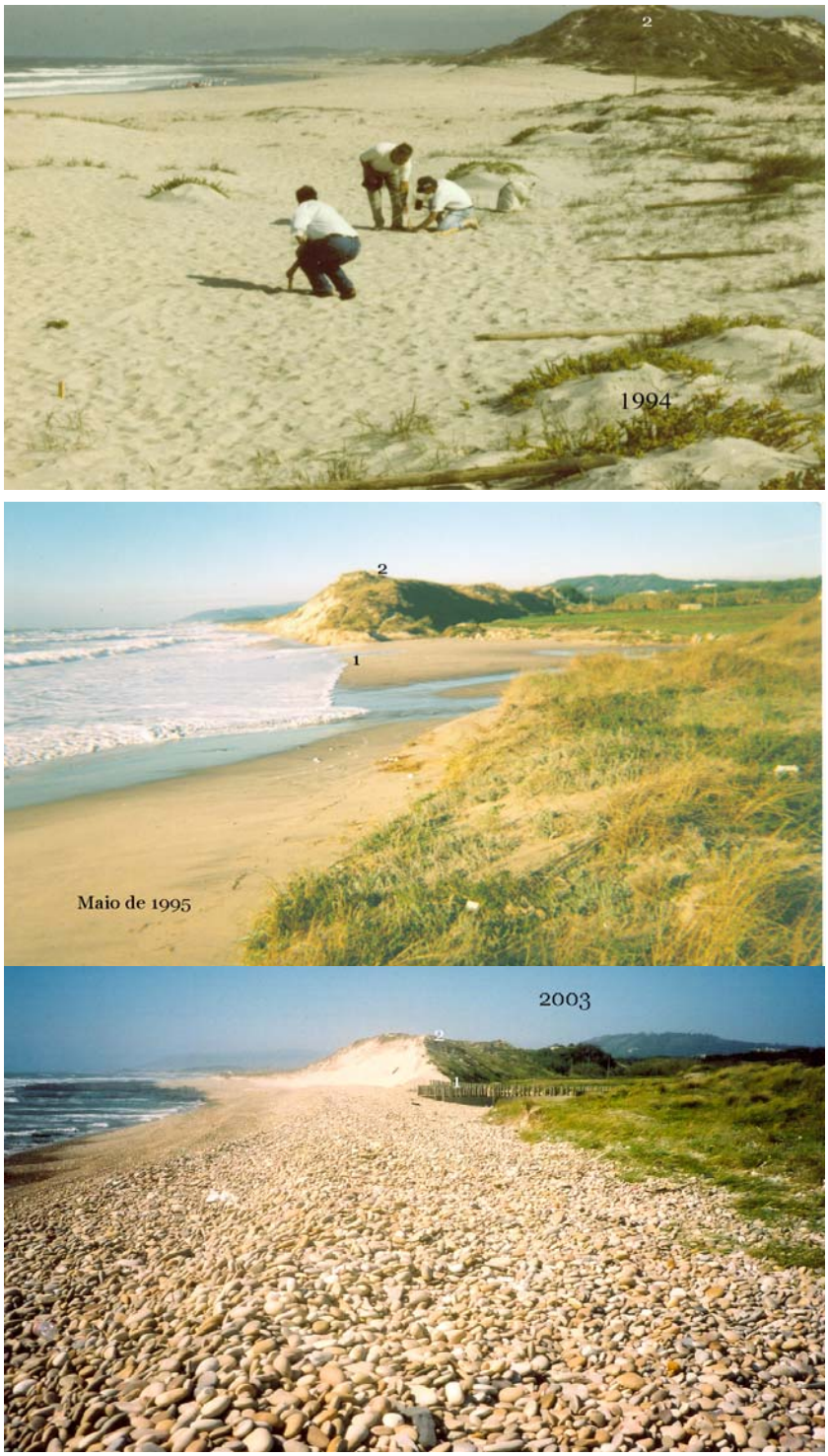



Figura 22. Evolução da praia arenosa de Rêgos de Baixo (zona da *duna grande*)
(1- zona de galgamento; 2- duna grande**)**

Neste segmento foram realizados levantamentos topográficos em 5 perfis transversais na zona de galgamento, numa extensão de praia de 500m (Figura 14). Os principais aspectos geomorfológicos desta praia, de N para S, são a presença de uma duna frontal (*duna grande*) cuja arriba tem uma altura de 22m e de uma zona de galgamento com 180m de largura (em 2001).

A análise dos blocos-diagrama (Figura 23) mostra que:

- a curva de nível referente ao nível médio do mar apresentou uma migração para leste de 50m;
- a largura da berma da praia sofreu uma diminuição de 30 a 40m; actualmente, a berma é formada por seixos e tem uma largura de 7m;
- na parte superior da face da praia foi observada (2004) a presença de cúspides de seixos com diferentes comprimentos de onda;
- a praia propriamente dita apresentou uma erosão bastante intensa e um acréscimo do declive da praia.

A análise conjunta das figuras 23 a 26 mostra que em 1994 a praia apresentava uma berma e face da praia arenosas, com largura aproximada de 100m e declive médio de 4º, enquanto que em 2004 a praia apresentava uma largura de 33m, um declive mais acentuado (valor médio de 8º) e berma e face da praia constituídas por seixos.

Entre 1994 e 2004, a altura da praia (h), relativamente ao nível médio do mar (MSL= +2mZH), diminuiu 4m, contribuindo para um aumento significativo da área de exposição dos afloramentos xisto-quartzosos na zona intertidal.

As variações de altura e largura da praia foram mais acentuadas entre 1994 e 2002, tendo apresentado uma tendência decrescente a partir desta data. Quanto à crista da arriba talhada na *duna grande*, entre 1994 e 2002, sofreu um recuo de 40m, enquanto que de 2002 a 2004, o recuo foi de, apenas, 4m (Figura 24).

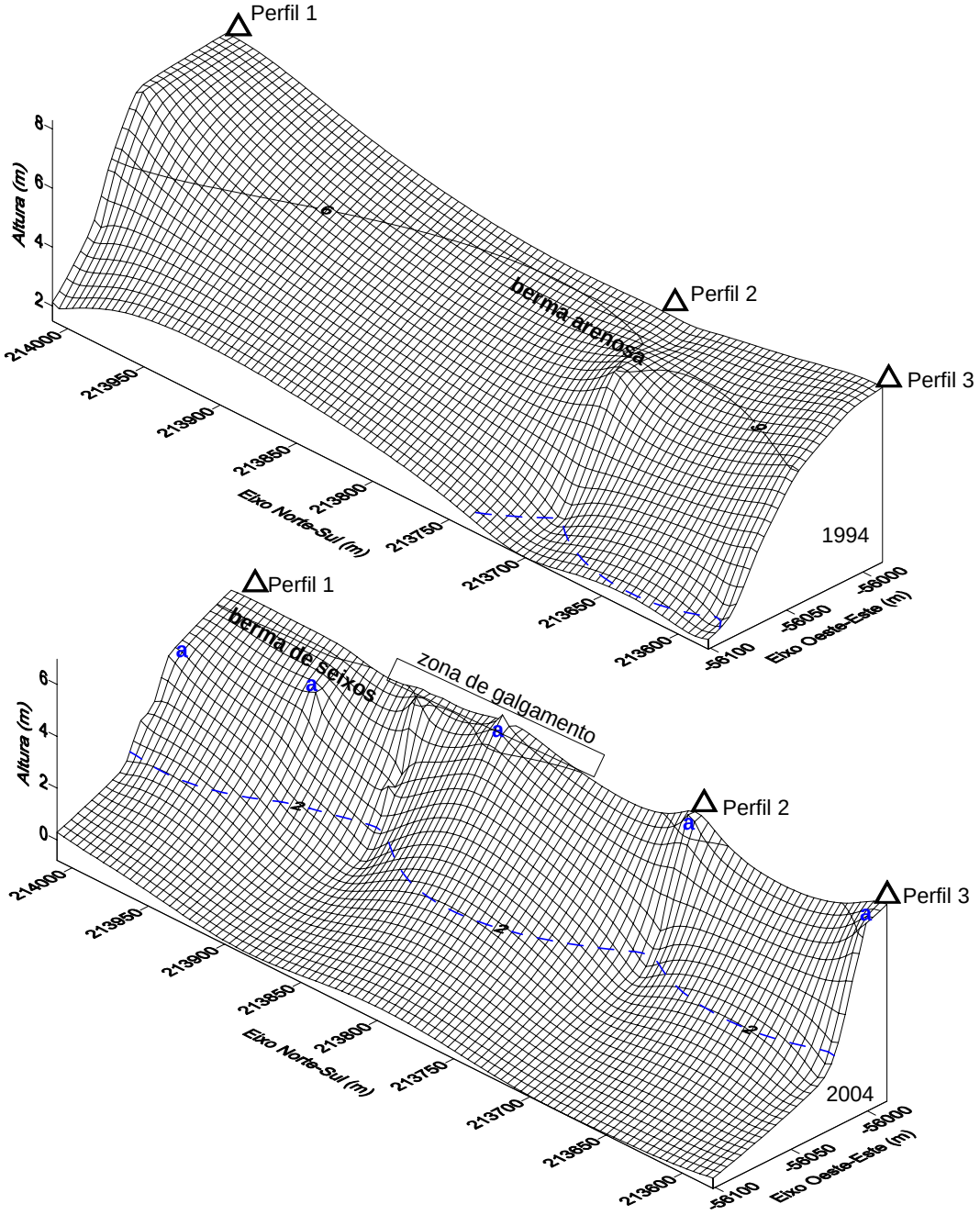



Figura 23. Morfologia da zona intertidal da praia de Belinho (zona da *duna grande*). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH). a- cristas de cúspides de seixos

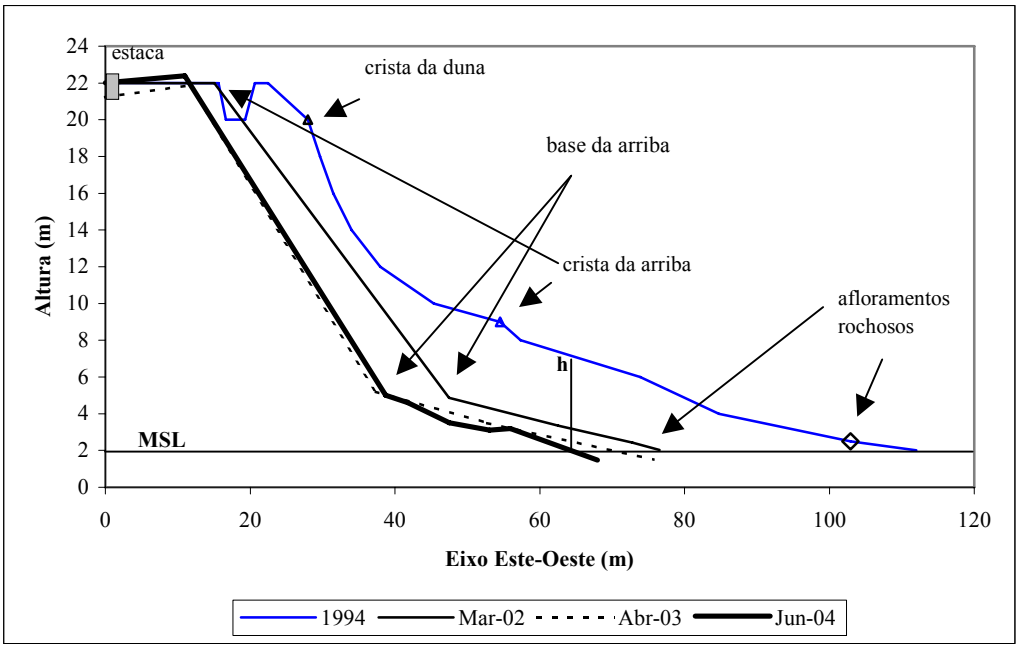



Figura 24. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Rêgos de Baixo (zona da *duna grande*). Entre 1994 e 2002, a crista da arriba apresentou um recuo de 40m

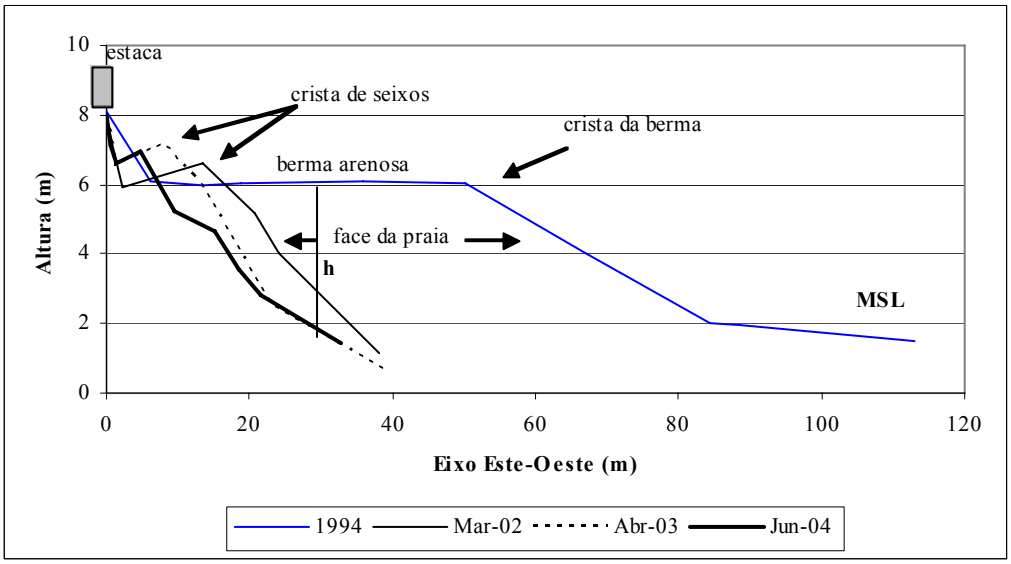



Figura 25. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Rêgos de Baixo (limite sul do galgamento).

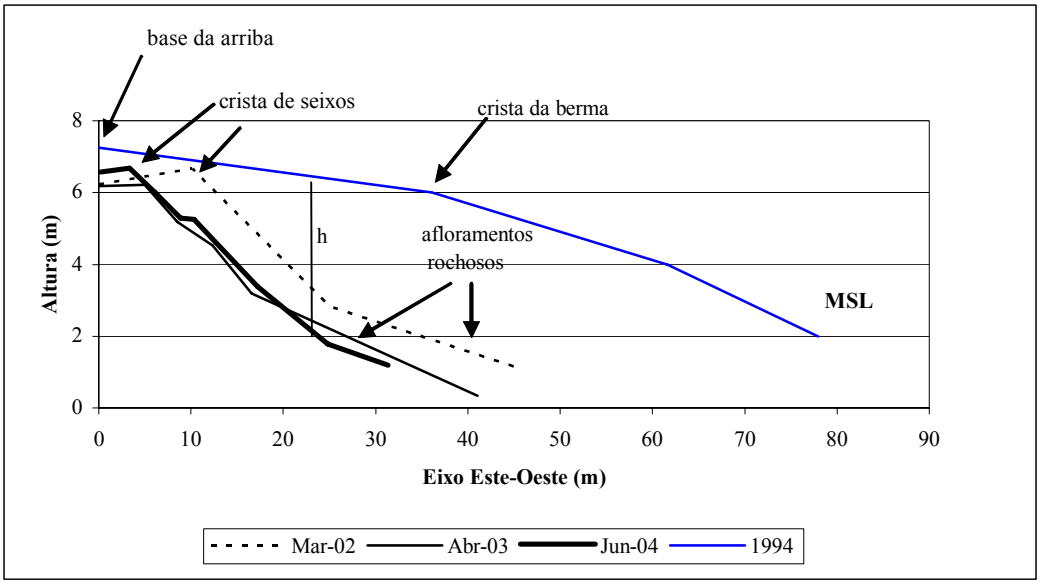



Figura 26. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Rêgos de Baixo (perfil mais meridional). A figura mostra as variações anuais e sazonais da berma da praia e da face da praia.

Tabela 6. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Rêgos de Baixo (zona da *duna grande*).

| **Anos** | **Volume sedimentar ($m^3/m$)** | **Declive da praia** | | **Meses** |
|---|---|---|---|---|
| | | **(tanβ)** | **(graus)** | |
| 1994 | 518 | 0.07 | 4 | - |
| 2001 | - | 0.10 | 5.7 | Fevereiro |
| 2002 | 304 | 0.11 | 6.3 | Março |
| 2003 | 301 | 0.13 | 7.4 | Abril |
| 2004 | 297 | 0.14 | 8.0 | Junho |

(-) sem dados suficientes

Relativamente à distribuição anual dos volumes sedimentares (Tabela 6), registou-se a maior diferença entre os valores máximo e mínimo (-221 $m^3/m$) entre 1994 e 2004, embora entre Março de 2002 e Junho de 2004 essa diferença tenha sido de apenas -7$m^3/m$.

A praia apresentou uma erosão crescente até 2002, ano em que as condições de agitação verificadas em Fevereiro ($H_s$ = 3.65m e $T_s$ = 11.52s)

contribuíram para um maior transporte de seixos para a berma e face da praia, aumentando ligeiramente o seu declive. A partir desta data, e até 2004, o volume sedimentar apresentou uma ligeira tendência decrescente.

A praia apresentou um padrão erosivo acentuado, caracterizado por uma diminuição da altura da praia, na zona situada entre o limite inferior da face da praia e os afloramentos rochosos, de 4m. Na berma da praia do sector intermédio da zona de galgamento, e na berma da praia do perfil 2, ocorreu uma reduzida acumulação de seixos (Figura 27).

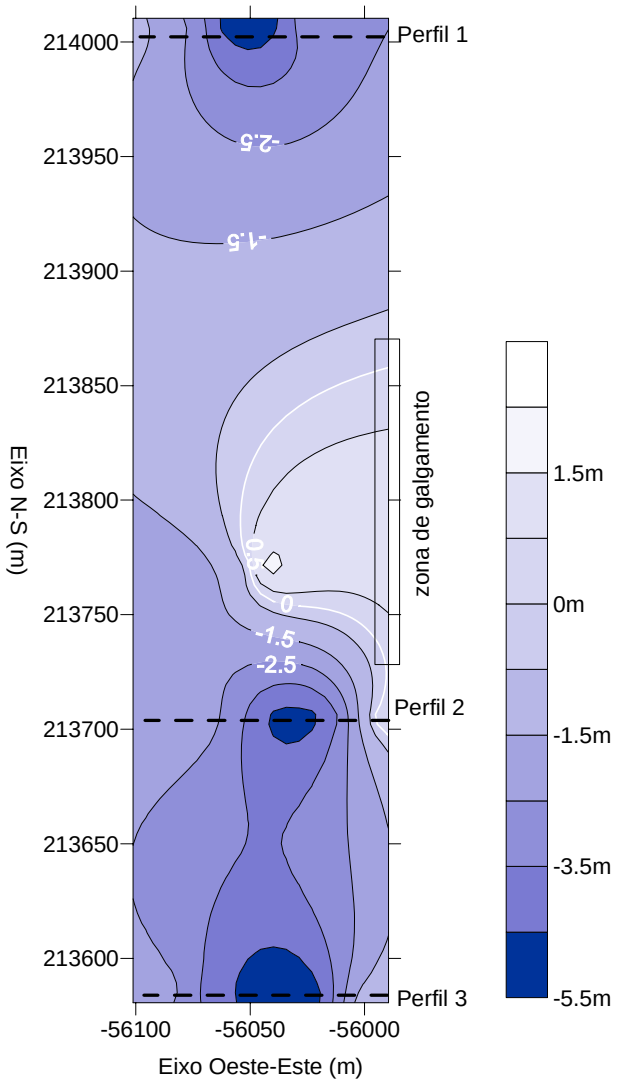



Figura 27. Diferenças da altura da praia de Rêgos de Baixo ocorridas entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível dos 0m (a branco) delimita as zonas de acumulação. (Perfil 1- zona da *duna grande*; Perfil 2- limite sul do galgamento; Perfil 3- perfil mais meridional).

Globalmente, entre 1994 e 2004, a praia apresentou uma acentuada tendência erosiva, caracterizada: 1) por um balanço sedimentar negativo de -221m$^3$/m; 2) pela substituição das areias por seixos; 3) pela presença de uma berma de largura reduzida e altura de 5 a 7m; 4) por um elevado (0.14) declive; 5) por um aumento da área dos afloramentos rochosos; e 6) por um rebaixamento da zona frontal à face da praia. Relativamente à crista da arriba talhada na duna frontal verificou-se um recuo médio de 20m, tendo sido atingido um valor máximo de 45m só na *duna grande*.

Contudo, verificou-se que, a partir de 2002, a tendência erosiva da praia e o recuo da duna frontal diminuíram de forma muito significativa.

5.2.3 Praia de Belinho (*zona do passadiço*)

Foram realizados levantamentos topográficos em 4 perfis transversais, cobrindo uma extensão de praia de 300m. A praia, na zona mais meridional, apresenta uma zona de galgamento com uma largura de 100m.

Tabela 7. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Belinho (zona do passadiço).

| **Anos** | **Volume sedimentar (m$^3$/m)** | **Declive da praia (tanβ)** | **(graus)** | **Meses** |
|---|---|---|---|---|
| 1994 | 380 | 0.07 | 4.0 | - |
| 2001 | 265 | 0.12 | 6.8 | Fevereiro |
| 2002 | 345 | 0.14 | 8.0 | Março |
| 2003 | 337 | 0.12 | 6.8 | Abril |
| 2004 | 272 | 0.13 | 7.4 | Junho |

Relativamente à distribuição anual dos volumes sedimentares (Tabela 7), entre 1994 e 2001 registou-se a maior diferença entre os valores máximo e mínimo (115 m$^3$/m), enquanto que entre Fevereiro de 2001 e Junho de 2004 a praia recuperou +7 m$^3$/m.

Pode, por isso, dizer-se que a praia apresentou um padrão de acumulação entre Fevereiro de 2001 e Março de 2002 e um padrão erosivo a partir desta data e até Junho de 2004. Os valores do declive da praia apresentaram uma tendência crescente, embora com pequenas oscilações (o valor máximo foi atingido em Março de 2002).

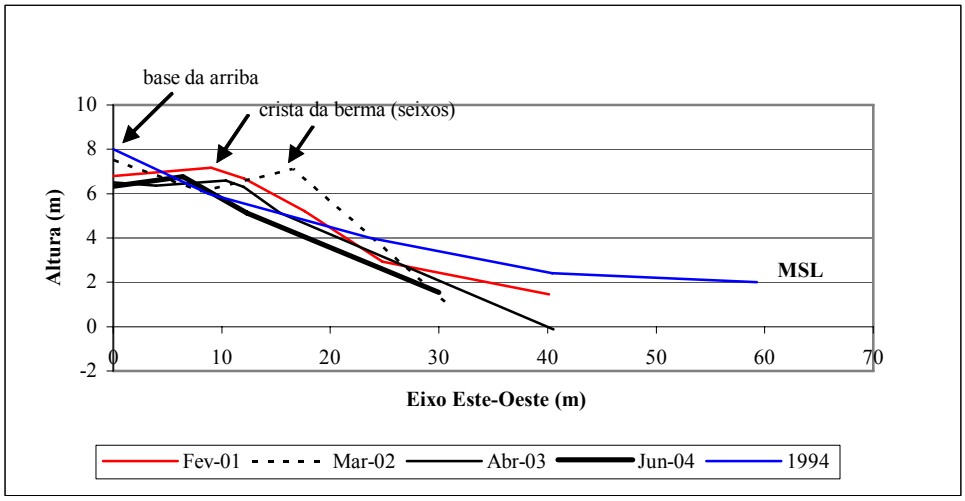



Figura 28. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Belinho (zona do passadiço). Entre 1994 e 2004, a altura da praia, relativamente ao nível médio do mar (2m ZH), diminuiu 1.5m.

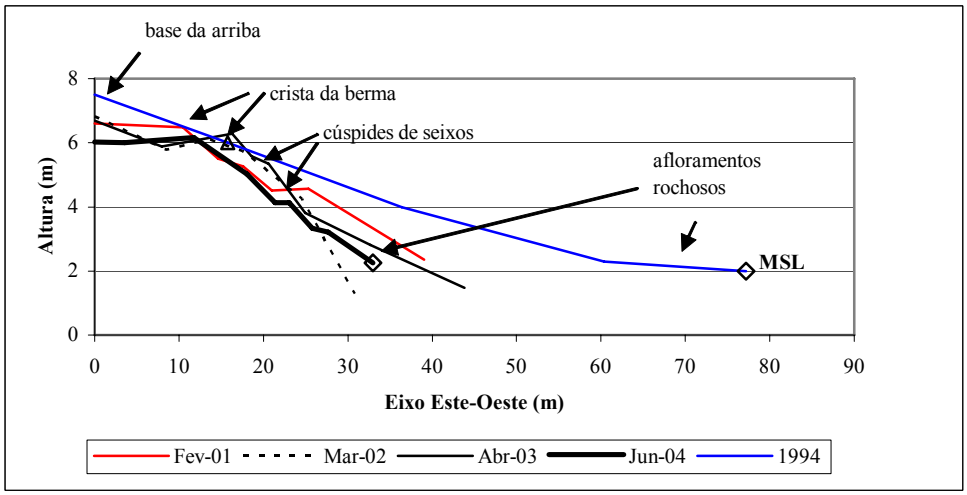



Figura 29. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Belinho (perfil mais meridional). Entre 1994 e 2004, a área dos afloramentos rochosos estendeu-se 40m para leste.

Em 1994 a praia apresentava uma largura de 80m, com berma e face da praia arenosas e perfil relativamente suave. Entre 1994 e 2001 verificou-se diminuição acentuada da largura da praia, aumento do declive e aumento da área de exposição de afloramentos rochosos na zona intertidal. A partir daquela data, os sedimentos da praia são constituídos essencialmente por seixos. Entre 2001 e 2004 a largura da praia apresenta uma ligeira tendência decrescente, enquanto que a largura da berma de seixos aumenta de norte (Figura 28) para sul (Figura 29).

Neste sector, a presença de cúspides de seixos (com diferentes comprimentos de onda) na parte superior da face da praia é uma constante, aparecendo, pontualmente, pequenas quantidades de areia nas depressões de algumas cúspides.

Verificou-se que entre 1994 e 2004 (Figura 30), ocorreu erosão da berma e da face da praia, manifestada pela migração na direcção de terra da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2mZH), principalmente nas extremidades setentrional e meridional, onde, em 2004, o recuo atingiu um valor de 30 a 40m. Na face da praia, principalmente no sector mais a sul, foi observada a presença de cúspides com diferentes comprimentos de onda e cristas de berma resultantes da reorganização de seixos provenientes da destruição parcial de cúspides (Figura 30) durante os períodos de maior agitação marítima.

Entre 1994 e 2004 a praia apresentou uma erosão bastante intensa, com redução acentuada da sua largura (em 40m), aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos e diminuição da altura da berma em 1.5m.

Quanto às zonas de erosão, estas abrangiam toda a praia, desde o limite superior da berma da praia até ao limite inferior da maré baixa, situando-se a zona de maior erosão na extremidade norte da praia e a sul do perfil mais meridional (zona de galgamento), onde a altura da praia diminuiu entre 1 e 3m.

Em 2004, as zonas de acumulação estavam reduzidas a pequenas áreas situadas na face e na berma da praia do sector mais meridional (Figura 31).

Quanto ao balanço sedimentar, a praia apresentou um défice sedimentar de -108m$^3$/m entre 1994 e 2004, enquanto que a sua morfologia foi caracterizada 1) pela substituição de areia por seixos, 2) pela presença de uma berma com largura entre 6 e 12m, 3) por um declive elevado (7.4º), 4) por um aumento da área dos afloramentos rochosos e 5) por um aumento de profundidade da água do mar (em situação de maré cheia) na zona frontal à face da praia.

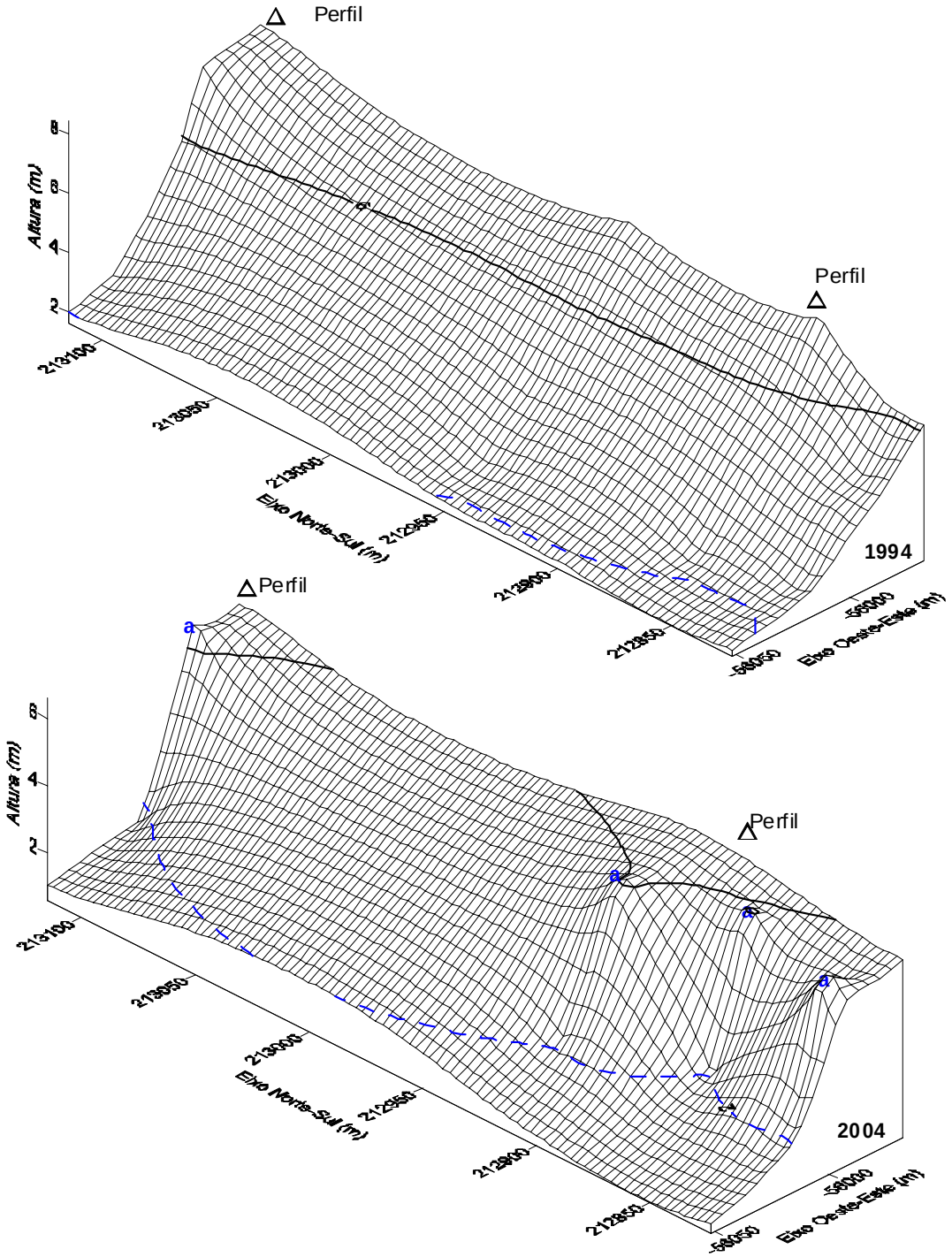



Figura 30. Morfologia da zona intertidal da praia de Belinho (zona do passadiço). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH).
a- crista da berma

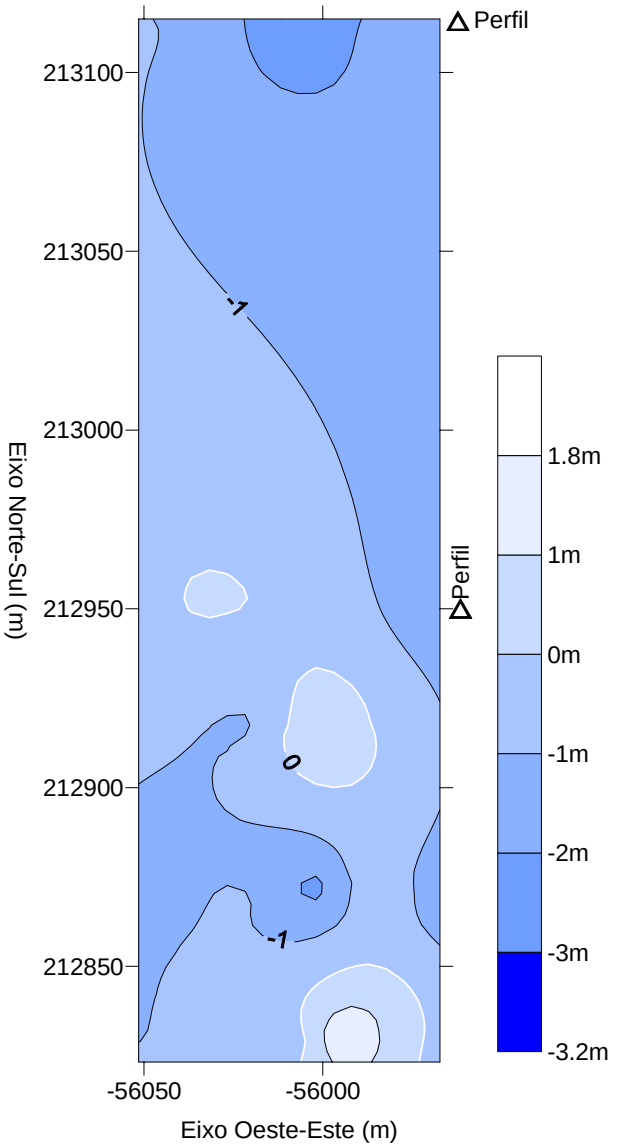



Figura 31. Variação da altura da zona intertidal na praia de Belinho (zona do passadiço), entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia.

### 5.2.4 Praia em concha Belinho - Mar

Realizaram-se levantamentos em 5 perfis transversais, numa extensão de praia de 350m. O sector meridional apresenta uma zona de galgamento de largura aproximadamente igual a 170m, a qual se encontra, actualmente, preenchida por seixos. A zona da praia mais setentrional está defendida pela presença de uma grande área de afloramentos rochosos que se estende entre o limite inferior da face da praia e a linha de baixa-mar.

Em 1994 a praia apresentava uma largura de 50m, com uma berma e uma face da praia arenosas com perfil relativamente suave (Figura 32). Entre

1994 e 2004 verificou-se uma diminuição acentuada da largura da praia e um aumento do declive, enquanto que a crista da berma de seixos migrou para leste 10m.

Entre 2002 e 2004, as principais mudanças da praia ocorreram ao nível da morfologia e do balanço sedimentar. Em Junho de 2004, a parte superior da face da praia apresentava sistemas de cúspides e uma berma bem definida (Figura 33), enquanto que em Março de 2002 a berma da praia era mais estreita e a face da praia ligeiramente côncava (Figura 32).

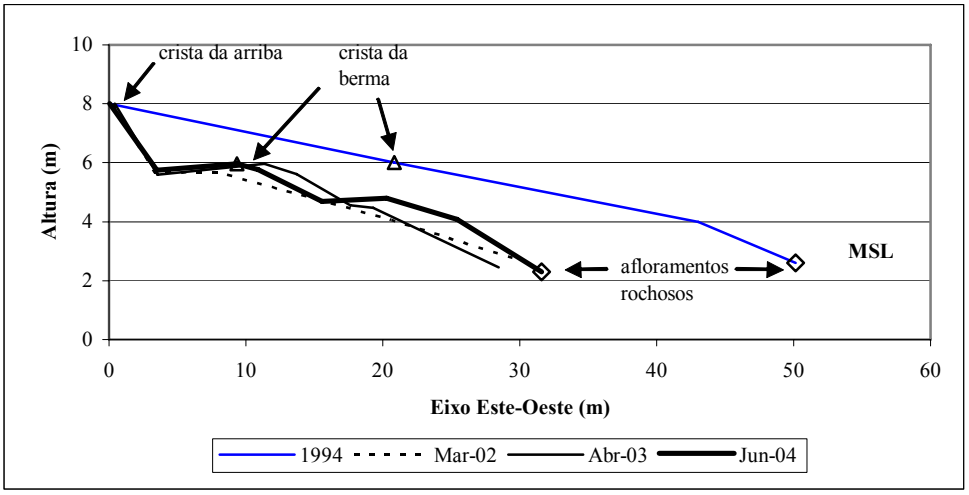



Figura 32. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia em concha de Belinho-Mar (perfil setentrional). Entre 1994 e 2004, a área de exposição dos afloramentos aumentou 20m para leste.

Entre 1994 e 2004 ocorreu erosão da berma e da face da praia, manifestada pelo deslocamento para leste da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) e da curva de nível referente à altura média da berma (+6m) em 10m, respectivamente, enquanto que a migração da curva de nível referente ao ZH (0m) na direcção de terra foi de aproximadamente 70m. Em 2004, na parte superior da face de praia foi observada a presença de cúspides de seixos com diferentes comprimentos de onda e cristas de seixos de diferente altura na berma.

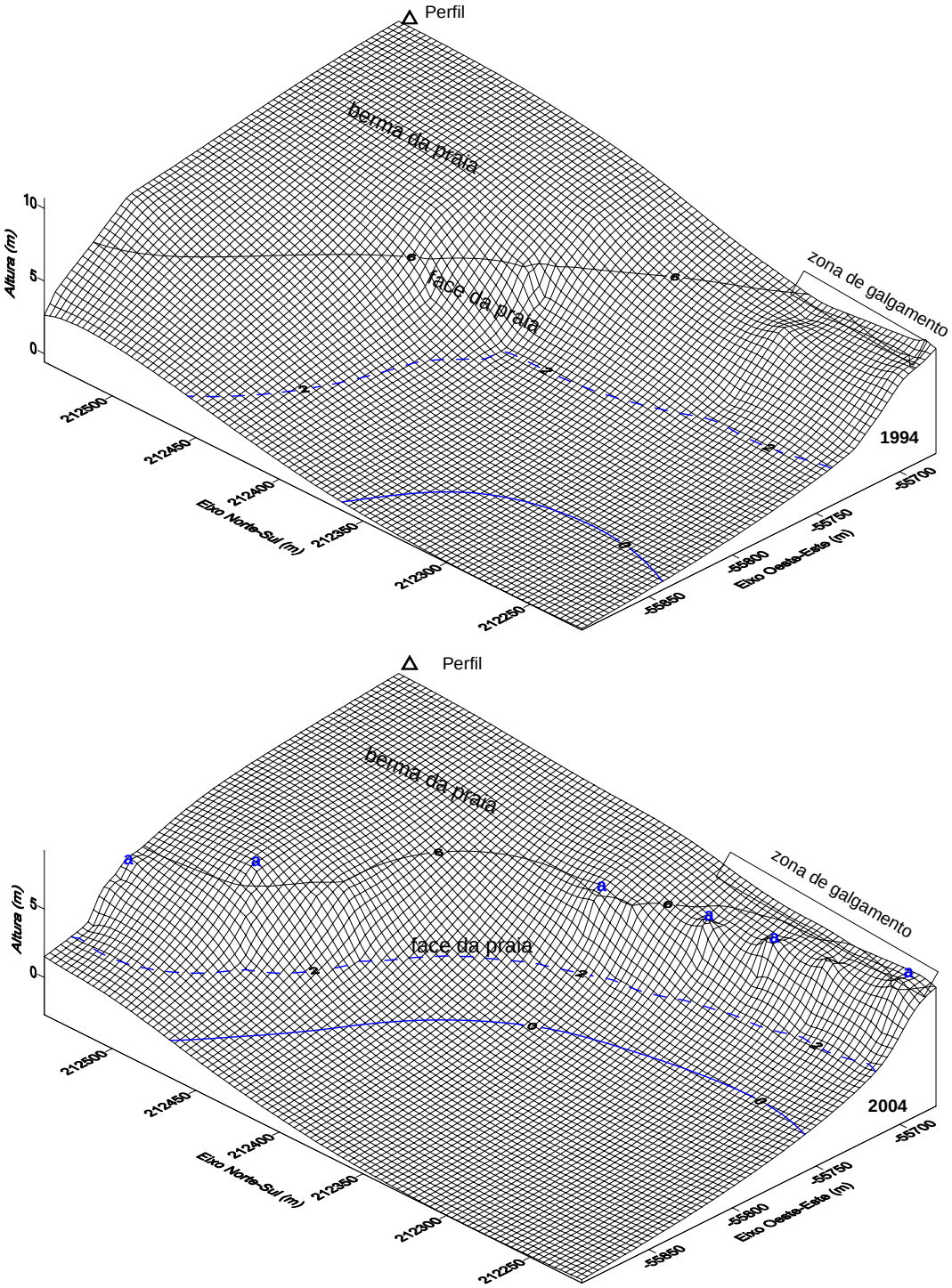



Figura 33. Morfologia da zona intertidal da praia em concha de Mar-Belinho. A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH). A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (6m).
a- crista da berma

Tabela 8. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia em concha de Mar-Belinho.

| Anos | Volume sedimentar ($m^3/m$) | Declive da praia (tanβ) | (graus) | Meses |
|---|---|---|---|---|
| 1994 | 859 | 0.09 | 5.1 | - |
| 2001 | - | 0.11 | 6.3 | Fevereiro |
| 2002 | 573 | 0.12 | 6.8 | Março |
| 2003 | 522 | 0.13 | 7.4 | Abril |
| 2004 | 497 | 0.16 | 9.1 | Junho |

(-) sem dados suficientes

Relativamente à distribuição anual de volumes sedimentares (Tabela 8), verificou-se que entre 1994 e 2004 se registou a maior diferença entre os valores máximo e mínimo (362 $m^3/m$), enquanto que entre Março (2002) e Junho (2004) ela foi de 76$m^3/m$. A praia apresentou uma erosão crescente (1994-2004), embora o défice sedimentar verificado nos últimos três anos (2002-2004) tivesse apresentado uma tendência decrescente. Relativamente à variação do declive, os valores médios obtidos mostram que o perfil da praia apresentou uma tendência crescente, sendo relativamente elevada a diferença entre o valor máximo e o mínimo (4º).

Em 2004 as zonas de erosão abrangem toda a praia, situando-se a zona de maior erosão entre os perfis mais setentrionais e a zona de galgamento, onde a altura da praia diminuiu de 0.2 a 3.4 m.

Quanto às zonas de acreção, estas correspondem a uma pequena área de acumulação de seixos no sector mais setentrional da praia, enquanto que no sector meridional (zona de galgamento) a acumulação de seixos ocupava uma área maior, principalmente na berma.

A morfologia dominante, na maior parte do ano (condições de agitação marítima de bom tempo), neste segmento de praia consiste numa crista seixos com 4 a 5m de altura ocupando a berma e cúspides de seixos na face da praia, com comprimentos de onda entre 18 e 37m. Algumas vezes foi observada a presença de duas cristas de seixos (praia em degraus) dispostas paralelamente à duna frontal.

Durante os períodos de tempestade, esta morfologia era total ou parcialmente destruída, ocorrendo uma maior acumulação de seixos na zona

de galgamento. Nesta situação, a altura da berma aumentava e a face da praia apresentava um aumento de declive.

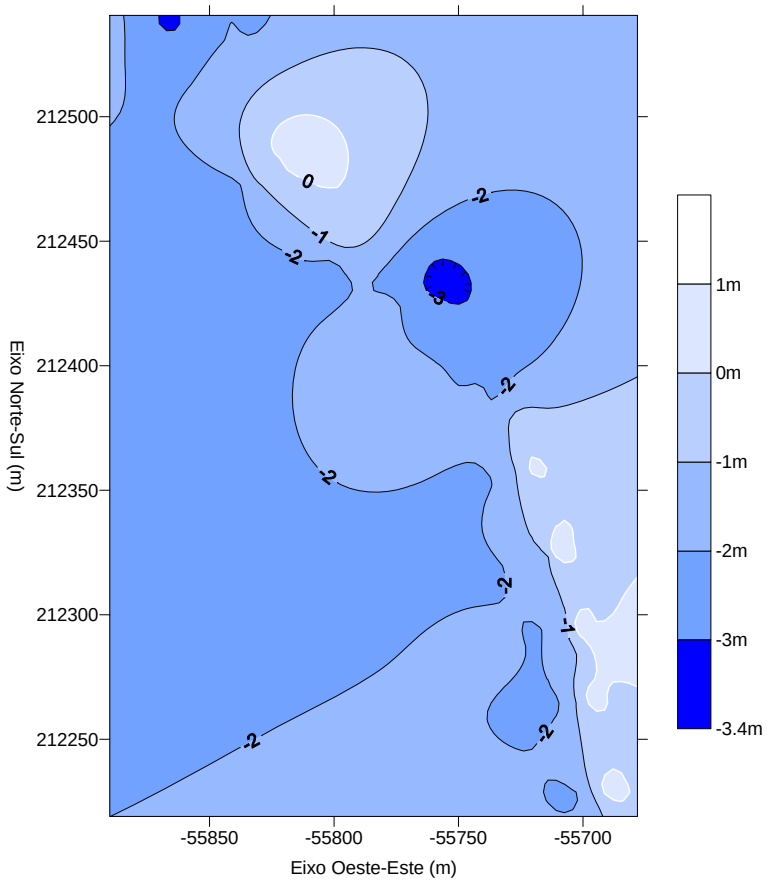



Figura 34. Variação da altura da zona intertidal na praia em concha de Mar-Belinho, entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita pequenas áreas de acumulação de seixos na berma da praia.

A praia apresentou uma acentuada tendência erosiva entre 1994 e 2004, caracterizada por um balanço sedimentar negativo de -362m$^3$/m, enquanto que a sua morfologia se caracterizou pela 1) substituição da areia por seixos, 2) presença de uma berma com largura de 6 a 8m, 3) declive elevado (9.1º), 4) aumento da área dos afloramentos rochosos e 5) acentuado rebaixamento do limite inferior da face da praia.

Entre 2001 e 2004, os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos no segmento de Mar-Belinho, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* ($\varepsilon$) = 3.0 e 2.7, *surf similarity index* ($\Sigma$) = 1.1 e 1.0 e *Dean's number* ($\Omega$) = 0.9 e 0.5. Estes parâmetros permitem considerar que o comportamento morfodinâmico da praia variou de

fracamente intermédio a reflectivo, com predominância de ondulação do tipo mergulhante.

Entre 1994 e 2004 o índice de vulnerabilidade morfológica variou entre Iv=0.36 (praia da Barca) e Iv=0.69 (praia Rêgos de Baixo), enquanto que entre 2001 e 2004 variou entre Iv=0.02 na praia Rêgos de Baixo e Iv=0.26 na zona do passadiço. Os valores médios do índice de vulnerabilidade de Iv=0.52 (1994/2004) e de Iv=0.11 (2001/2004) permitem considerar que este sector apresentou um comportamento frágil até 2000 e robusto entre 2000 e 2004.

Globalmente, entre 1994 e 2001, este segmento costeiro (Belinho-Mar) revelou uma tendência erosiva elevada, embora ela se tenha reduzido acentuadamente entre 2001 e 2004.

Verificou-se que em Março de 2002 o perfil de praia apresentava uma acumulação de seixos significativa. Apesar deste padrão de acumulação, verificou-se que nos anos seguintes (2003 e 2004), com a prevalência de melhores condições de agitação marítima (escalão de altura das ondas de 1 a 2m) e de ondulação do tipo mergulhante, a praia adquiriu novamente um perfil de erosão resultante de um maior transporte de seixos na direcção do mar. Assim, entre 2001 e 2004, a praia apresentou um défice sedimentar anual de -10 $m^3$/m/ano e um recuo médio das arribas talhadas na duna frontal de 5m (com um valor máximo de 30m na *duna grande*).

As observações de campo e os dados obtidos a partir dos levantamentos topográficos mostraram que o recuo das arribas ocorre apenas quando o escalão das alturas das ondas excede os 3m, normalmente em situações de tempestade (principalmente coincidentes com marés vivas).

No entanto, a arriba talhada na *duna grande*, principalmente a crista da arriba, tem apresentado um recuo periódico (entre 0.5 a 1m), independentemente das condições de agitação do mar.

A análise dos valores obtidos na determinação da média das áreas dos minerais de quartzo, das amostras dos afloramentos quartzíticos de Esposende e dos seixos colhidos nas praias de Belinho e Rio de Moínhos, mostrou que os valores médios obtidos para os afloramentos quartzíticos variavam entre um máximo de 28.6 ± 7.3 $mm^2$ e um mínimo de 21.1 ± 7.5 $mm^2$ enquanto que, para os seixos variavam entre um valor máximo de 39.7 ± 7.6 $mm^2$ e um

mínimo de 8.7 ± 4.2 $mm^2$. O valor obtido para a amostra de Belinho (BEL1) destaca-se do conjunto pois apresenta um resultado bastante elevado (39.7 $mm^2$), possivelmente resultante da maior dimensão dos minerais de quartzo, sugerindo uma origem diferente dos restantes.

Relativamente às amostras B1 (Belinho) e RM3 (Rio de Moinhos), estas apresentam valores semelhantes aos obtidos para os afloramentos quartzíticos existentes na área de estudo.

O comportamento erosivo verificado neste sector contribuiu para um aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na zona intertidal, assim como para um aumento do declive da praia e da profundidade da água frente à face da praia, o que, associado ao tipo de rebentação da onda (rebentação mergulhante), constitui um perigo para os utentes da praia, principalmente para os banhistas.

### 5.3 Mar - Rio de Moinhos - Cepães - Esposende

Este segmento fica situado a norte da foz do rio Cávado, estendendo-se até Mar numa extensão de 3500m, com uma largura variável entre 10 e 80m, e uma orientação N18ºE. A leste, a praia é limitada por uma arriba arenosa talhada no cordão dunar, interrompida por quatro zonas de galgamento marinho. O sistema dunar é atravessado por várias linhas de água, das quais o ribeiro do Peralto se destaca pelas características divagantes da sua foz.

A praia de Mar-Rio de Moinhos-Cepães tem registado aumento do número de seixos e placas de xisto, de diferentes dimensões, e da área exposta de afloramentos rochosos na zona intertidal.

O sector Cepães-Esposende, localizado perto da foz do rio Cávado, apresenta uma pequena área de afloramentos rochosos na parte mais setentrional e está mais exposto à acção das ondas e das correntes fluviais, principalmente em períodos de cheias fluviais associadas a tempestades de SO, durante os quais a direcção predominante das correntes se faz para norte. A praia é constituída por areias muito grosseiras a médias (-0.32 a 1.30 $\phi$), predominando os sedimentos grosseiros na face da praia. No sector mais setentrional de Cepães os sedimentos da praia são constituídos por areia e seixos (praia mista).

### 5.3.1 Mar - Rio de Moínhos

Neste segmento, o sistema dunar apresenta várias zonas de ruptura (duas em Mar e três em Rio de Moínhos) resultantes de galgamentos do mar, os quais chegaram mesmo a atingir os campos agrícolas adjacentes.

Actualmente, a praia apresenta uma largura variável (entre 10 e 40m) situada entre a base da arriba talhada nas dunas e os afloramentos rochosos paleozóicos existentes na linha de baixa-mar. É constituída por areia e cascalhos de diferentes litologias (quartzito, xisto, quartzo, conglomerado de Apúlia e granito) e dimensões variadas, predominando os tamanhos entre os 40 e 220 mm, os quais se estendem desde a base da arriba (onde predominam os seixos de maiores dimensões) até aos afloramentos rochosos existentes na parte inferior da face da praia. O tipo litológico mais abundante é o quartzito.

Durante o período de estudo considerado, as praias arenosas relativamente planas deram lugar a praias de seixos, as quais, actualmente, apresentam uma berma de largura e altura variável formada por uma crista de seixos paralela à duna frontal, uma face da praia com declive acentuado e cúspides de seixos com diferentes comprimentos de onda (de 5 a 12m). Na face da praia, no sector Rio de Moínhos, entre o limite inferior da face da praia e os afloramentos rochosos, e nas depressões das cúspides, observaram-se pequenas áreas com areia.

Os dados para o estudo morfodinâmico deste segmento foram obtidos a partir de observações de campo e dos levantamentos topográficos realizados entre 2001 e 2004:

- em 7 perfis transversais na zona de galgamento de Mar;
- em 12 perfis transversais numa extensão de praia de 900m, desde o galgamento do Peralto até à extremidade norte do cordão dunar (Figura 14).

### 5.3.2 Praia de Mar

Esta é uma praia em concha limitada, a norte e a sul, por uma ampla plataforma rochosa (atravessada por largas diaclases com diferentes orientações; plataforma baixa) na zona intertidal e sub-tidal.

Entre a base da arriba talhada nas dunas e os afloramentos rochosos, os sedimentos da praia são constituídos por areias e seixos de diferentes dimensões. A zona central da praia apresenta na zona intertidal uma área de

afloramentos rochosos bastante reduzida, pelo que esta zona da praia está mais exposta relativamente à acção energética das ondas (Figura 35).

Entre 1999 e 2000 a berma arenosa da praia desapareceu, enquanto uma arriba com 200m de comprimento (N-S) e 4m de altura se instalou na duna frontal (Figura 36).

Entre 2000 e 2004 observou-se recuo gradual da arriba, o qual chegou mesmo a colocar em perigo as estruturas (habitações e largo do cruzeiro) edificadas sobre a duna frontal, situação que se mantém actualmente. A erosão acentuada da praia em 2003 motivou uma intervenção para defender habitações e campos agrícolas - colocação de sacos com areia e seixos (retirados da praia) na base da arriba e construção de uma estrutura em madeira.

Figura 35. Praia de Mar, Junho de 2003. A norte da zona do galgamento (assinalada pela seta) observam-se os sacos, com areia e seixos, colocados na base da arriba (em Fevereiro de 2003) e um pequeno enrocamento, feito com blocos de granito

Figura 36. Evolução da praia de Mar entre 1999 e 2004.
(A linha a tracejado indica o local do perfil representado na Figura 37)

Presentemente, a praia de Mar encontra-se reduzida a uma face da praia, que se estende desde a base da arriba até aos afloramentos rochosos situados na linha de baixa mar, com pequenas cúspides de seixos. Fica totalmente submersa durante a preia-mar das marés vivas.

Entre 1994 e 2004 (Figura 38) verificou-se que a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m) apresentou, em toda a praia, uma migração para leste de 35m, enquanto que a curva nível referente ao ZH (0m), na zona meridional da praia, migrou 30m no mesmo sentido.

Relativamente à berma da praia, verificou-se que a posição da curva de nível (+6m) referente à sua altura média migrou acentuadamente para leste no sector mais setentrional da praia, enquanto que a sul, na zona de galgamento, migrou na direcção do mar, possivelmente como consequência da alimentação da praia efectuada em Fevereiro de 2003.

A variação morfológica do perfil da praia entre 1994 e 2004 (Figura 37), mostra a ausência da berma nos perfis da praia mais recentes (2001 a 2004), enquanto que a altura da praia (**h**) diminuiu 4m relativamente ao nível médio do mar (2m ZH).

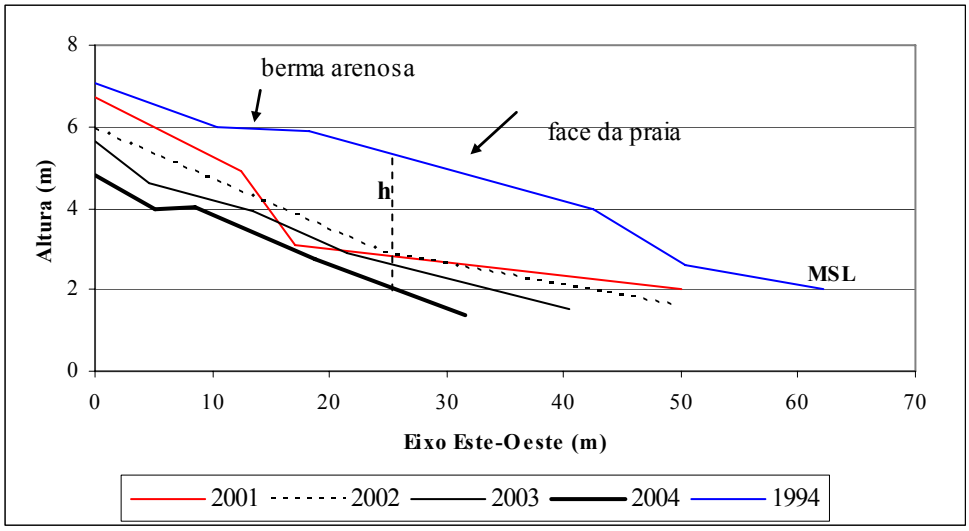



Figura 37. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Mar.
h- rebaixamento da face da da praia entre 1994 e 2004.

Em 2004 a praia apresentava uma zona de acumulação (com altura entre 0.5 e 2.5m) na berma da praia, principalmente junto à base da arriba (Figuras 38 e 39). A zona de erosão abrangia toda a restante praia, sendo mais intensa em frente e a sul da casa, onde a altura da praia diminuiu de 3 a 3.5m. O recuo da arriba (12m) talhada na duna frontal (limite N do galgamento) contribuiu para um aumento da área de galgamento.

Os valores dos volumes sedimentares calculados para a zona intertidal foram de 707, 339, 279 e 256 $m^3/m$ para 1994, 2002, 2003 e 2004, respectivamente, o que significa a existência de um balanço sedimentar negativo de -451$m^3/m$. Contudo, apesar da falta de dados quantitativos, e apenas com base em registos fotográficos, poderá dizer-se que a taxa de erosão mais acentuada ocorreu durante o período de 1999 a 2003 (Figura 36), enquanto que entre 2002 e 2004 o balanço sedimentar foi de - 83$m^3/m$.

Globalmente, esta praia apresentou uma erosão acentuada, que se caracterizou pela ocorrência de um balanço sedimentar negativo de -451$m^3/m$, um recuo acentuado das arribas arenosas talhadas na duna frontal, principalmente na zona de galgamento, e um aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na praia e pré-praia. Relativamente à morfologia, verificou-se um aumento do declive da praia de 4.6º para 5.7º e um aumento, de norte para sul, da quantidade de seixos e cascalhos na berma e na face da praia.

### 5.3.3 Praia de Rio de Moínhos

A zona mais setentrional da praia tem um cordão dunar orientado N-S, com comprimento de 550m e altura e largura médias de 10m e 60m, respectivamente. A largura diminuiu para sul, atingindo valores de 1m a 0.5m. A zona intertidal apresenta uma grande área de afloramentos rochosos que defendem a duna frontal do ataque directo das ondas, enquanto que no seu sector médio a área de afloramentos é bastante reduzida, o que contribui para uma maior exposição da praia à agitação marítima.

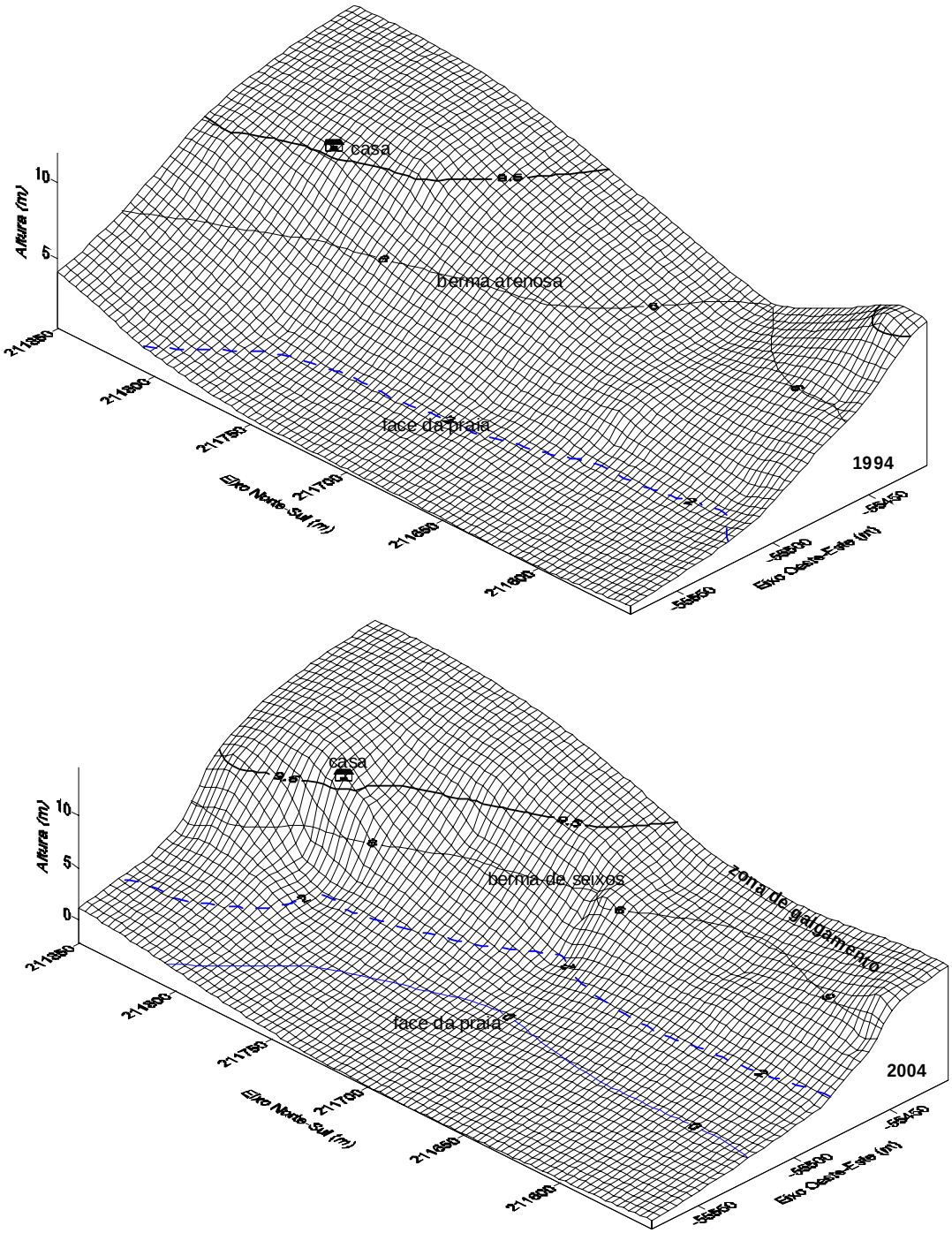



Figura 38. Morfologia da praia de Mar. A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m).

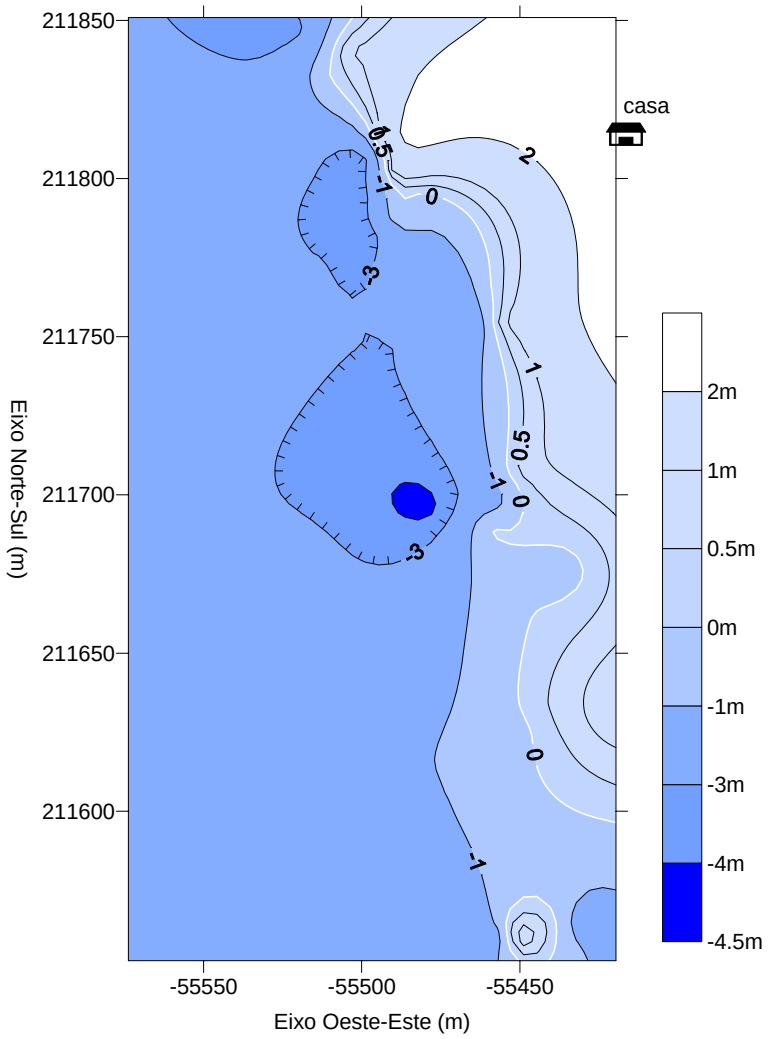



Figura 39. Variação da altura da zona intertidal na praia de Mar, entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia.

Para sul, a praia apresenta uma duna frontal com 300m de comprimento, por trás da qual corre, no sentido norte-sudoeste, o ribeiro do Peralto. A parte inferior da praia propriamente dita apresenta uma área significativa de afloramentos rochosos separados do limite inferior da face da praia por um banco de areia, com 250m de comprimento e largura variável (30-50m). Na zona mais meridional, a praia apresenta uma zona de galgamento com uma largura de 200m, onde existe uma estrutura de madeira (construída pela Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende-APPLE em 2002) para fixação da foz do ribeiro do Peralto.

Entre 1994 e 2004 (Figuras 40 e 41), na zona setentrional da praia ocorreu uma diminuição da altura da praia acompanhada de um recuo de 20m da crista da arriba talhada na duna frontal. Como consequência do acentuado recuo da arriba, a largura da base do cordão dunar na parte mais meridional ( 70m a norte do passadiço, Figura 41) é inferior a 5m, enquanto que o topo apresenta uma largura inferior a 1m. Esta situação facilitou a ruptura do cordão dunar e o galgamento pelo mar do campo agrícola adjacente, durante as condições de forte agitação marítima verificadas no inverno de 2004/2005 (finais de Dezembro a Março, com ondulação de O e SO, com $H_s$ de 3 a 4m e $T_s$ de 7 a 14s ).

Entre 2002 e 2004 as principais mudanças da praia ocorreram ao nível da largura da praia, cobertura sedimentar, morfologia e balanço sedimentar. Em Junho de 2004 apresentava uma berma de seixos de 8 a 16m de largura e sistemas de cúspides de seixos com diferentes comprimentos de onda na parte superior da face da praia, enquanto que em Março de 2002 a berma da praia era mais estreita e apresentava uma face da praia aplanada.

Entre Junho de 2004 e Março de 2005 (Figura 41), a praia passou de um perfil de acreção para um perfil de erosão, caracterizado por uma micro-arriba de praia (com 70 cm de altura) e uma face da praia ligeiramente côncava.

Entre 1994 e 2004 (Figura 42) a berma e a face da praia mostram um intenso recuo, manifestado pela migração para leste em 20 a 30m da curva de nível referente ao ZH (0m), da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) e da curva de nível referente à altura média da berma (+6m).

Como consequência, a área de exposição dos afloramentos rochosos é, actualmente, de 5 hectares, abrangendo uma extensão (N-S) de 550m e uma largura (E-O) de 88m (Figura 41 ).

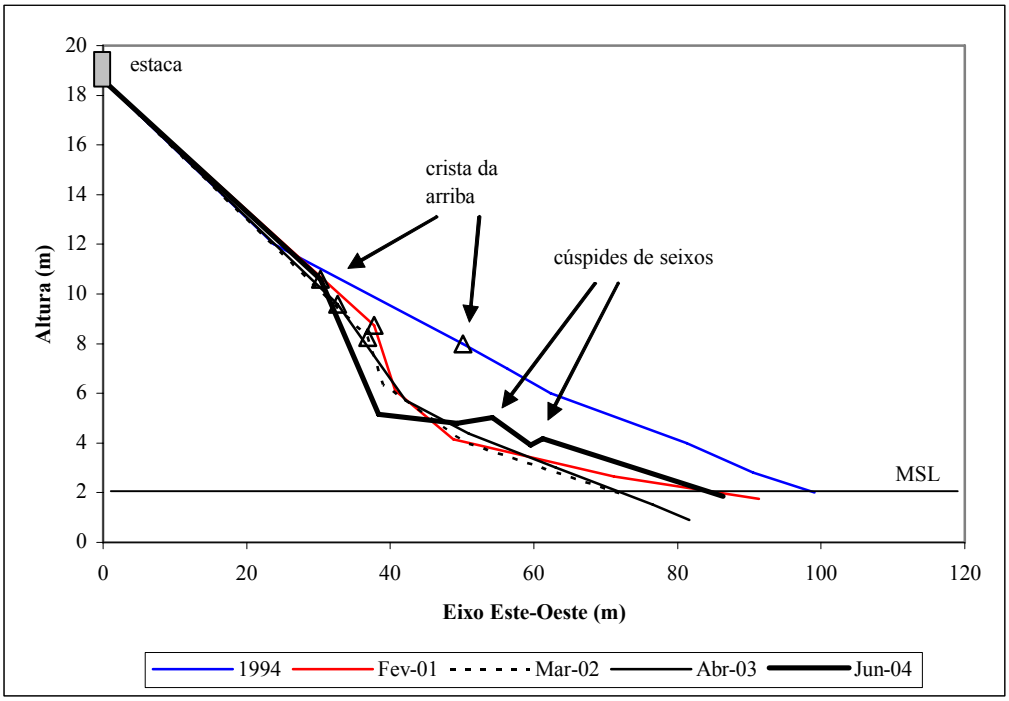



Figura 40. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia Rio de Moínhos-Mar.

Durante o período de estudo (Figura 43) as zonas de erosão abrangeram toda a praia, desde o limite superior da berma da praia até ao limite inferior da maré baixa, localizando-se a zona de maior erosão na zona de galgamento, onde a altura da praia diminuiu acentuadamente (atingindo um valor máximo de 5m). Nesta zona, a forte acção energética das ondas resultante da rebentação contribuiu para um maior emagrecimento da praia.

Relativamente às zonas de acumulação, a berma da praia apresentou um aumento, principalmente no sector mais setentrional, onde a sua altura atingiu um valor máximo de 1.5m.

Figura 41. Praia Rio de Moínhos-Mar, 2004/2005. Em cima, situação de verão (Junho); no meio e em baixo, situação de inverno (Fevereiro e Março, respectivamente). Na zona do passadiço podem observar-se marcas do espraio das ondas e da erosão da praia. A seta indica a zona onde ocorreu a ruptura do cordão dunar, resultante do galgamento do mar (Março de 2005).

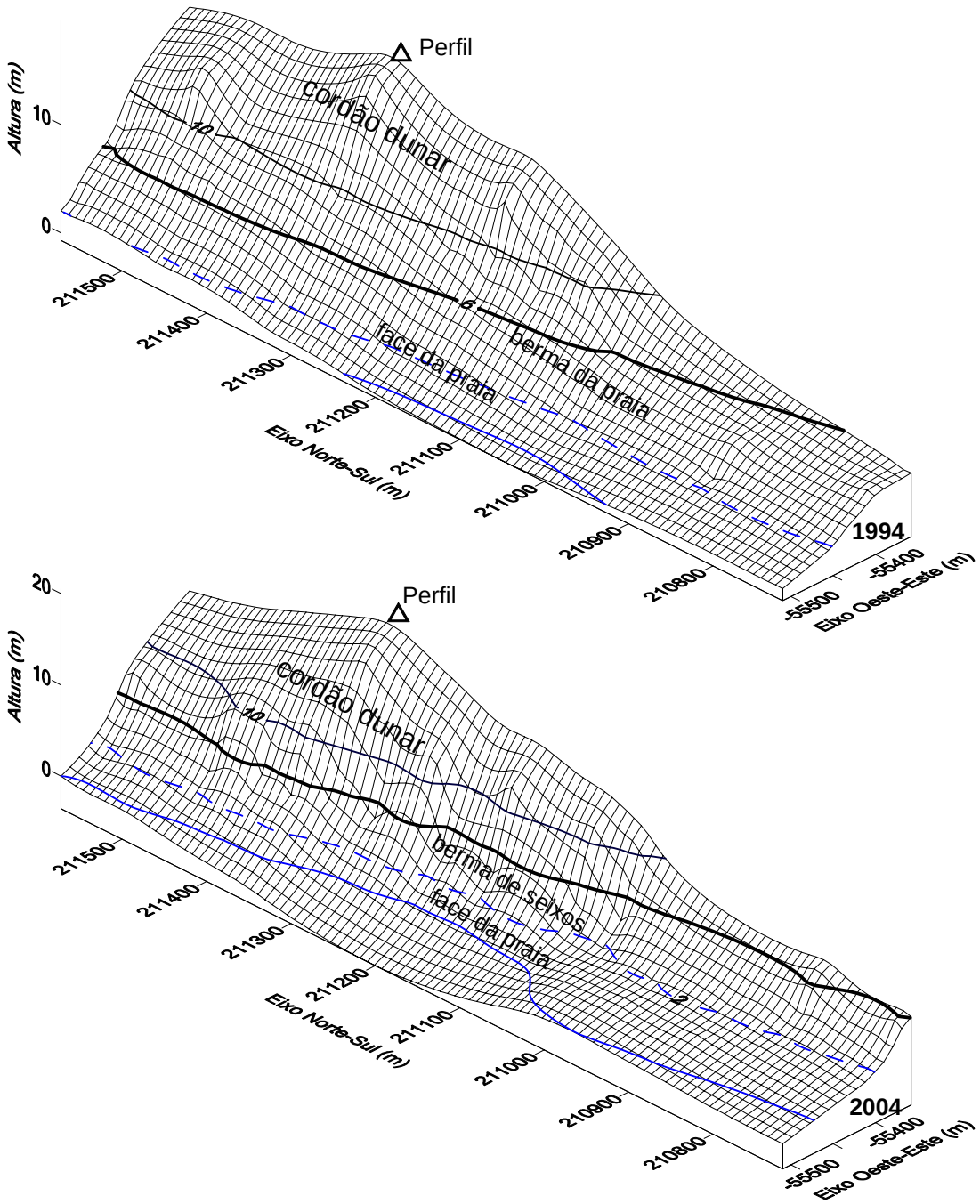



Figura 42. Morfologia da praia de Rio de Moínhos-Mar. A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m).

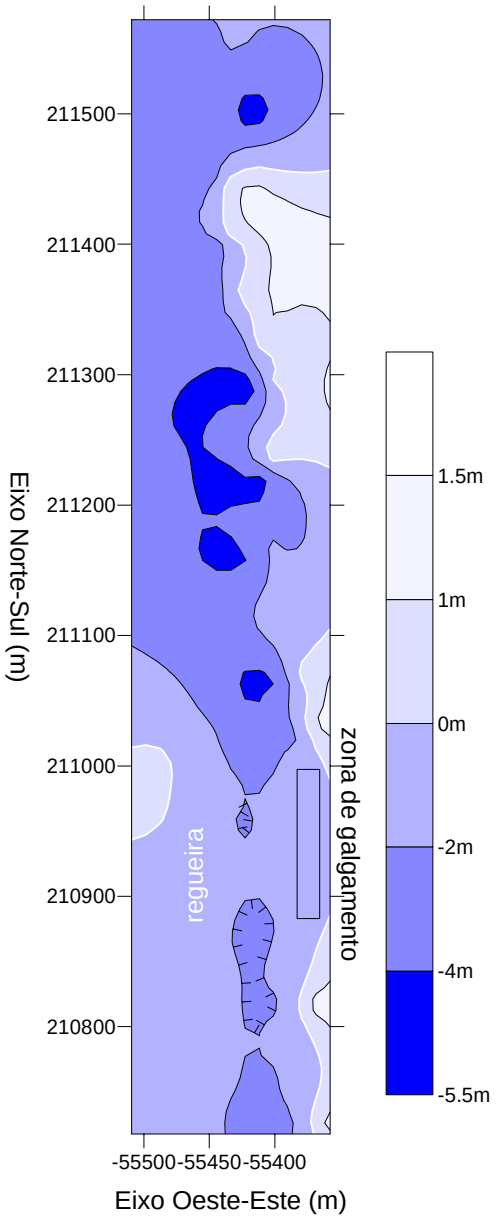



Figura 43. Variação da altura da zona intertidal na praia de Rio de Moínhos-Mar, entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia.

Mais a sul, a berma apresenta pequenas áreas de acumulação de areia e cascalhos, observando-se, mesmo, na zona situada entre a parte inferior da face da praia e os afloramenos rochosos, um pequeno banco arenoso, onde a altura da praia aumentou de1.0m.

Entre 1994 e 2004 a praia apresentou uma acentuada tendência erosiva caracterizada por um défice sedimentar elevado (-448 $m^3/m$) e uma tendência crescente (embora irregular) do seu declive.

Tabela 9. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Rio de Moínhos-Mar.

| **Anos** | **Volume sedimentar ($m^3/m$)** | **Declive da praia (tanβ)** | **(graus)** | **Meses** |
|---|---|---|---|---|
| 1994 | 812 | 0.07 | 4.0 | - |
| 2001 | 553 | 0.074 | 4.2 | Fevereiro |
| 2002 | 545 | 0.09 | 5.1 | Março |
| 2003 | 493 | 0.084 | 4.8 | Abril |
| 2004 | 366 | 0.095 | 5.4 | Junho |

Entre 2002 e 2004 houve um aumento da taxa de erosão relativamente ao ano de 2001. Neste período observa-se a presença de um maior volume de seixos, os quais preenchem a quase totalidade da berma e face da praia.

Quanto ao recuo da crista das arribas, este atingiu valores mais elevados (7m) no cordão dunar a sul da zona de galgamento de Mar.

Durante o período de estudo (2001-2004), os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos, no segmento Mar - Rio de Moínhos, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* (ε) = 4.8 e 4.4, *surf similarity index* (Σ) = 0.8 e 0.7 e *Dean's number* (Ω) = 3.7 e 2.0. Estes parâmetros permitem considerar que o comportamento morfodinâmico da praia foi intermédio, com predominância de ondulação do tipo mergulhante.

Relativamente aos valores encontrados para o índice de vulnerabilidade morfológica, entre 1994 e 2004 eles variaram de Iv=1.16 (praia de Mar) a Iv=0.81 (praia Rio de Moínhos), enquanto que entre 2002 e 2004 ele foi de Iv=0.28 na praia de Mar e, entre 2001 e 2004, de Iv=0.38 na praia de Rio de Moinhos,. Os valores médios obtidos para o índice de vulnerabilidade permitem considerar que, entre 1994 e 2004, este sector apresentou um comportamento frágil a extremamente frágil, passando a frágil nos últimos 4 anos (2000-2004).

Entre 1994 e 2004 a globalidade deste segmento costeiro (Mar-Rio de Moínhos) revelou uma tendência erosiva elevada. Este comportamento erosivo contribuiu para um aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na zona intertidal, assim como para um aumento do volume de seixos na praia,

do declive da praia e da profundidade da água na zona frontal à face da praia, os quais, associados ao tipo de rebentação dominante (rebentação mergulhante), constituem um perigo para os utentes da praia (banhistas e surfistas) principalmente durante a preia-mar.

O aumento, na direcção do mar, da área de exposição dos afloramentos nas zonas mais setentrional e mais meridional da praia contribuiu para a mudança da hidrodinâmica (alteração da declividade das ondas, aumento da difracção, refracção e reflexão das ondas incidentes e formação de ondas estacionárias) que se verifica na zona central da praia (frente ao passadiço), a qual se comporta como uma pequena baía onde convergem a água e os sedimentos provenientes da área onde a rebentação das ondas é mais intensa - plataforma rochosa. Nesta zona central o excesso de água aí acumulada volta para o mar sob a forma de correntes de retorno, arrastando para o largo. e para sul, os sedimentos aí acumulados, o que provocará um aumento da erosão da praia. Por outro lado, a ausência de afloramentos na zona intertidal e o baixo gradiente da face da praia contribui para que as ondas, em preia-mar de períodos de ondulação forte de oeste, ataquem directamente a arriba arenosa talhada na duna frontal, provocando a sua erosão e recuo (ver Figura 40). Actualmente, ao longo da praia, observam-se zonas de erosão e pequenas áreas de acumulação, predominando estas nas áreas mais protegidas pelos afloramentos rochosos, enquanto que as de erosão predominam nas áreas de galgamento.

A morfologia da praia é caracterizada pela existência de uma berma, de seixos e areia, de largura variável (7 a 16m) e por sistemas de cúspides de seixos com diferentes comprimentos de onda na parte superior da face da praia. Estas microformas, nas situações de tempestade, como as ocorridas entre Fevereiro e Março de 2005, são completamente destruídas, dando lugar a um perfil de praia de forma côncava.

A área situada entre a linha de baixa-mar e a parte inferior da face da praia, é ocupada por afloramentos rochosos em cujas depressões se encontram seixos e areia. A sul, a berma, de largura reduzida, é constituída por areia, seixos e placas de xisto com dimensões entre 20 e 50 cm. A área compreendida entre o limite inferior da face da praia e os afloramentos rochosos apresenta periodicamente um banco arenoso com um comprimento

(N-S) aproximado de 300m e largura (E-O) de 30 a 60m, e algumas regueiras orientadas paralelamente à praia. Após as marés vivas, aquele banco arenoso é destruído total ou parcialmente, deixando exposta uma grande área de seixos, blocos xisto-quartzosos e placas de xisto sobrepostas a um depósito turfoso, onde, no inverno 2004/2005, foram encontradas fragmentos de cerâmica e troncos de árvores *in situ*, e madeiras trabalhadas pelo Homem (Figura 44).

Figura 44. Praia de rio de Moínhos (Fevereiro de 2005). As setas assinalam alguns dos troncos de árvores encontrados.

### 5.3.4 Praia de Cepães

Neste segmento foram realizados levantamentos topográficos em 16 perfis transversais numa extensão de praia de 1000m, a norte do galgamento da Redonda. Os principais aspectos morfológicos desta praia são a presença de 1) uma zona de galgamento com 200m de largura, no sector mais setentrional, 2) de uma área significativa de afloramentos rochosos na zona entre-marés na zona mais a norte, 3) de um cordão dunar, de largura variável, bastante

degradado e 4) de uma tendência crescente, de norte para sul, de surgimento de seixos na berma e na face da praia.

A análise dos blocos-diagrama (Figura 45) mostra que a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m) em Junho de 2004 se deslocou para leste 30m e se estendeu mais para norte ( 20m) relativamente a 1994.

Quanto à posição da curva de nível referente à altura média da berma (+6m) e à crista da arriba (+8m), entre 1994 e 2004, verificou-se uma migração para leste, mais acentuada no sector mais meridional. Quanto à largura da berma da praia, ela apresentou uma tendência crescente de norte para sul.

Entre 1994 e 2004 (Figura 46), as zonas de erosão estenderam-se a toda a praia, com principal incidência na berma e na face da praia. A altura da praia diminuiu, tendo sido observados na berma e face da praia os valores mais elevados, principalmente nos perfis mais setentrionais e no perfil da Redonda (Figura 47). Como consequência da diminuição da altura média da praia, durante a preia-mar das marés vivas a berma da praia fica total ou parcialmente submersa.

No perfil Redonda, entre 1994 e 2004 (Figura 47), a crista da arriba talhada na duna frontal apresentou um recuode 16m, enquanto que a altura da face da praia diminuiu 2.5 m.

A praia apresentou uma acentuada tendência erosiva, caracterizada por um balanço sedimentar negativo de -540m$^3$/m e um aumento progressivo do declive da praia, embora entre 2003 e 2004 tenha havido uma recuperação significativa relativamente aos dois anos anteriores (Tabela 10).

Na zona do galgamento (Figura 48 e 49) a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m) deslocou-se para leste 25m em Junho de 2004 relativamente à posição de 1994.

A área ocupada pelo ribeiro do Peralto (Figura 48, 2004) foi completamente assoreada pela areia transportada pelo vento e pelos sedimentos transportados pela acção do mar, em consequência do desvio da foz para norte (Rio de Moinhos; intervenção da APPLE realizada em 2001/2002). A presença da paliçada, construída em 2003, contribuiu para um aumento da altura da berma da praia (0.5 a 3m).

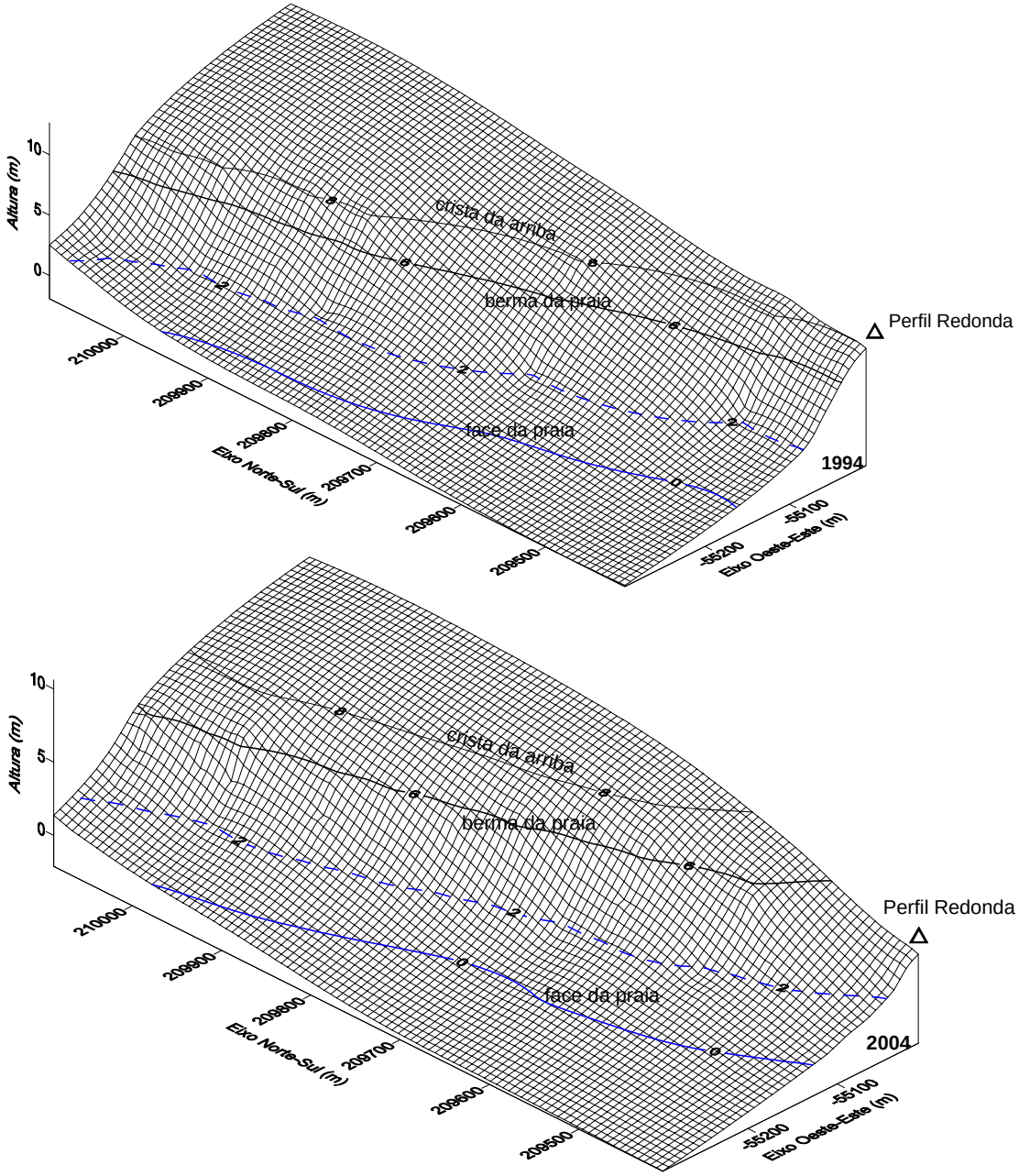



Figura 45. Morfologia da praia de Cepães. A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m).

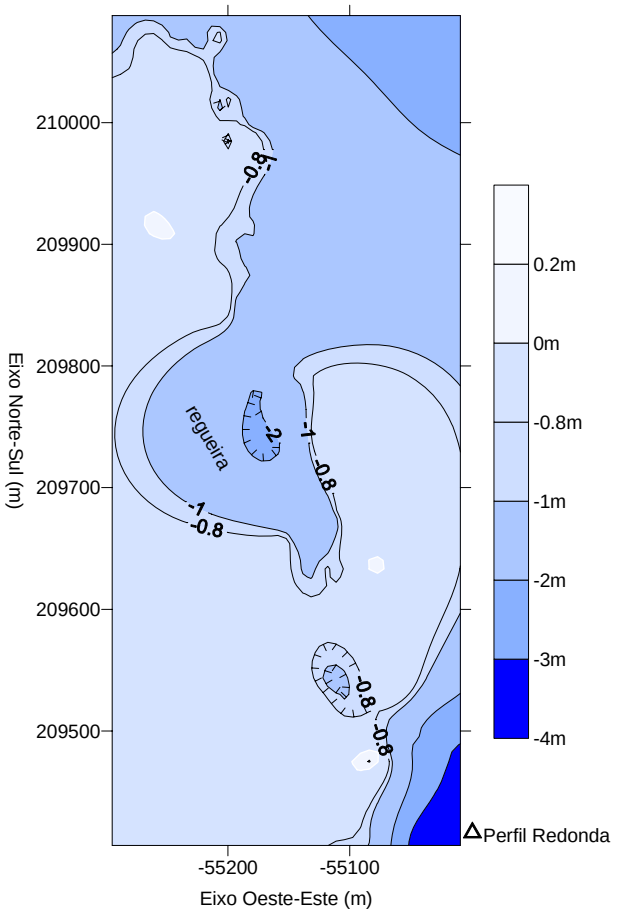



Figura 46. Variação da altura da zona intertidal na praia de Cepães entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia

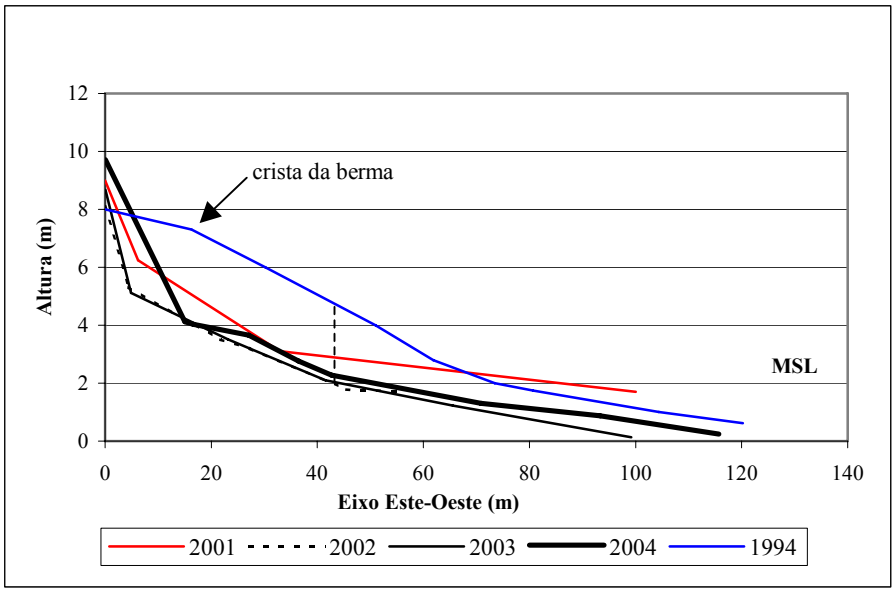



Figura 47. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal da praia de Cepães (perfil Redonda). A linha vertical, a tracejado, representa o rebaixamento da face da praia entre 1994 e 2004.

Tabela 10. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Cepães.

| **Anos** | **Volume sedimentar ($m^3/m$)** | **Declive da praia (tanβ)** | **(graus)** | **Meses** |
|---|---|---|---|---|
| 1994 | 1607 | 0.06 | 3.4 | - |
| 2001 | 1375 | 0.063 | 3.6 | Fevereiro |
| 2002 | 953 | 0.093 | 5.3 | Março |
| 2003 | 863 | 0.078 | 4.5 | Abril |
| 2004 | 1067 | 0.082 | 4.7 | Junho |

A praia, na sua quase totalidade, apresentou uma erosão acentuada, caracterizada pela diminuição da sua altura (0.5 a 2.5m), migração para leste em 20m da curva de nível referente ao nível médio do mar e da curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m) e recuo acentuado das arribas arenosas talhadas na duna frontal.

Relativamente aos valores dos volumes sedimentares (620, 553, 490 e 534$m^3$/m para 1994, 2002, 2003 e 2004, respectivamente), verificou-se um balanço sedimentar negativo de -86$m^3$/m.

Entre 1994 e 2004, a totalidade do sector, apresentou uma erosão acentuada que se caracterizou :

- pela ocorrência de um balanço sedimentar negativo de -626$m^3$/m.
- pelo aumento do declive da praia de 0.06 para 0.08 ( de 3.4º para 4.7º);
- pelo recuo das arribas arenosas talhadas na duna frontal, principalmente no perfil mais meridional (5m) e na zona de galgamento de Cepães (2m);
- pelo aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na praia e pré-praia, principalmente no sector setentrional da praia;
- pelo aumento, de norte para sul, da quantidade de seixos e cascalhos na berma e na face da praia.

Entre 2001 e 2004, os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos, na praia de Cepães, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* (ε) = 12.8 e 11.8, *surf similarity index* (Σ) =0.6 e *Dean's number* (Ω) = 3.7 e 2.1.

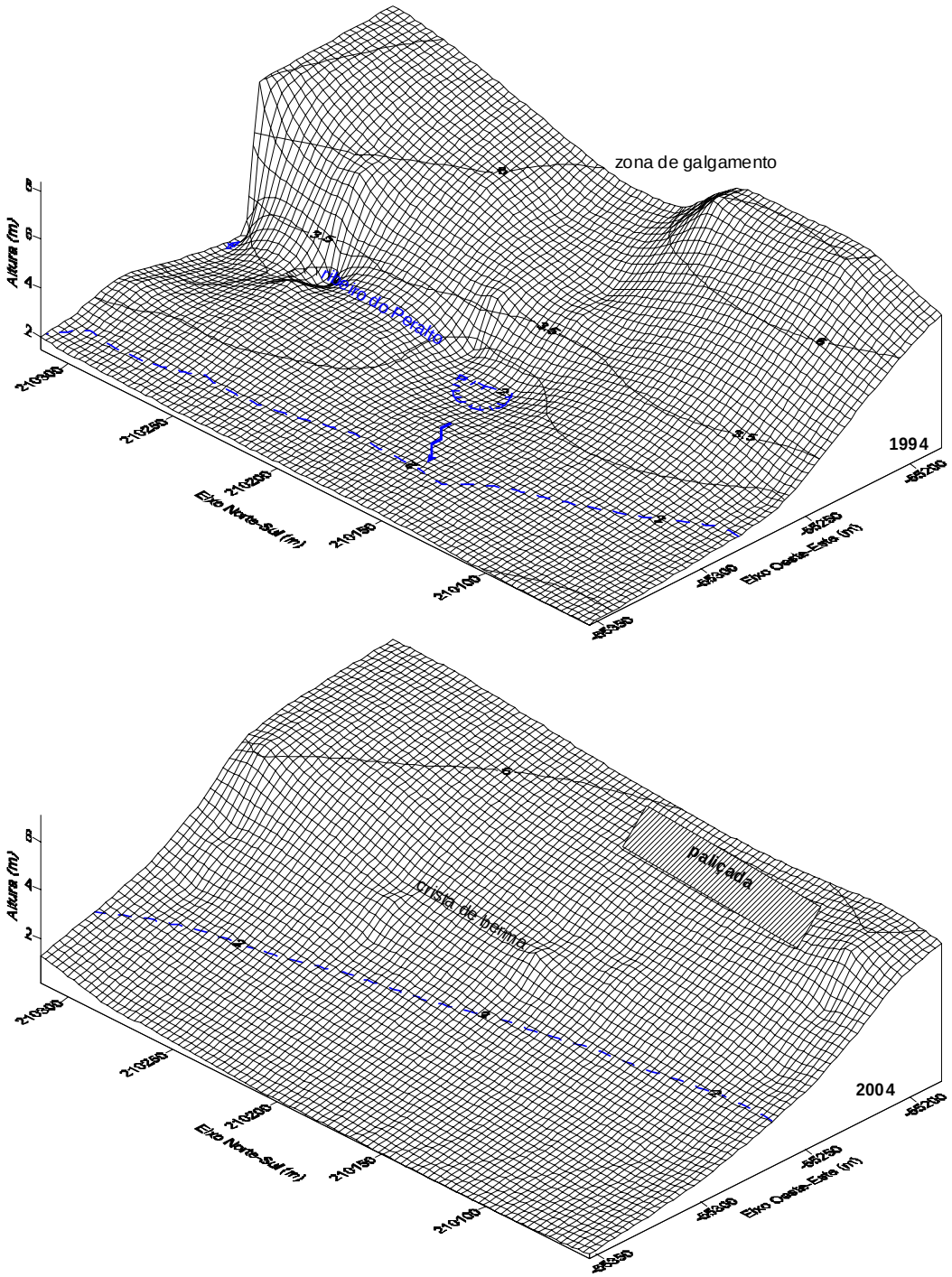



Figura 48. Morfologia da zona intertidal na praia de Cepães (zona do galgamento do Peralto). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A preto está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m). (No bloco-diagrama superior, a seta a azul indica a direcção da foz do ribeiro)

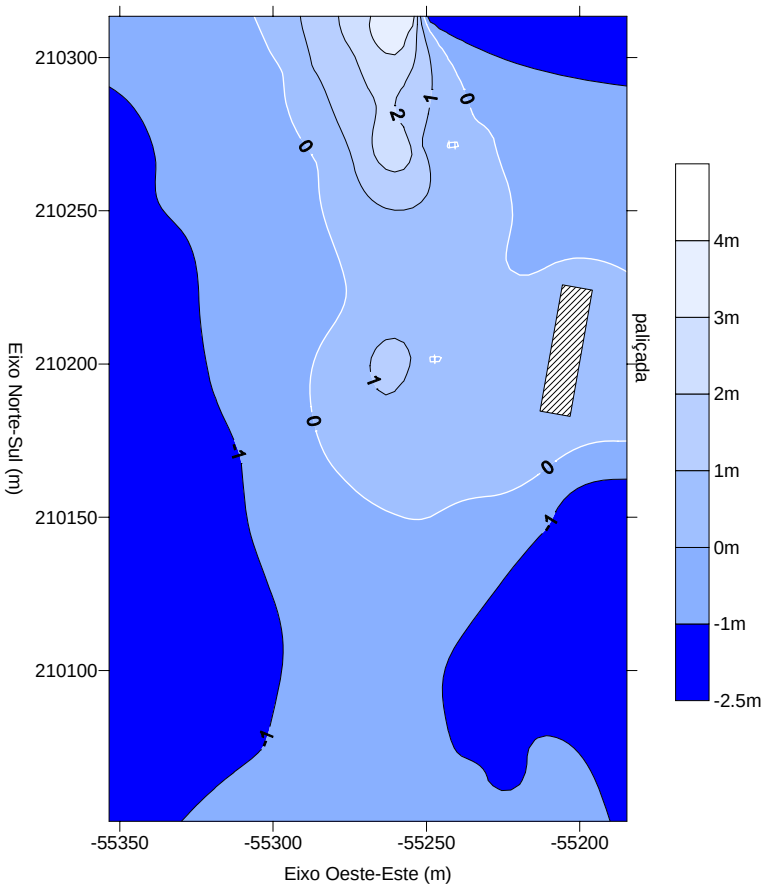



Figura 49. Variação da altura da zona intertidal na praia de Cepães (zona do galgamento) entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia.

Estes parâmetros permitem considerar que o comportamento morfodinâmico da praia foi intermédio, com predominância de ondulação do tipo mergulhante. Na zona de galgamento de Cepães foi dissipativo a fracamente intermédio e a ondulação foi do tipo progressivo ($\varepsilon$ = 37.8, $\Sigma$ = 0.29 e $\Omega$ = 2.9).

Na praia mais meridional, a ausência de afloramentos rochosos na zona intertidal, a maior largura da praia, o declive mais reduzido, bancos arenosos (formados por sedimentos finos) e uma zona de espalho mais ampla, são responsáveis pelas suas características dissipativas, mais evidentes nas situações de forte agitação.

Relativamente aos valores encontrados para o índice de vulnerabilidade morfológica, eles foram de Iv=0.43 e Iv=0.17 em 1994 e 2004, respectivamente, permitindo considerar que, durante este período, este sector

apresentou um comportamento frágil, passando a robusto nos últimos 4 anos (2001-2004).

Entre 2001 e 2004, globalmente, este segmento costeiro revelou uma tendência erosiva elevada, o que contribuiu para um aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na zona intertidal, principalmente na zona mais setentrional, bem como para um aumento do declive da praia e da profundidade da água frente à face da praia, os quais, associados ao tipo de rebentação dominante na face da praia (rebentação mergulhante), constituem um perigo para os utentes da praia (banhistas e surfistas), principalmente durante a preia-mar.

### 5.3.5 Praia Suave Mar (Esposende)

Para analisar as variações morfológicas da praia e quantificar as mudanças de volume ocorridas entre o nível de baixa mar (0m) e a base da arriba da praia, realizaram-se levantamentos topográficos em 12 perfis transversais numa extensão de 1100m, desde a zona de galgamento da Redonda até ao quebramar da foz do Cávado. Os sedimentos da praia são constituídos por areias (essencialmente quartzosas) grosseiras (M = 0.27 a 0.92 $\phi$) na berma da praia, por areia média a areão (M = 1.25 a -1.45 $\phi$) na face da praia e por areia média (M = 1.19 a 1.30 $\phi$) nos bancos arenosos.

Entre 1994 e 2004 ocorreu uma diminuição da altura da praia ( 3m) acompanhada de um recuo da crista da berma, o que contribuiu para uma diminuição da largura desta em 20m (Figura 50). A partir de 2001, a praia apresentou um perfil com berma e crista mal definidas e uma face da praia côncava. A morfologia do perfil referente a 2004 (Junho) é indicadora de que, mesmo numa situação de verão, a praia apresenta um padrão erosivo e uma inclinação acentuada. No perfil do quebramar (Figura 51), a berma da praia, na sua parte média, apresentava um rebaixamento brusco de 1.5m, tendo atingido um valor de 3m em Abril de 2003. Esta situação, com tendência para agravamento, é resultante do colapso do sector médio do quebramar da foz do rio Cávado originado pela acção da forte agitação marítima ocorrida durante o inverno 2001/2002.

A análise das Figuras 52 e 53 mostram que, em Junho de 2004, a curva de nível referente ao nível médio do mar apresentou uma migração na direcção de terra de 20m, relativamente à posição de 1994.

De norte para sul, verificou-se um aumento da altura e da largura da berma, tendo os valores mais elevados sido registados a sul do bar "Miquelino", nas proximidades do quebramar. Este facto mostra que a zona da praia a norte do quebramar apresenta uma maior acumulação de areia em consequência da interrupção da deriva litoral predominante N-S.

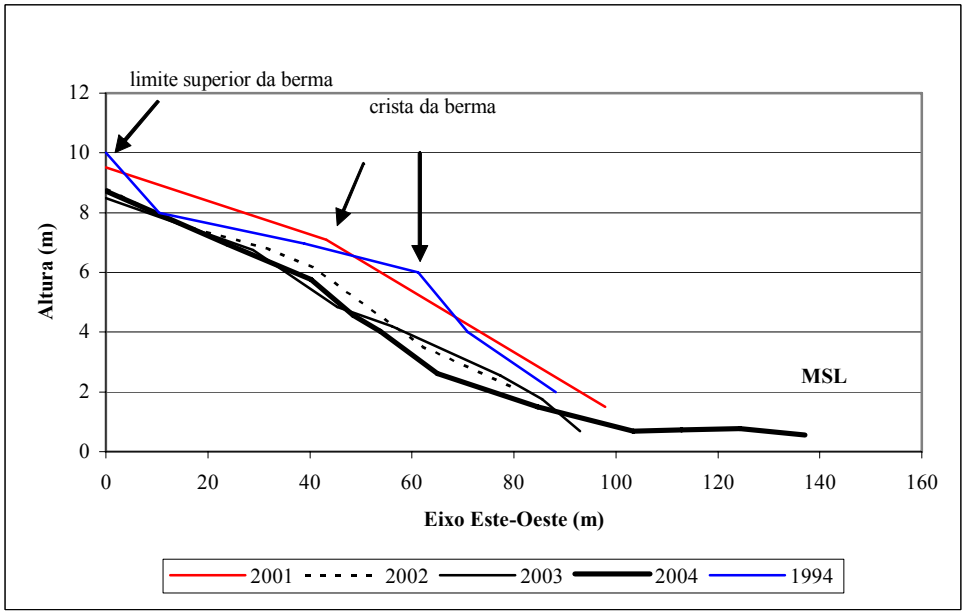



Figura 50. Evolução morfológica ao longo do perfil na praia Suave Mar.

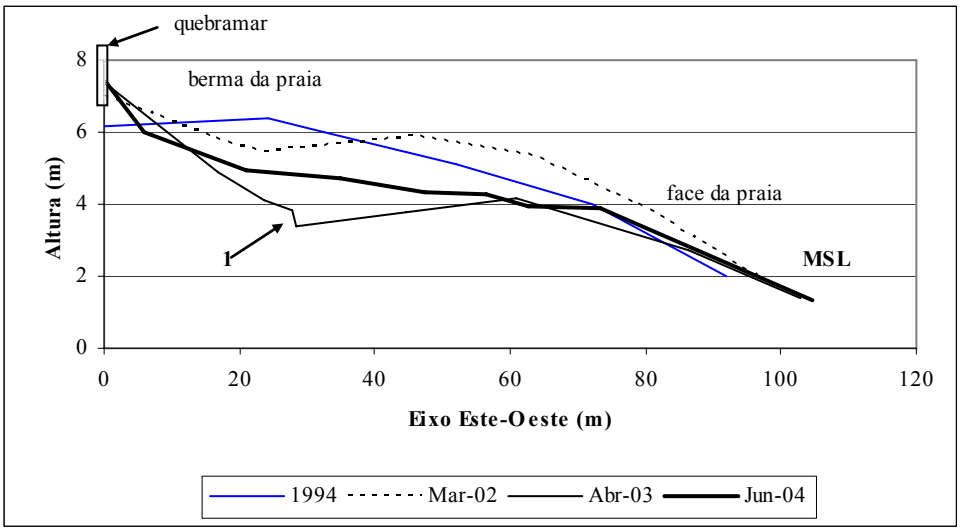



Figura 51. Evolução morfológica ao longo do perfil na praia Suave Mar (norte do quebramar). 1- zona do colapso parcial (afundamento) do quebramar.

Observou-se, também, a existência de bancos bem desenvolvidos orientados N-S, e de sistemas de regueiras e canais de retorno (Figura 54). A praia adjacente (N) ao quebramar apresenta dois bancos arenosos na pré-praia separados da face da praia por regueira com profundidade de 0.5 a 1m, onde, normalmente, se formam correntes de retorno bastante intensas e já responsáveis por alguns acidentes com banhistas.

Os processos de erosão predominaram relativamente aos de acumulação. As zonas de erosão estendem-se ao longo de toda a praia, principalmente na face da praia e limite inferior da praia propriamente dita), desde a zona de galgamento até à praia a sul do "Miquelino", onde a altura da praia diminuiu 4m.

As principais zonas de acumulação estão localizadas: 1) na berma da praia, na zona de galgamento (consequência do preenchimento da paliçada ali existente), a sul da zona de galgamento e a sul da praia do "Miquelino", onde a altura da praia aumentou de 0.5 a 2m; 2) nos bancos, a norte do quebramar, e entre a praia do "Miquelino" e a zona de galgamento, onde a altura da praia aumentou de 0.5 a 1m.

Relativamente ao balanço sedimentar, entre 1994 e 2004 (Tabela 11), a praia perdeu 156m$^3$/m. O valor mais baixo registou-se no período de 2001-2003 (-137m$^3$/m), enquanto que em Junho de 2004 a praia apresentou um défice sedimentar bastante inferior (-3m$^3$/m) relativamente ao de Abril de 2003, possivelmente como consequência de um ligeiro aumento do transporte sedimentar na direcção da praia, característico das condições de verão, conjuntamente com o forte transporte sedimentar eólico que provocou uma elevada acumulação de areia na berma da praia. Entre 2001 e 2004, o balanço sedimentar foi de -140m$^3$/m, enquanto que a largura da berma da praia diminuiu 40m.

Relativamente aos valores anuais do declive, os valores médios obtidos mostram que o perfil da praia apresentou um ligeiro aumento, sendo, contudo, a diferença entre os valores máximo e mínimo pouco significativa.

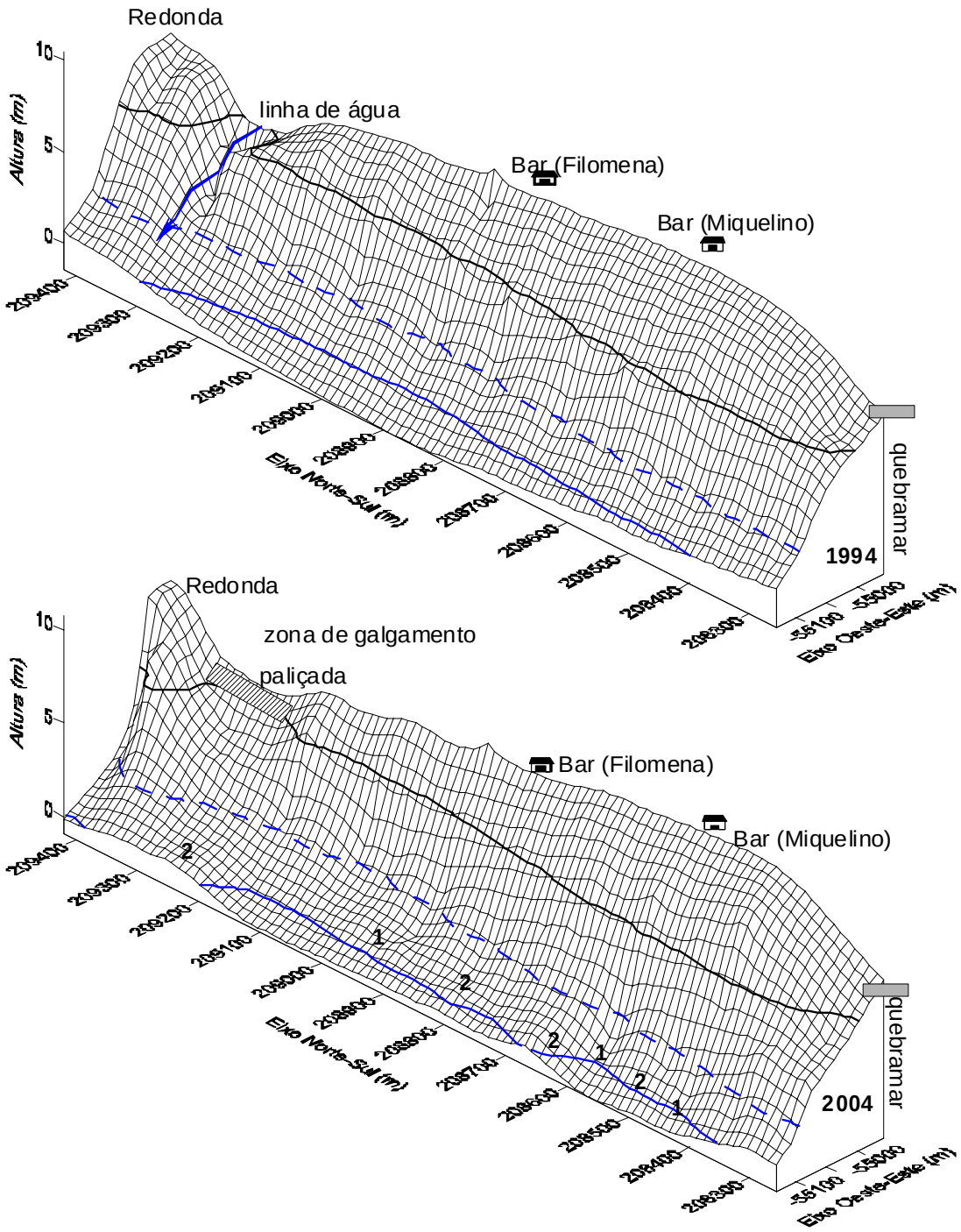



Figura 52. Morfologia da zona intertidal na praia Suave Mar (Esposende). A linha a tracejado representa a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) e a azul cheio a curva de nível referente ao ZH. A preto cheio está representada a curva de nível referente à altura média da berma da praia (+6m). (1- regueiras; 2 – bancos)

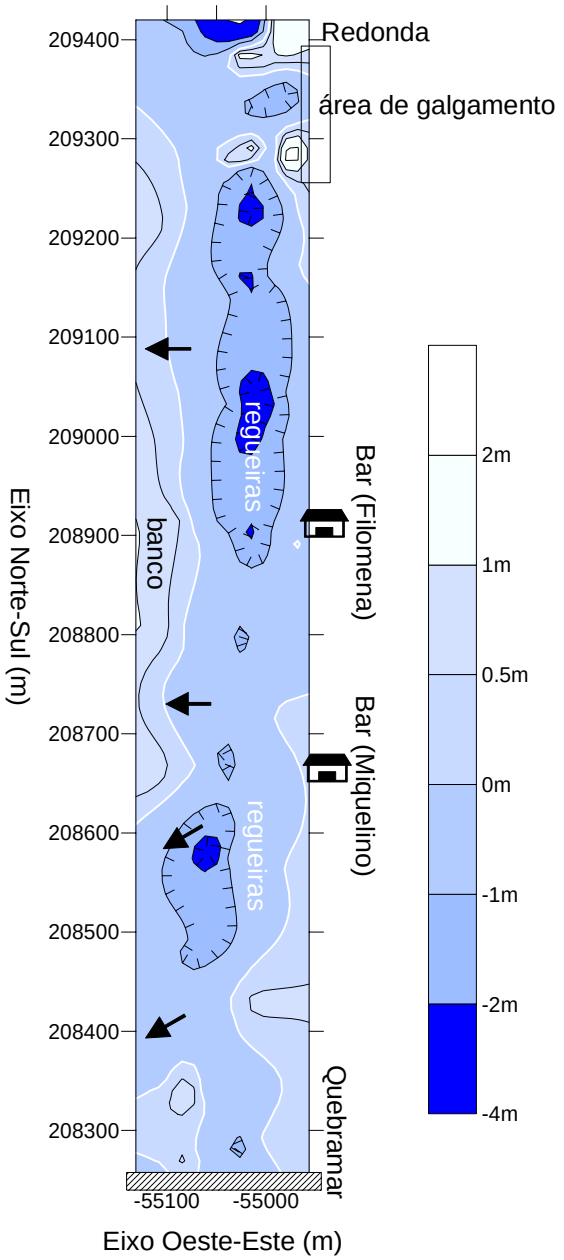



Figura 53. Variação da altura da zona intertidal na praia Suave Mar (Esposende), entre 1994 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita a zona de acumulação da praia. As setas indicam os canais de retorno (*rip channels*).

Figura 54. Vista parcial da praia Suave Mar (praia do *Miquelino*), Dezembro de 2004. 1- bancos associados a regueiras (*ridge and runnel*); 2- canal de retorno (profundidade de 1m); 3- *ripples*

Tabela 11. Variação dos valores médios do volume sedimentar e do declive da praia de Suave Mar (Esposende).

| **Anos** | **Volume sedimentar ($m^3/m$)** | **Declive da praia (tanβ)** | **(graus)** | **Meses** |
|---|---|---|---|---|
| 1994 | 802 | 0.069 | 3.9 | - |
| 2001 | 786 | 0.071 | 4.1 | Novembro |
| 2002 | 669 | 0.072 | 4.1 | Março |
| 2003 | 649 | 0.08 | 4.6 | Abril |
| 2004 | 646 | 0.08 | 4.6 | Junho |

Como consequência da erosão, a largura da berma da praia diminuiu 20m, enquanto que a zona frontal à face da praia apresentou um acentuado rebaixamento. Globalmente, entre 2001 e 2004, os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos, na praia Suave Mar, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* (ε) = 9.2 e 8.5, *surf similarity index* (Σ) = 0.6 e 0.5 e *Dean's number* (Ω) =3.7 e 2.1. Estes parâmetros permitem considerar que o comportamento morfodinâmico da praia foi intermédio, com predominância de ondulação do tipo mergulhante.

Na zona de galgamento da Redonda foi dissipativo a fracamente intermédio e a ondulação foi do tipo progressivo ($\varepsilon = 46.7$, $\Sigma = 0.26$ e $\Omega = 2.9$). A existência de uma zona de ressaca bastante ampla, dois bancos arenosos na pré-praia e declive reduzido (2.3º) da praia são indicadores do estado dissipativo.

No sector mais setentrional da praia, a presença de dois bancos arenosos intertidais associados a sistemas de regueiras, a presença de um ou dois canais de correntes de retorno nas proximidades do quebramar e a presença de cúspides arenosas com diferentes comprimentos de onda (12, 16, 21 e 31m e, por vezes, mega-cúspides), caracterizam o comportamento reflectivo deste sector da praia.

Relativamente aos valores médios encontrados para o índice de vulnerabilidade morfológica, entre 1994 e 2004, eles variaram entre Iv = 0.31 e Iv = 0.20, respectivamente, o que permite considerar que a praia Suave-Mar apresentou um comportamento robusto.

Globalmente, entre 2001 e 2004, este segmento costeiro revelou uma tendência erosiva elevada, o que contribuiu para o surgimento de alguns afloramentos rochosos na zona intertidal, a noroeste da praia da "Filomena", assim como para um aumento do declive da face da praia e da profundidade da água em preia-mar e para a presença de correntes de retorno, o que, associado ao tipo de rebentação (rebentação mergulhante), constitui um perigo para os utentes da praia, principalmente para os banhistas.

### 5.4 Foz do rio Cávado e restinga de Ofir

A foz do rio Cávado está localizada em Esposende, orientada E-O, entre o quebramar (lado N) e a extremidade da restinga de Ofir (lado S). Tem 40m de largura (N-S) e é pouco profunda, apresentando o canal principal uma profundidade variável entre 1 e 3m na sua parte navegável.

Do mar para terra, as principais unidades morfológicas observáveis são: 1) o delta de vazante, na entrada da desembocadura; 2) um banco arenoso, com o eixo principal orientado segundo o fluxo dominante da corrente de vazante; 3) um delta de maré enchente próximo do quebra-mar; 4) um banco arenoso lobado que se forma sazonalmente no interior da foz; 5) o canal

principal (E-O) com profundidade variável; 6) um ou dois canais secundários (NE-SO) com largura reduzida e profundidade inferior a 1m.

A restinga de Ofir está localizada a sul da foz do rio Cávado, tem 2100m de comprimento e uma largura variável. As praias arenosas (areias médias a grosseiras) marítimas são limitadas por arribas talhadas na duna frontal. Atrás da restinga fica situada Esposende, pelo que aquela é vista pelos habitantes como uma defesa natural contra as incursões do mar na cidade. Várias vezes o mar tem galgado a restinga, chegando mesmo a rompê-la (três vezes nos últimos 20 anos).

As praias marítimas da restinga têm uma orientação aproximada de N4º a N6ºE e são intersectadas por um esporão curvo com 250m de comprimento, localizado na sua parte intermédia. Embora muito expostas à acção da ondulação de NO, os afloramentos rochosos dos Cavalos de Fão e outros provocam refracção e difracção das ondas, contribuindo para uma diminuição da sua energia na chegada à praia, principalmente durante os temporais de SO. A praia, a sul do esporão curvo, apresenta uma frente urbana bastante desenvolvida construída sobre a duna frontal.

Os estuários são formas costeiras, corpos de água em ligação com o oceano, nos quais a água salgada se mistura com a doce. Há vários tipos de estuários. A maioria dos estuários resulta da submersão de vale fluviais (mais ou menos profundamente escavados durante o último baixo nível do mar) resultante da subida do mar durante o Holocénico. A separação entre o corpo estuarino e o oceano é feita pela restinga ou cabedelo e a comunicação com o mar pela barra ou desembocadura. A barra de um rio é um elemento-chave da estabilidade do estuário pois condiciona as trocas de sedimentos, salinidade, nutrientes e poluentes entre o mar e o rio.

A foz do Cávado, limitada a norte por um quebramar e a sul pela extremidade norte da restinga de Ofir, apresenta um assoreamento acentuado, característico das desembocaduras destes corpos costeiros como resposta à progressiva subida do nível do mar. Tal facto constitui um problema para as populações, pois dificulta a navegabilidade na foz.

### 5.4.1 Foz do Cávado

A comunicação oceano-estuário é mantida pelas correntes de maré e pelo caudal fluvial. As correntes de maré movimentam permanentemente os sedimentos transportados pelas ondas e correntes associadas, conduzindo à formação dos bancos dos deltas de maré (ver anexo I). O seu desenvolvimento na desembocadura depende principalmente:

- da amplitude média da maré nessa área e da energia da onda representada pela altura significativa média anual (Hayes, 1979; Davis e Hayes, 1984);
- da quantidade de sedimentos disponíveis.

Segundo Hayes (1979), nas zonas onde a acção das correntes de maré e das ondas é mais ou menos equivalente (energia mista), a maior parte dos bancos arenosos está localizada na proximidade da desembocadura (Fitzgerald, 1984), os quais apresentam grandes variações de morfologia. Considerando a altura média das ondas ao rebentar ($H_b$= 2.64m) durante o período de estudo, o limite de acção da corrente de deriva na desembocadura situa-se na batimétrica (d) dos -3.5m ($d = H_b / 0.78$) (Hardisty e Laver, 1989).

#### 5.4.1.1 Morfodinâmica da foz do Cávado

A uma escala decenal (1913-2005) verificou-se que a presença de um canal principal com orientação geral E-O e a tendência para a instalação de um segundo canal orientado NE-SO são características determinantes na evolução da desembocadura. Também é nítida a tendência de migração na direcção da restinga do banco do delta de maré vazante existente na parte N da desembocadura (Figura 55).

Principais unidades morfológicas

Na desembocadura da foz do Cávado podem observar-se, do exterior para o interior, as seguintes unidades morfológicas:

- o delta de maré jusante, um banco arenoso lobado à entrada da desembocadura, com o eixo maior orientado segundo o fluxo dominante da corrente de vazante, (Figura 56);

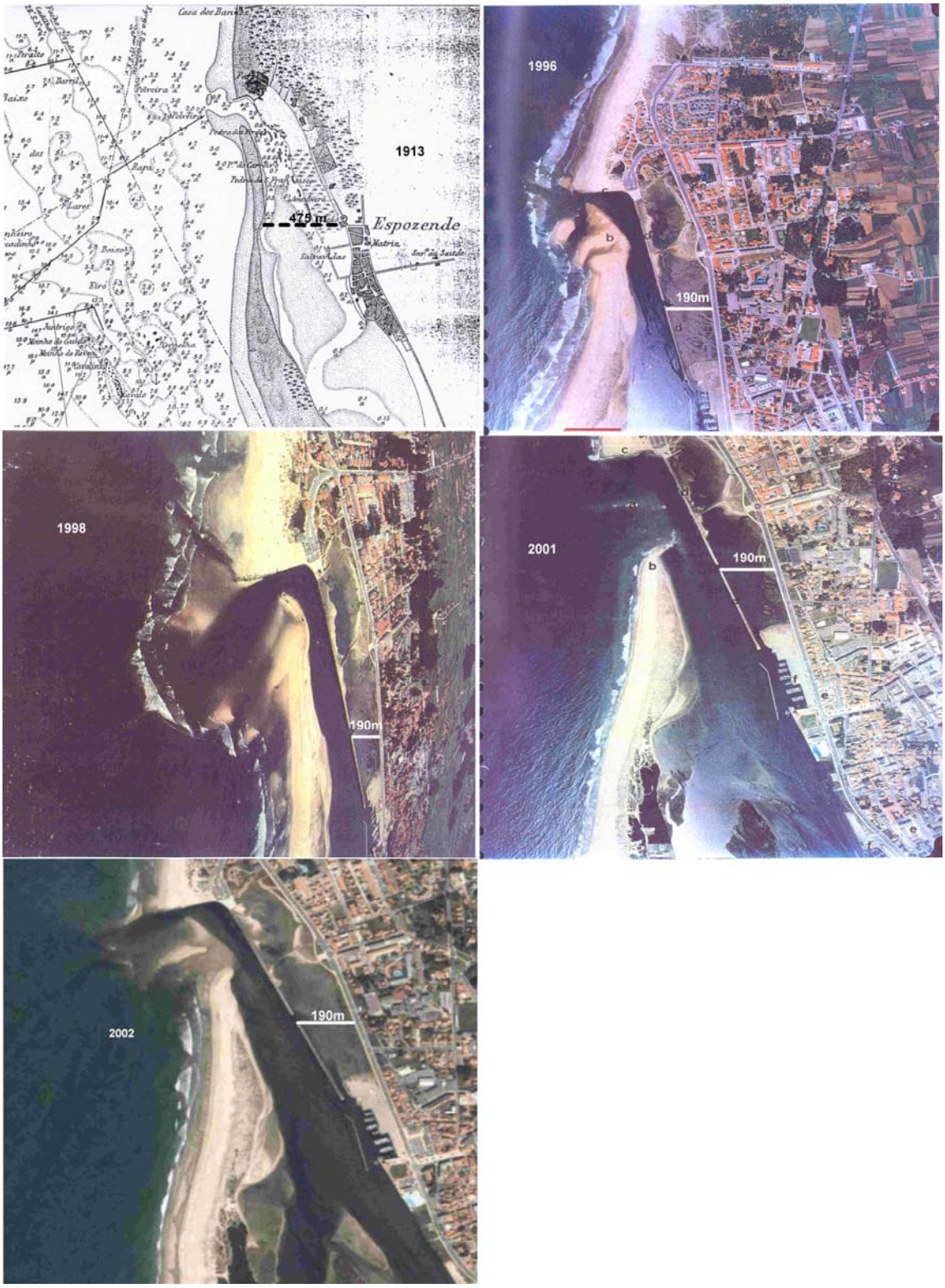



Figura 55. Evolução da foz do Cávado (1996, 1998 e 2001, imagens adaptadas do INAG; 2002, imagem adaptada do *Digital Google Earth*)

- o delta de maré enchente, um banco arenoso que se desenvolve na parte mais interna da desembocadura, junto ao paredão e ao quebramar da foz do Cávado;
- um canal principal com profundidade média de 0.5 a 2 m (dados de sonda de pescadores locais em 07/2002, 2003 e 2004) e um ou dois canais secundários, mais estreitos e de menor profundidade.

Bancos de maré enchente no estuário do Cávado

Acompanhou-se a evolução do banco arenoso de maré enchente, situado a sul do quebramar, no período entre 10/08/01 e Março de 2002 (tabela 12).

O banco de maré apresentou um aumento de volume, de Agosto até Outubro de 2001, mês em que atingiu o seu valor máximo. Entre Dezembro de 2001 e Janeiro de 2002 o banco desapareceu, tendo-se formado, novamente, em Fevereiro de 2002 e aí permanecido até Abril desse ano.

Tabela 12. Volumes sedimentares do banco de maré enchente a sul do quebramar (2001 a 2002).

| **Datas** | **08/01** | **09/01** | **09/01** | **10/01** | **02/02** | **03/02** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume ( x $10^4$ $m^3$)** | 2.1 | 3.8 | 3.7 | 7.7 | 3.0 | 3.7 |

O banco arenoso de maré enchente, entre Fevereiro e Março de 2002 (Figura 57), sofreu uma acreção vertical, a qual se traduziu no aumento do seu volume, enquanto que seu eixo maior apresentou uma rotação de N-S para NE-SO. A partir de fins de Abril de 2002.

Os dados obtidos a partir dos levantamentos topográficos do banco de maré enchente, situado na face fluvial da restinga do estuário do Cávado, realizados em Março de 2002, em Março e Agosto de 2003 e em Dezembro de 2004, mostraram que os volumes sedimentares foram de 528, 409, 334 e 636 $m^3$/m, respectivamente.

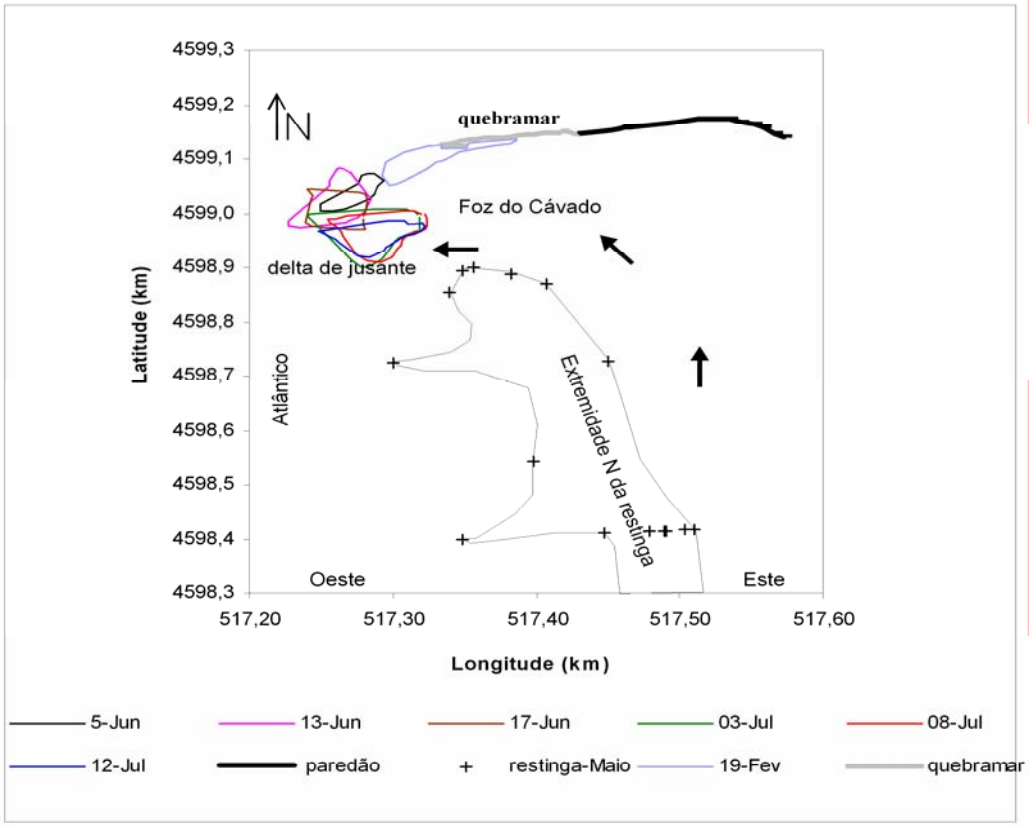



Figura 56. Evolução do delta de vazante entre Fevereiro e Julho de 2003.
De 5 a 13 de Junho, o banco do delta de vazante movimentou-se para O-SO; a partir dessa data, e até 12 de Julho, movimentou-se ( 100m) para sul, na direcção da restinga, à qual posteriormente se ligou.

Esta variabilidade sazonal do assoreamento estará possivelmente relacionada com o agravamento ou melhoria das condições de agitação marítima, uma vez que altura das ondas na rebentação interfere com o volume de sedimentos movimentados na zona de rebentação e transportados pela deriva e correntes de maré enchente.

Destaca-se o facto de o valor do volume sedimentar mais baixo ter ocorrido em 2003 (principalmente em Agosto), ano em que o valor médio da altura e do período significativo das ondas foi mais baixo relativamente a 2002 e a 2004; daí verificar-se um menor volume sedimentar no trânsito longilitoral e no transporte pela acção das correntes de maré enchente.

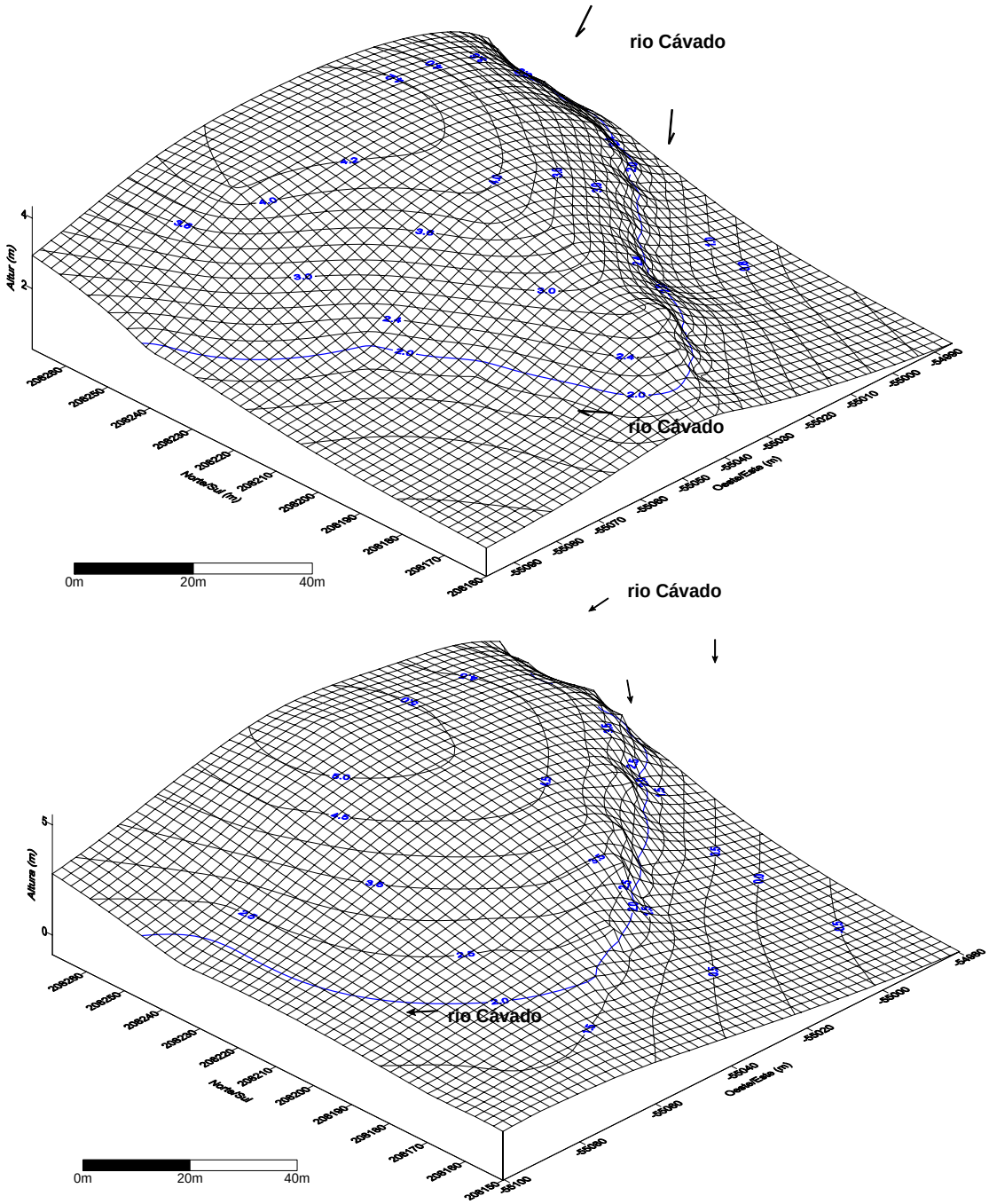



Figura 57. Evolução do banco do delta de maré enchente a sul do quebramar entre Fevereiro e Março de 2002.

Banco de maré enchente, a leste do molhe de protecção do rio Cávado

Entre 2001 e 2003 o volume sedimentar e a área do banco de maré (limitado a oeste pelo molhe e a norte pelo paredão na foz do Cávado, Figura 59) aumentaram quase três vezes. O comprimento do eixo maior (N/S) do banco duplicou, enquanto que o eixo menor (E/O) aumentou para 100m em 2002, mantendo a mesma largura a partir desta data (Tabela 13). Globalmente, verifica-se que, ao longo do tempo, a retenção de sedimentos neste sector tem aumentado significativamente, sobretudo durante as marés vivas e períodos de tempestade.

Tabela 13. Variação dos parâmetros relativos ao banco de maré.

| **Data** | **Volume ($m^3$)** | **Área plana ($m^2$)** | **Eixo maior (m)** | **Eixo menor (m)** |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 21916 | 6379 | 90 | 50 |
| 2002 | 42394 | 13419 | 120 | 100 |
| 2003 | 56731 | 19463 | 180 | 100 |

5.4.1.2 Características hidrodinâmicas

Coeficiente hidrodinâmico

Considerando que a média anual (em 2001/2004) da altura significativa da onda (Hs) foi de 2.05 m e a amplitude média da maré (A) foi de 3.12 m (Instituto Hidrográfico, 2004), o coeficiente hidrodinâmico Hs/A (Hayes, 1979), da desembocadura do rio Cávado é de 0.66. Este valor permite classificá-la como uma desembocadura submetida a uma energia mista (onda e maré), com uma acção mais importante das correntes de maré, as quais são responsáveis pelo alongamento dos bancos arenosos de maré que constituem os deltas de maré enchente e vazante.

Prisma de maré

As variações do prisma de maré podem determinar-se através da área da secção mínima, isto é, a secção onde a desembocadura do estuário é mais estreita (Gassiat, 1989). Para determinar este parâmetro realizou-se um perfil batimétrico N-S desde o quebramar da foz do rio Cávado até à extremidade da restinga.

Determinaram-se as variações da área da secção mínima e dos valores do prisma de maré em 1991, 1992, 2001, 2002, 2003 e 2004 (Tabela 14). Os dados mostram que em 1991 o prisma de maré apresentou um valor mínimo ($0.55x10^6$ $m^3$ ) e que a partir dessa data aumentou até Abril de 2001, quando atingiu o valor máximo ($8.61x10^6$ $m^3$ ), para voltar a diminuir novamente até 2004.

Tabela 14. Valores do prisma de maré e da área da secção mínima.
(a) – Abril; (s) – Setembro.

| **Ano** | **Prisma de maré (x $10^6$ $m^3$)** | **Área da secção mínima ($m^2$)** |
|---|---|---|
| 1991 | 0,55 | 62 |
| 1992 | 2,12 | 212 |
| 2001(a) | 8,61 | 752 |
| 2001(s) | 4,91 | 422 |
| 2002 | 3,41 | 325 |
| 2003 | 1,7 | 173 |
| 2004 | 1,4 | 145 |

As variações da secção húmida mínima foram calculadas, num mesmo perfil, nos anos de 1991, 1992 e de 2001 a 2004 (Figura 58).

A área da secção húmida apresentou uma tendência decrescente a partir de 2001, diminuindo 2 vezes e meia entre 2001 e 2004, em consequência do assoreamento crescente, de sul para norte, do canal e da diminuição da sua largura (Figura 58).

A secção húmida média é de 299 $m^2$ e o prisma de maré correspondente é de $3.2x10^6$ $m^3$. Globalmente, a foz do Cávado apresentou um estreitamento do canal principal, com diminuição crescente da profundidade no sector mais próximo do paredão e do quebramar.

Em 2004**,** o aumento da área e a acrecção vertical verificada no banco emerso soldado à extremidade N da restinga, e a consequente diminuição da largura do canal, contribuíram para a redução do valor do prisma de maré ($1.4x10^6$ $m^3$).

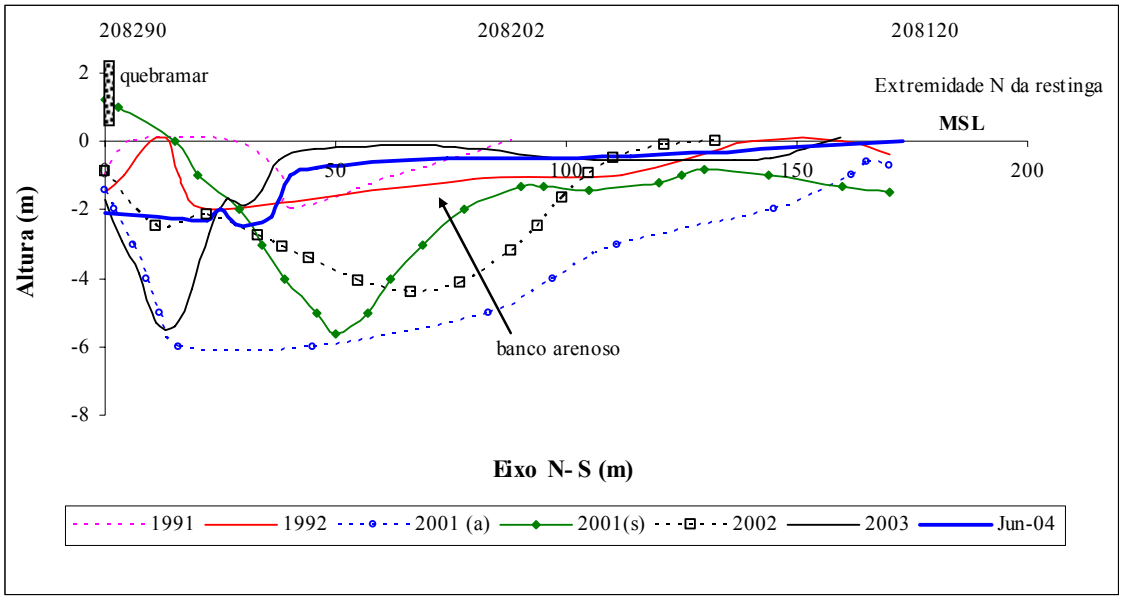



Figura 58. Perfil representativo do prisma de maré entre 1991 e 2004.

Grau de estabilidade - é dado pela razão entre os valores do prisma de maré e da deriva litoral total ($\Omega$ / $M_{total}$)

Com base em dados de campo, e utilizando a fórmula de Bailard (1984), estimou-se o valor da deriva litoral total ($M_{total}$) em $2.56x10^6$ $m^3$/ano. O cálculo do valor do grau de estabilidade para a desembocadura do Cávado, entre 1991 e 2004, variou entre um mínimo de 0.2 (1991) e um máximo de 3.4 (2001), diminuindo novamente até 2004, quando o valor de 0.6 foi atingido. Entre 1991 e 2004, o grau de estabilidade médio foi de 1.2, o que permite caracterizar, de acordo com Michel (1993), esta desembocadura como muito instável e de fácil assoreamento.

5.4.1.3 Estabilidade da desembocadura

A estabilidade morfológica das desembocaduras tem sido caracterizada pela sua estabilidade espacial e/ou estabilidade da secção dos canais (Hume e Herdendorf, 1987).

O grau de estabilidade espacial define-se pela taxa de migração lateral do ou dos canais de entrada, a qual é bastante dependente do tipo de desembocadura, da natureza dos sedimentos, da hidrodinâmica e, também, das intervenções humanas. Estas migrações podem ser cíclicas (Hume e Herdendorf, 1987). A relação coeficiente hidrodinâmico/grau de estabilidade

permite avaliar das características de uma desembocadura submetida a um regime de marés do tipo semi-diurno (Stauble, 1993). O valor obtido para esta relação (0.55) permite considerar a desembocadura do Cávado é instável e com predominância da deriva litoral.

### 5.4.2. Restinga de Ofir

O seu estudo abrangeu 4 sectores com comportamento morfodinâmico diferente (Figura 59):

A- Extremidade N da restinga;

B - sector entre as estacas Er1 e Er4;

C - sector entre o esporão curvo e a estaca Er1 (praia esporão N);

D -Praia de Ofir (sector entre o esporão curvo e o esporão do hotel Ofir)

#### 5.4.2.1 Sector A- Extremidade N da restinga

Durante as dragagens de Outubro a Dezembro de 2001, a altura média da extremidade da restinga aumentou 2m, o que representou um acréscimo de $3.5x10^5m^3$ de areia acumulada na sua extremidade ( tabela 15).

Terminadas as dragagens em Dezembro de 2001, observaram-se, entre 2002 e 2004, acentuadas mudanças na morfologia da extremidade da restinga e dos bancos arenosos adjacentes (Figuras 60, 61 e 62). De Março de 2002 a Maio de 2003, a face oceânica e a face fluvial da extremidade da restinga sofreram uma erosão acentuada. Relativamente ao comprimento da restinga (N-S), ele apresentou um aumento de 50m, enquanto que a largura (E-O) diminuiu 20m. Entre 2003 e Junho de 2004, na face oceânica, o banco imerso limitado pela curva de nível referente ao ZH (0m) migrou para sul e diminuiu de área, enquanto que a zona central da extremidade da restinga sofreu um aumento da largura (E/O) (Figura 63).

Figura 59. Restinga de Ofir, 2003.
As setas 3 e 4 indicam a deriva litoral N-S e a deriva S-N, respectivamente.
A - extremidade da restinga; B - sector entre as estacas Er4 e Er1 (N-S); C - sector entre a estaca Er1 e o esporão curvo; D - praia de Ofir.
1- paredão; 2- bancos de maré enchente;

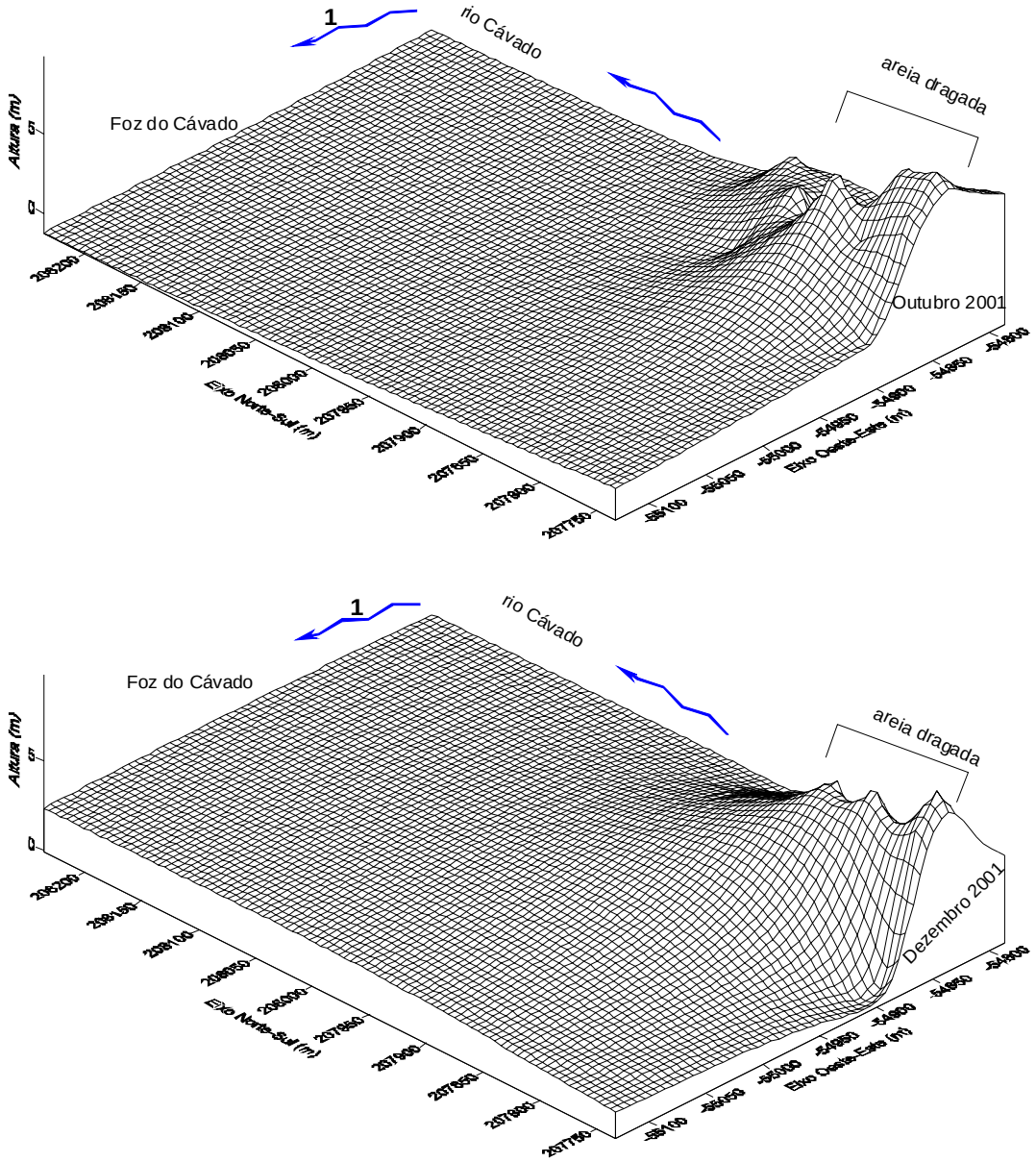



Figura 60. Morfologia da extremidade N da restinga de Ofir.
Em cima, situação após as primeiras dragagens.
(1- canal principal)

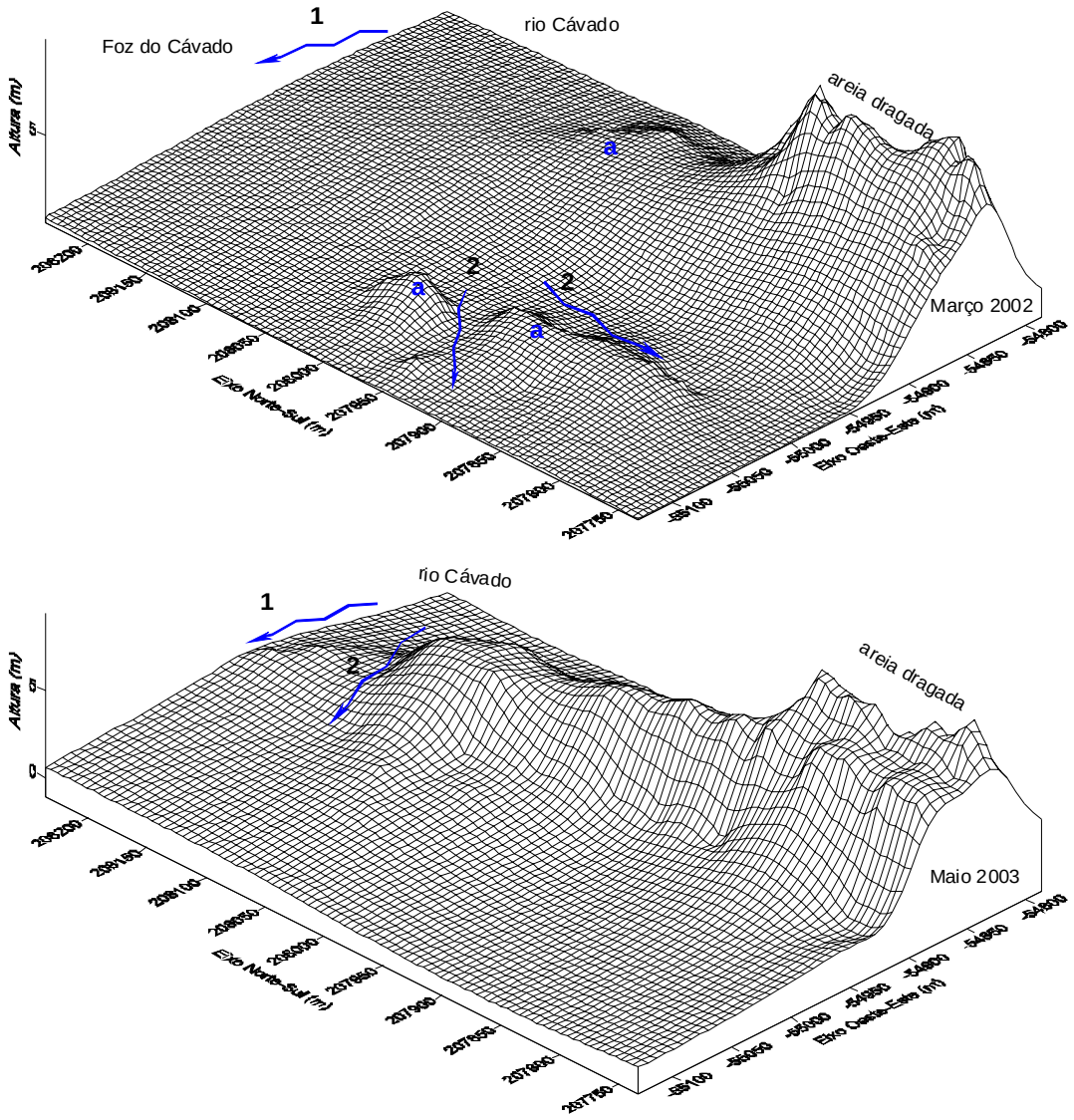



Figura 61. Morfologia da extremidade N da restinga de Ofir.
Em cima, situação pós-dragagens (a- bancos arenosos do delta de maré juzante; 1- canal principal; 2- canal secundário).

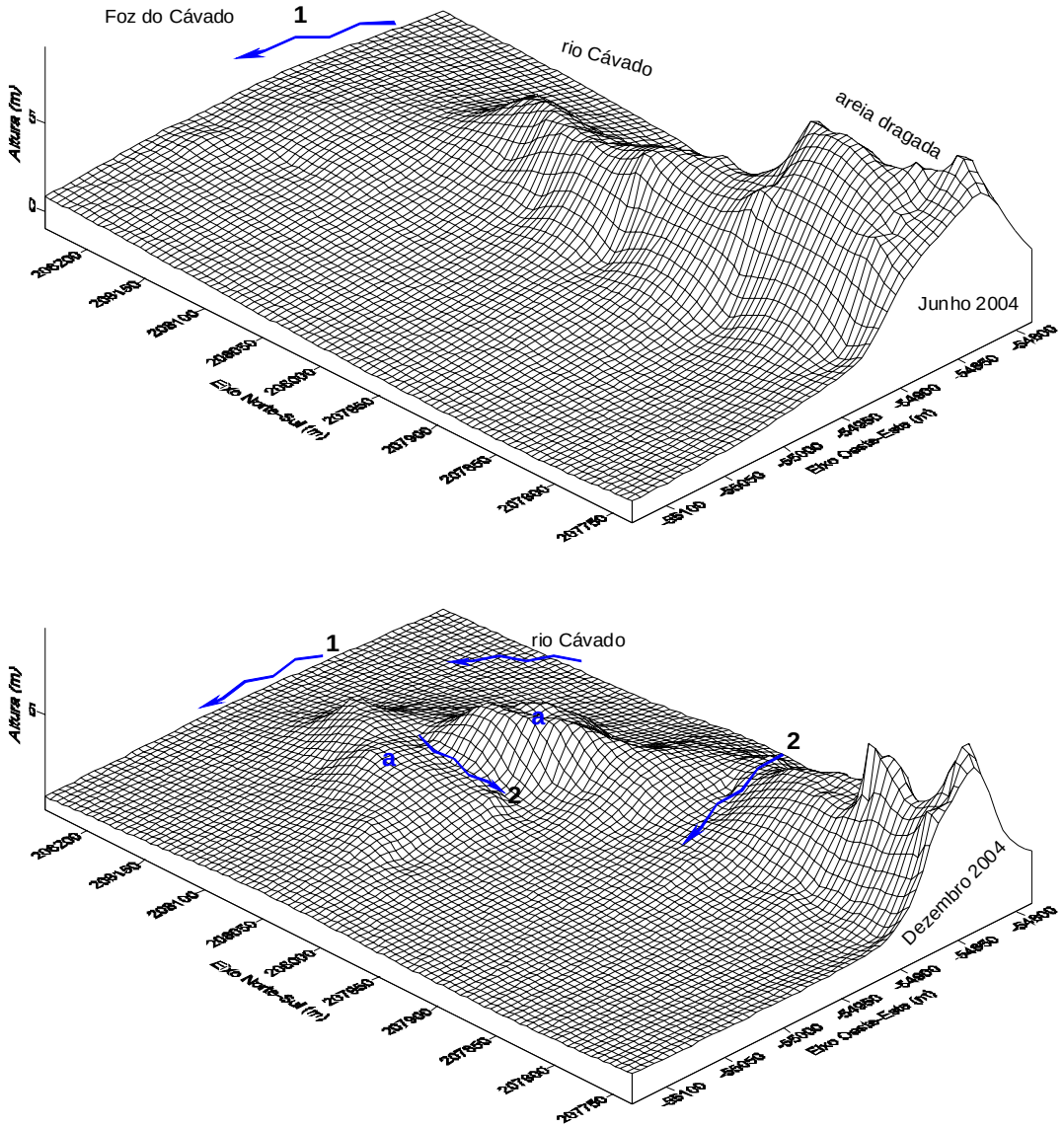



Figura 62. Morfologia da extremidade N da restinga de Ofir.
a – bancos arenosos do delta de maré juzante
1- canal principal; 2- canais secundários

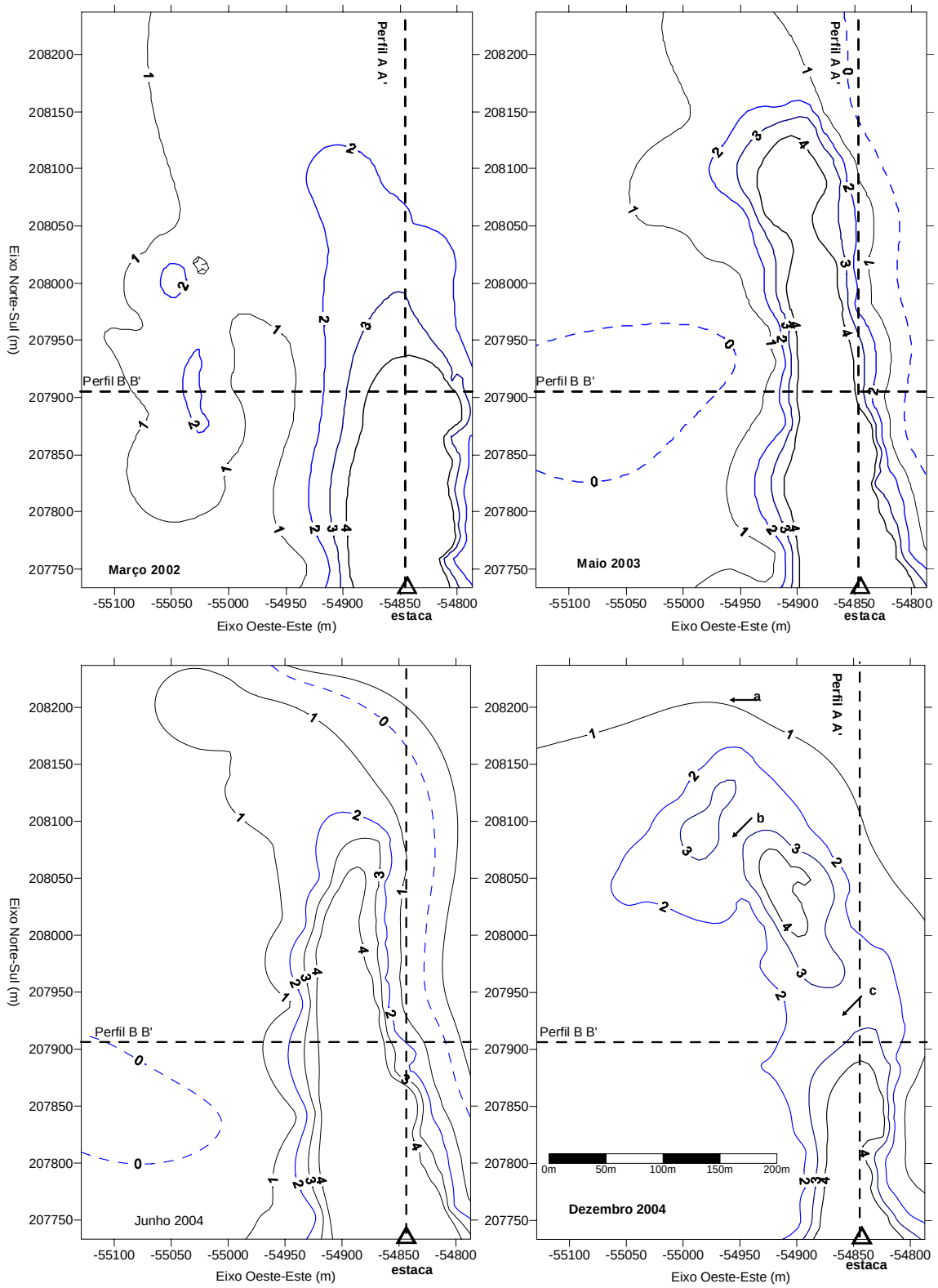



Figura 63. Carta da extremidade da restinga da foz do Cávado entre 2002 e 2004.
a- canal principal; b e c- canais secundários)

Estas mudanças de morfologia corresponderam a um aumento do volume sedimentar relativamente ao do ano anterior. De Junho a Dezembro de 2004, a tendência para acumulação, resultante do assoreamento da face oceânica da restinga, manteve-se embora o banco apresentasse duas zonas de ruptura que conduziram à instalação de dois canais de profundidade inferior a 0.5m. Contudo, nas proximidades da estaca Er4, a área acima da curva de nível dos +3m apresentava uma diminuição da largura (E-O) de 40m relativamente a Junho de 2004 (Figura 63).

Em 2004 houve uma diminuição da altura da extremidade da restinga e um aumento do seu comprimento (N/S) em 24m, enquanto que a sua largura (E-O) diminuiu 7m relativamente a 2001. Entre Março de 2002 e Dezembro de 2004, a crista da duna recuou 70m (Figura 64).

A análise do perfil transversal BB' (Figura 65) mostra que em Dezembro de 2004 a extremidade da restinga, nos primeiros 300m, apresentava, uma erosão acentuada relativamente a Junho de 2004.

Quanto ao declive da face oceânica verificou-se que, entre Março de 2002 (2.4º), Junho de 2004 (1.9º) e Dezembro de 2004 (0.7º), ocorreu uma diminuição gradual significativa.

Variações do volume sedimentar

Os dados foram obtidos a partir dos levantamentos topo-hidrográficos realizados na foz do Cávado, abrangendo uma área plana de 159 497m$^{2,}$ situada entre as coordenadas -55129 / -54787 de longitude (O-E) e de latitude 208237 / 207733 (N-S).

Globalmente, entre Dezembro de 2001 e Dezembro de 2004, a extremidade da restinga apresentou uma tendência erosiva (Figura 66), caracterizada por uma diminuição da sua altura (média de 1.0m). Contudo, na zona imediatamente a N da estaca Er4, a diminuição da altura foi superior ao valor médio referido, o que aponta para uma provável futura zona de ruptura na extremidade da restinga.

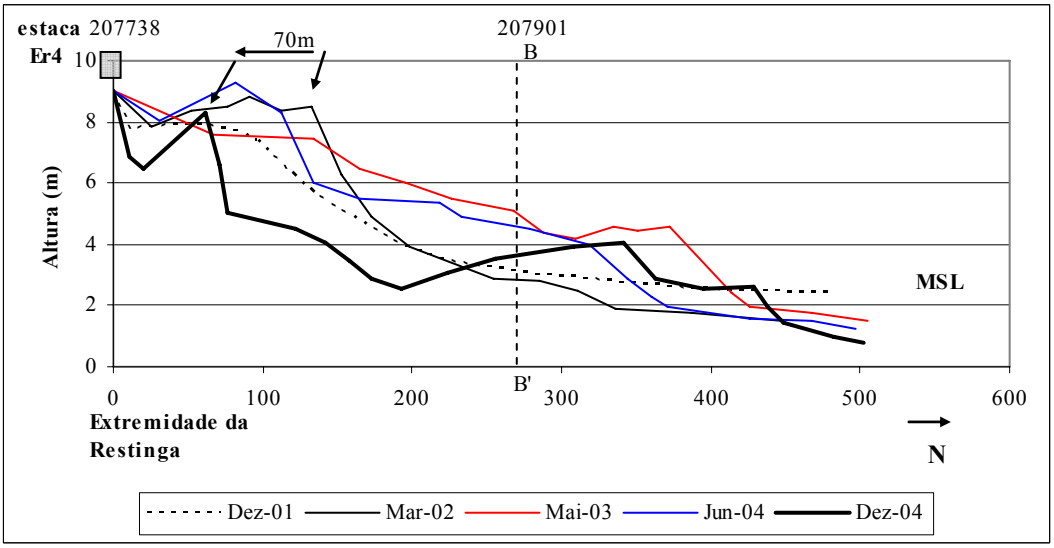



Figura 64. Evolução morfológica ao longo do perfil longitudinal (N-S) da extremidade N da restinga de Ofir (as setas indicam a posição da crista da duna em Março de 2002 e Dezembro de 2004).

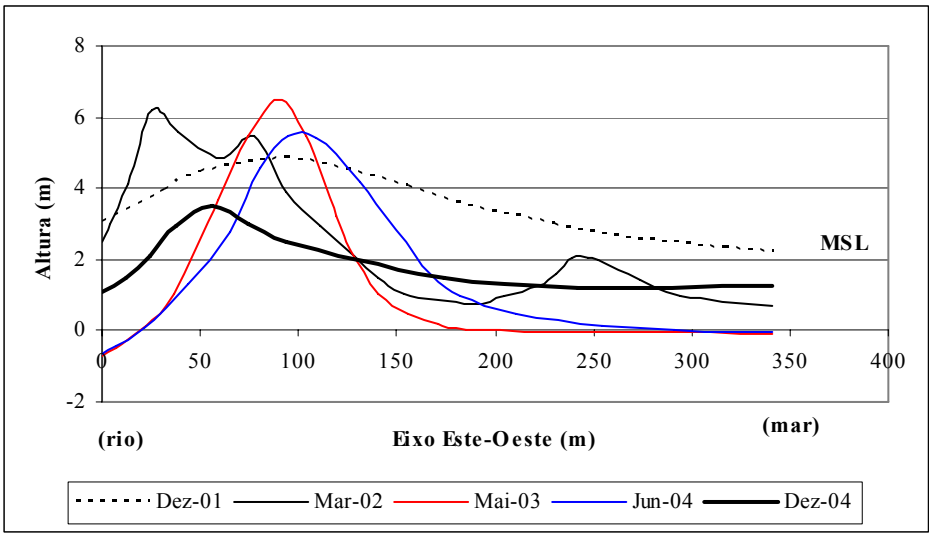



Figura 65. Evolução morfológica ao longo do perfil transversal BB' da zona intermédia da extremidade N da restinga de Ofir.

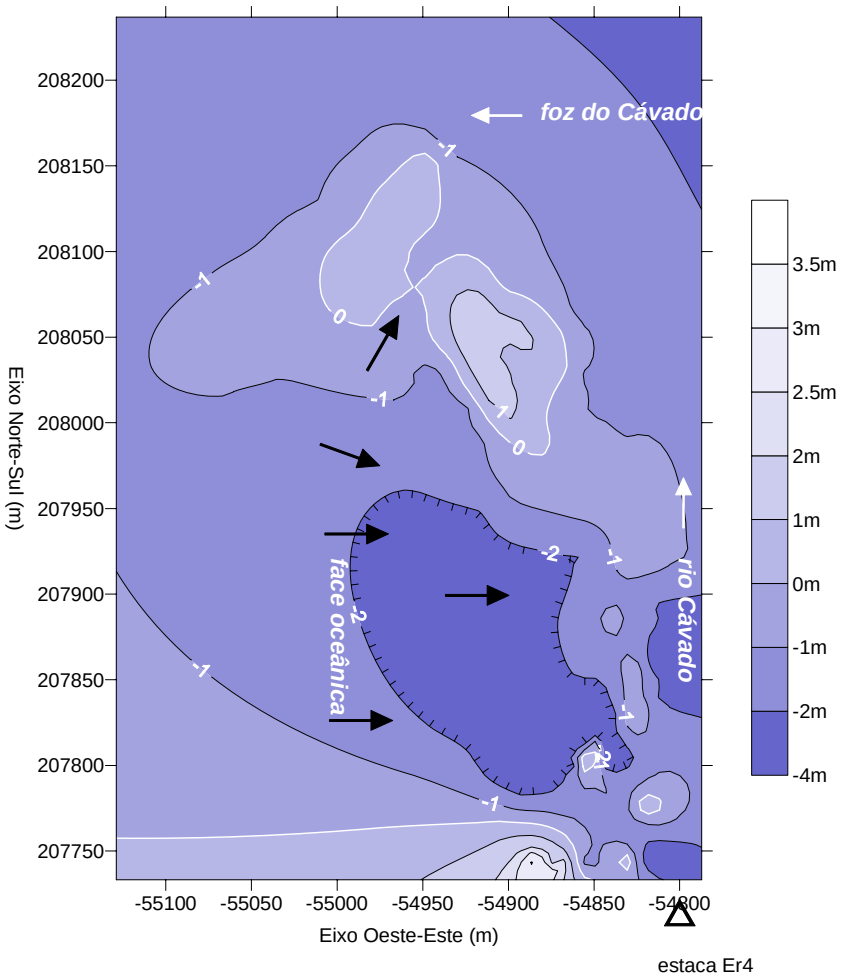



Figura 66. Variação da altura da extremidade N da restinga entre Dezembro de 2001 e Dezembro de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zonas de acumulação (as setas a negro indicam as zonas de maior vulnerabilidade à acção das ondas)

Tabela 15. Variações do volume e da área na extremidade norte da restinga de Ofir.

| Anos | Volume ($m^3$) acima do ZH | Volume ($m^3$) abaixo do ZH | Area ($m^2$) acima do ZH | Area ($m^2$) abaixo do ZH |
|---|---|---|---|---|
| 1991(Novembro) | 117 738 | 69 | 153 047 | 2 671 |
| 1992(Novembro) | 207 984 | 157 | 152 972 | 2 742 |
| 2001(Setembro) | 122 892 | 39 771 | 103 201 | 52 742 |
| 2001 (Outubro) | 108 120 | 68 109 | 60 311 | 95 473 |
| 2001(Dezembro) | 457 930 | 0 | 155 789 | 0 |
| 2002 (Março) | 305 832 | 20 377 | 168 758 | 18 556 |
| 2003 (Maio) | 217 559 | 29 320 | 113 597 | 53 717 |
| 2004 (Junho) | 233 688 | 3 570 | 138 504 | 17 439 |
| 2004(Dezembro) | 274 760 | 0 | 155 840 | 0 |

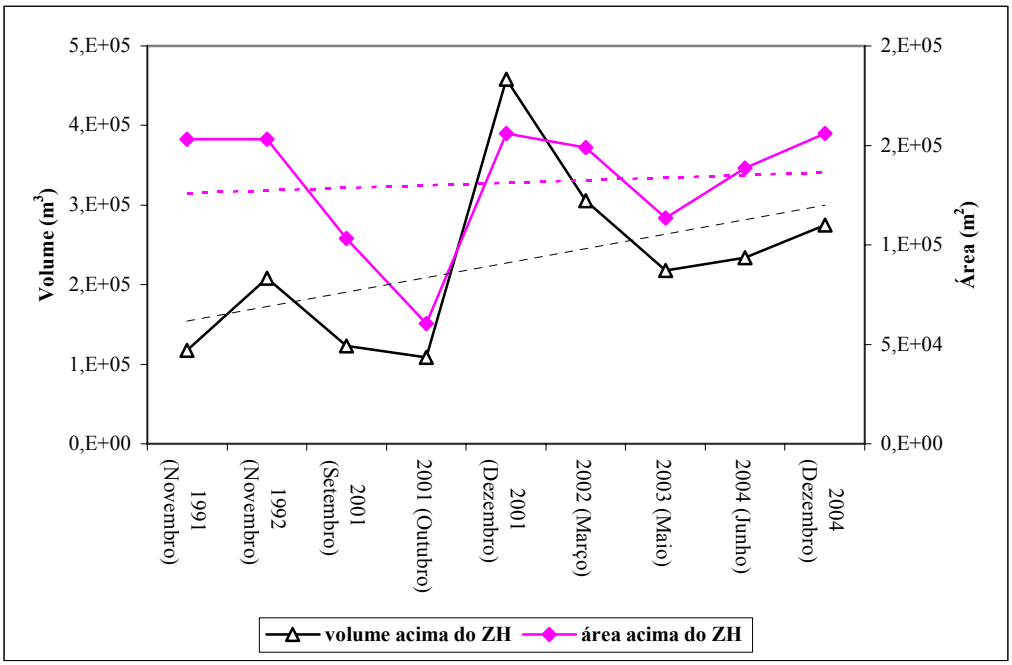



Figura 67. Tendência evolutiva do volume sedimentar e da área dos bancos emersos da foz do Cávado.

Entre 1991 e 1992, verificou-se que os bancos emersos (acima do ZH) apresentaram um aumento de volume, enquanto que a extensão da sua área diminuiu (Tabela 15). De 1992 até Outubro de 2001, os valores do volume e da área decresceram acentuadamente. Em Dezembro de 2001, após o termo das dragagens e consequente preenchimento da extremidade da restinga com os sedimentos dragados, o volume e a área aumentaram significativamente. A partir daquela data, e até Junho de 2003, volume e área apresentaram uma tendência decrescente, voltando depois a aumentar até Dezembro de 2004. Relativamente aos bancos imersos, entre 1991 e Outubro de 2001, o volume e a área plana apresentaram uma tendência crescente, atingindo um valor máximo em Outubro de 2001. Após o termo das dragagens (Dezembro de 2001), e com a alimentação artificial da extremidade da restinga, os bancos emergiram. De Março de 2002 até Maio de 2003, observou-se um aumento do volume (de 9 000 $m^3$) e da área (de 35 000 $m^2$) dos bancos imersos, o qual passou, novamente, a diminuir até Dezembro de 2004, altura em que o volume e a área estabilizaram.

A análise do declive das rectas de regressão linear mostra que a tendência crescente da área é menor que a verificada para o volume. Isto

poderá significar que os processos responsáveis pela acreção vertical dos bancos (a persistência de ondulação progressiva incidente com altura significativa das ondas entre 0.5 e 1m) predominaram relativamente aos processos responsáveis pelo aumento da sua extensão (transporte longitudinal). As boas condições de agitação marítima verificadas durante Novembro de 2004 ($H_s$=1.32m, T=9s) e a ondulação progressiva terão contribuído para uma rápida acreção vertical dos bancos emersos.

Globalmente, entre 1991 e 2004, a foz do Cávado apresentou uma tendência para:

- um aumento do assoreamento, principalmente na entrada da barra;
- uma diminuição da profundidade do canal principal;
- uma diminuição do prisma de maré;
- um aumento dos bancos do delta de maré enchente na parte terminal do estuário (dados visuais e dados colhidos junto dos pescadores locais);
- a presença de um canal principal E-O (profundidade de 1 a 4m) e um canal secundário NE-SO de profundidade reduzida, separados por um banco do delta de maré jusante com o eixo maior orientado segundo o sentido do fluxo dominante (N-S) (Figura 68);
- uma diminuição da altura e do declive do banco na extremidade da restinga;
- uma maior frequência de galgamento pelas ondas na extremidade da restinga;
- a ruptura periódica da extremidade da restinga e consequente abertura de um novo canal na foz.

Contudo, esta tendência é interrompida aquando da ocorrência de períodos de tempestade coincidentes com situações de cheia do rio Cávado, os quais determinam um aumento global da erosão na extremidade da restinga, da largura e profundidade do canal na foz, e do prisma de maré (situação de Abril de 2001).

Tendo como referência a estaca Er4, como consequência do último galgamento ocorrido em 2005/2006, a extremidade da restinga, entre 2004 e o inverno de 2005/06, sofreu um recuo para sul de 40m. Considerando a posição da extremidade N da restinga em 2001 (26/09/01), o recuo sofrido, relativamente a 2005/2006, foi de 97m (Figura 69).

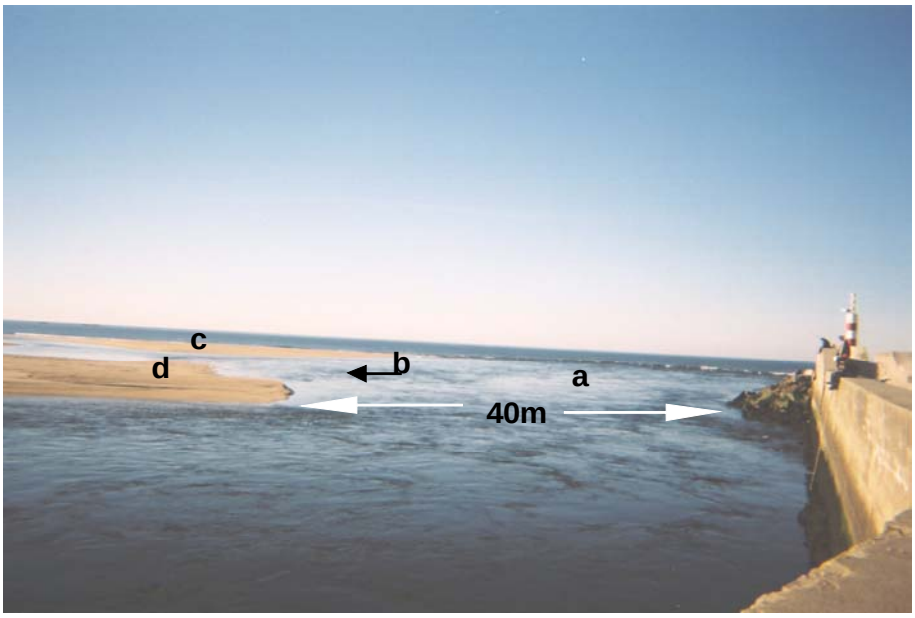



Figura 68. Foz do Rio Cávado, Esposende (Junho de 2004).
a - canal principal orientado segundo E-ONO; b - canal secundário orientado segundo NE-SO; c - banco de maré vazante com o eixo maior orientado N-S; d - banco de maré enchente na extremidade da restinga

Figura 69. Foz do Rio Cávado. 1 - canal principal orientado segundo E-ONO; 2 - canal secundário orientado segundo NE-SO; 3 - banco de maré vazante com o eixo maior orientado E-O; 4 - banco de maré enchente junto do quebramar; 5 - banco de maré vazante com eixo maior orientado NE –SO.

5.4.2.2 Sector B - Sector entre as estacas Er4 e Er1

Neste sector foram realizados levantamentos topográficos em 12 perfis, dos quais Er4, Er3, Er2 e Er1 (Figura 14) se mantêm fixos desde 2001 (principais).

Entre Setembro de 2001 e Dezembro de 2002, ocorreram mudanças acentuadas no perfil da praia, caracterizadas por erosão da praia, diminuição da largura da berma, aumento do declive da praia e recuo da base da arriba talhada na duna frontal, como consequência da forte agitação marítima de sudoeste (a altura e o período da onda ao quebrar foi de 5 m e 11.8 s, respectivamente, dados do Instituto Hidrogáfico, 2004) ocorrida, principalmente, durante o mês de Novembro de 2002. Durante este período, a erosão da praia caracterizou-se por uma diminuição da cota do limite inferior da face da praia em 2 metros, relativamente a Setembro de 2001, e consequente aumento do declive da praia.

A melhoria das condições de agitação marítima verificadas em 2003 e 2004 permitiu uma recuperação do volume do perfil da praia, o que revela um movimento sedimentar transversal no sentido da praia. A presença de bancos intertidais, principalmente entre o perfil Er2 e Er1, situados entre o limite inferior da face da praia e a linha de maré baixa, evidenciam uma relativa abundância sedimentar.

Nos perfis mais setentrionais (Er4 e Er3), em Junho de 2004 a praia apresentou uma recuperação significativa relativamente a 2002 e 2003, caracterizada pela acumulação de areia na face e berma da praia, enquanto que nos perfis mais a sul (Er2 e Er1) a recuperação não foi tão acentuada. Relativamente ao declive da praia, verificou-se uma tendência para diminuição de norte para sul.

Globalmente, entre 2001 e 2004, a berma e a face da praia apresentaram uma acentuada erosão, caracterizada pela diminuição da sua altura, principalmente nos perfis Er4, Er2 e Er1 (Figuras 70 e 71).

Em Dezembro de 2002, a face da praia apresentava um perfil côncavo, mais evidente entre Er2 e Er3, resultante do transporte de sedimentos da face e berma da praia na direcção do mar (Figura 72). Em Junho de 2004, as curvas de nível referentes ao nível médio do mar (+2m ZH) e ao limite inferior da

berma da praia (+5m) migraram na direcção do mar 40 e 20 m, respectivamente (progradação da praia).

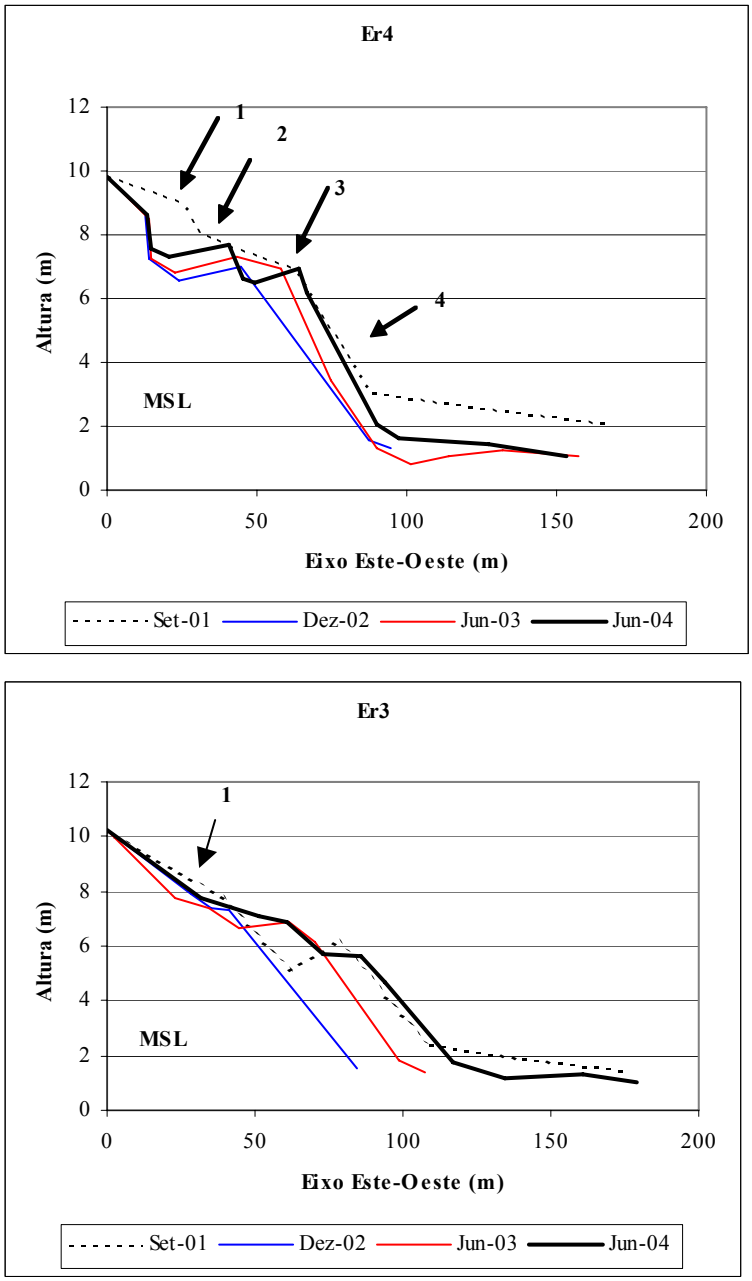



Figura 70. Evolução morfológica ao longo dos perfis transversais na restinga de Ofir. A Figura mostra as variações anuais e sazonais da berma da praia e da face da praia. (1- limite da duna frontal–crista da arriba; 2- base da arriba; 3- crista da berma; 4- face da praia)

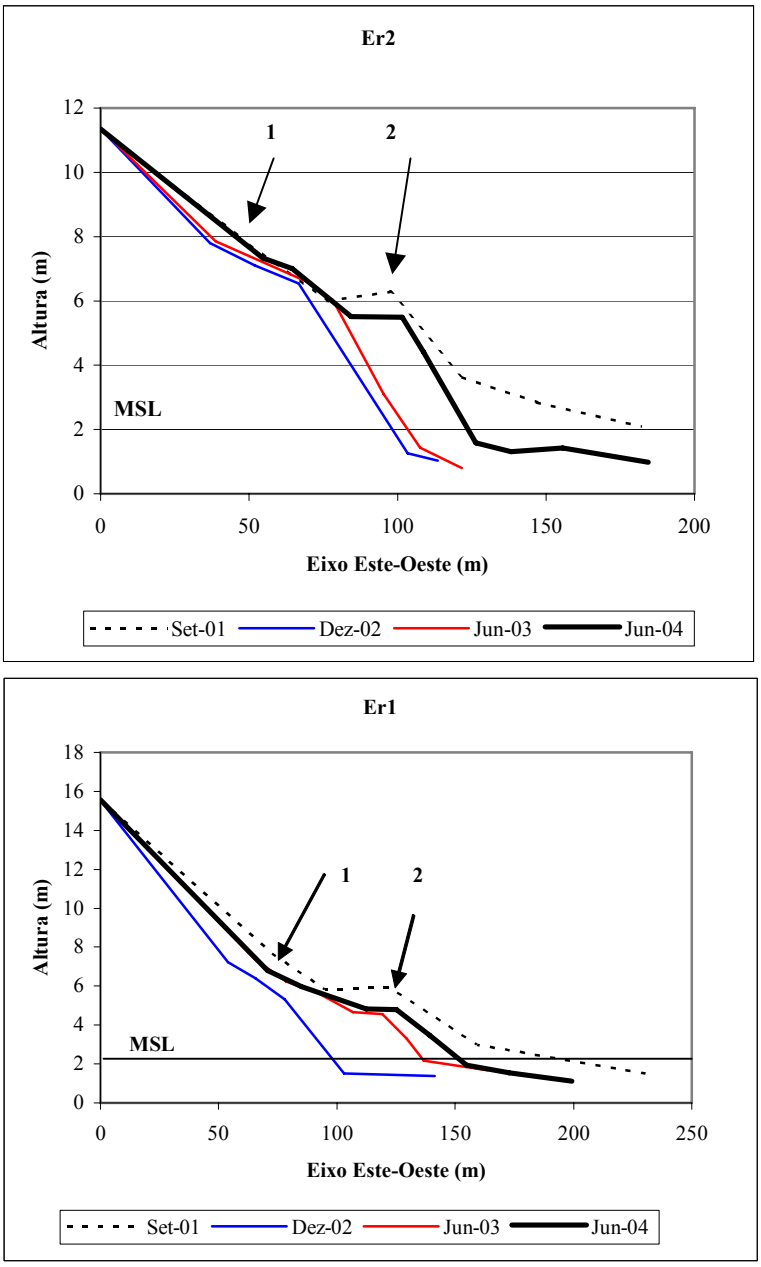



Figura 71. Evolução morfológica ao longo dos perfis transversais na restinga de Ofir. A figura mostra as variações anuais e sazonais da berma da praia e da face da praia. (1- limite da duna frontal; 2- crista da berma)

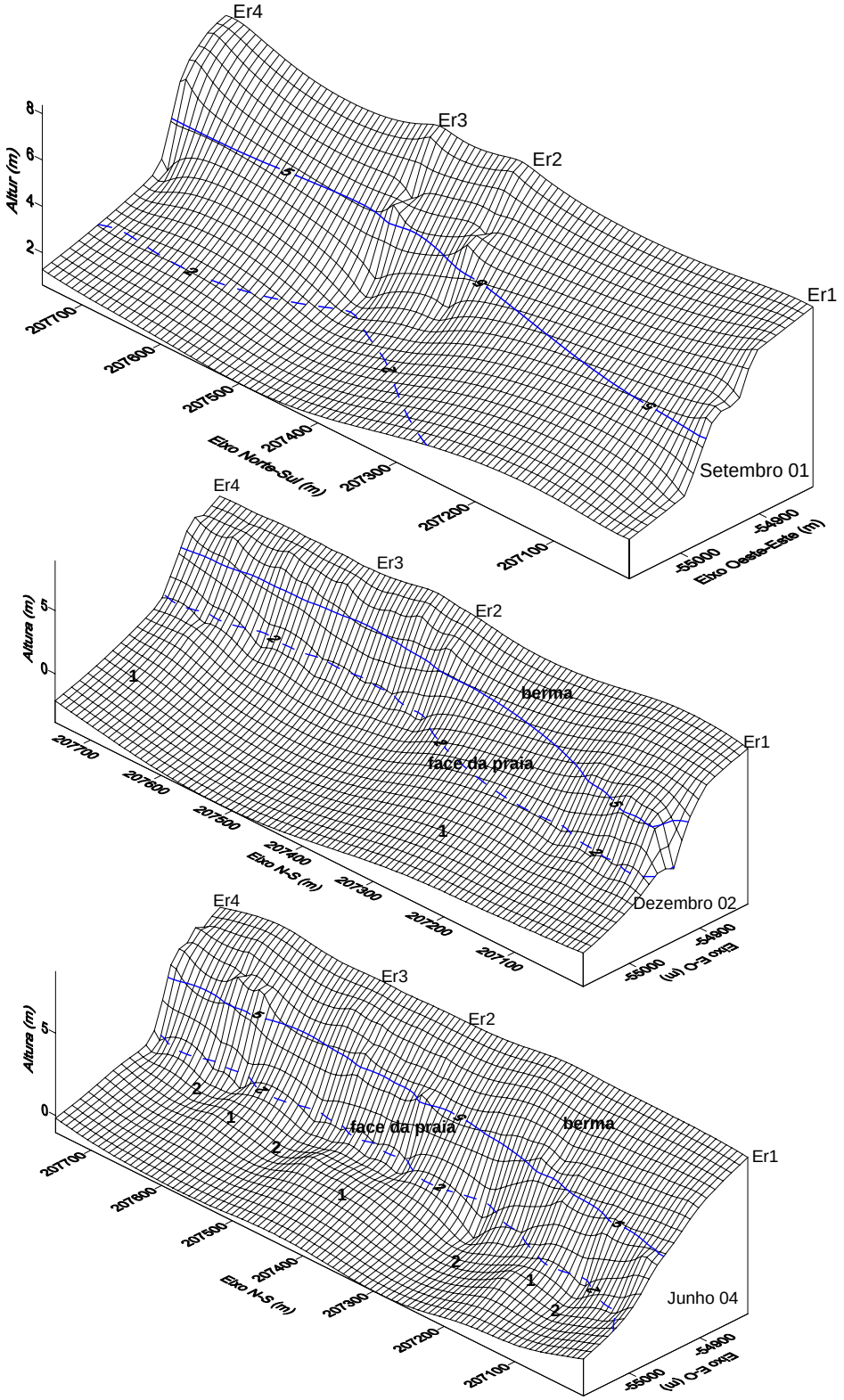



Figura 72. Morfologia da praia situada entre Er1 e Er4. A azul tracejado está representada a curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH). A curva de nível a cheio representa o limite inferior da berma da praia (+5m). 1- bancos de maré; 2- regueiras e canais de correntes de retorno.

Esta migração não é igual ao longo da praia, apresentando valores mais elevados no perfil Er1 (máximo, com 50m) e no sector da praia a norte do perfil Er2 (30m) (Figura 71).

Em Dezembro, entre os perfis Er2 e Er3, na parte superior da face da praia foi observada a presença de cúspides arenosas com comprimentos de onda entre 35 e 45m. Em Junho de 2004, as cúspides apresentavam um comprimento de onda variável entre 13 e 40m, estendendo-se desde o perfil Er1 até ao perfil Er3.

Entre a parte inferior da face praia e a linha de baixa-mar observou-se a presença de três bancos arenosos, principalmente a sul de Er2, com o eixo maior orientado N-S, e separados por regueiras com canais de correntes de retorno.

Globalmente, em Junho de 2004 o perfil da praia recuperou +158 $m^3/m$ relativamente à situação de Inverno de Dezembro, 2002 (Tabela 16). Na pré-praia, em Junho de 2004, durante um ciclo de maré, observou-se que as ondas quebravam mais próximo da praia, indicando a a migração na direcção da praia de um banco arenoso. A coalescência do banco arenoso à face da praia contribuiu para a recuperação do volume sedimentar da praia (+120$m^3/m$), indicando que, em boas condições de agitação marítima ($H_s$ = 1.22m e T = 9s, dados do IH, 2004) e relativa abundância sedimentar, como as verificadas em Maio de 2004, a acreção do perfil da praia é resultado do transporte sedimentar transversal da pré-praia para a face da praia.

Tabela 16. Distribuição do volume sedimentar ($m^3/m$) pelas diferentes zonas da praia (Dez 02 e Jun04).

| cotas | 0-2m | 2-5m | 5-8m | Total |
|---|---|---|---|---|
| **Dez-02** | 222 | 230 | 109 | 561 |
| **Jun-04** | 291 | 281 | 147 | 719 |

Entre Abril e Dezembro de 2002, a areia da berma variou de média a muito grosseira (M = 1.4 a -0.95 $\phi$) e de fracamente a bem calibrada ($\sigma$ = 1.86 a 0.47 ), a da face da praia de média a muito grosseira (M = 1.06 a -0.20 $\phi$) sendo moderadamente a moderadamente bem calibrada ($\sigma$ = 0.95 a 0.65 ),

enquanto que as do limite inferior da face da praia eram médias a muito grosseiras (M = 1.07 a –0.29 $\phi$) e mal calibradas ($\sigma$ = 1.05 a 1.59). Relativamente aos sedimentos dos bancos intertidais, eles eram constituídos por areia média a grosseira (M = 1.73 a 0.77 $\phi$), moderadamente bem a mal calibrada ($\sigma$ = 0.56 a 1.17).

A associação de minerais pesados destes sedimentos mostrou que a presença da andaluzite era predominante relativamente a outros minerais, tais como a granada e a turmalina.

As variações anuais da morfologia da praia no sector compreendido entre Er4 e Er1 mostram que a praia apresentou mudanças na morfologia e no volume sedimentar, mais acentuadas a sul do perfil Er2, onde a diminuição da altura da praia (limite inferior da face da praia) variou de 1 a 4m.

Relativamente às zonas de acumulação (Figura 72), estas localizam-se ao longo da berma da praia, cuja altura aumentou 1m, com excepção da área em frente dos perfis Er2 e Er1. Contudo, no perfil Er2 verifica-se uma erosão mais acentuada da praia, relativamente aos perfis mais a norte e mais a sul, o que parece indiciar a existência de duas células de circulação diferentes, sendo uma responsável pela acentuada erosão da praia no sector mais meridional e outra pela erosão menos intensa do sector setentrional.

Relativamente à largura da berma (Tabela 17), o aumento ocorrido em 2004 resultou, essencialmente, da acreção sedimentar ocorrida durante as marés vivas do mês de Maio, com a persistência de ondulação do tipo progressivo com escalão de altura significativa das ondas de 0.5 a 1m, e pela acção do transporte eólico ocorrido durante os períodos das nortadas.

Entre 2001 e 2004 o declive da praia apresentou uma ligeira tendência crescente (Tabela 18). Relativamente ao volume sedimentar da praia, ele apresentou uma tendência decrescente, embora tenha havido recuperação em 2003 e 2004, em consequência da prevalência das condições de agitação marítima características de bom tempo, verificadas durante o mês anterior aos levantamentos topográficos (Maio de 2003 e 2004) (Tabela 19 e Figura 74).

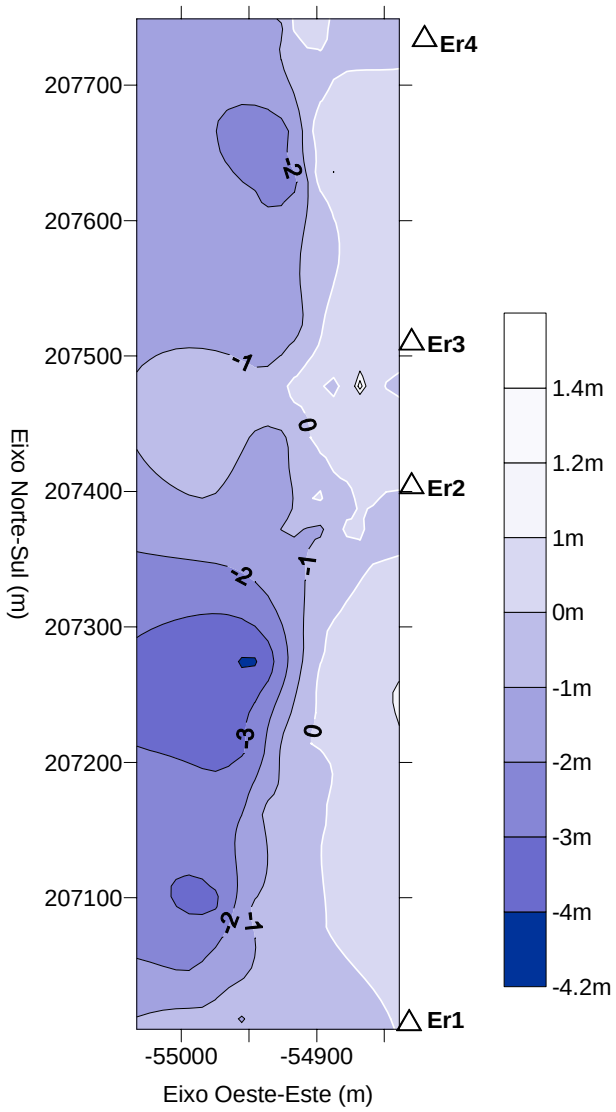



Figura 73. Variação da altura da praia, entre Setembro de 2001 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zonas de acumulação.

Tabela 17. Variação da largura da berma da praia (m).

| Perfis | Er1 | Er2 | Er3 | Er4 |
|---|---|---|---|---|
| **2001** | 50 | 51 | 39 | 31 |
| **2002** | 54 | 36 | 29 | 30 |
| **2003** | 54 | 39 | 38 | 43 |
| **2004** | **54** | **47** | **54** | **49** |

Tabela 18. Variação do declive médio da praia (m).

| Anos | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|
| **Declive (tg β) (graus)** | 0.047<br>2.7 | 0.054<br>3.1 | 0.063<br>3.6 | 0.058<br>3.3 |

Tabela 19. Variação do volume sedimentar médio da praia ($m^3/m$).

| Anos | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|
| **Volume ($m^3/m$)** | 830 | 547 | 615 | 709 |

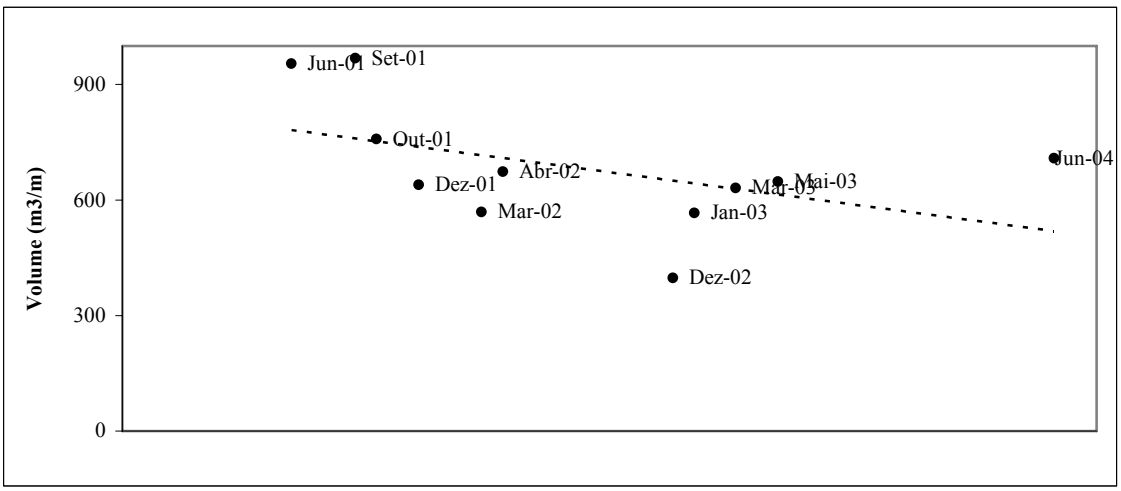



Figura 74. Tendência evolutiva do volume sedimentar da praia da restinga de Ofir, entre 2001 e 2004.

Quanto ao balanço sedimentar da praia, verificou-se que entre 2001 e 2004 houve uma perda de -121 $m^3/m$, apesar de uma recuperação significativa nos últimos dois anos (2003 e 2004) como consequência da prevalência de ondulação do tipo progressivo e mergulhante, com altura significativa das ondas <1m, e do transporte sedimentar eólico resultante da elevada frequência das nortadas (O e NO) e, por, vezes vento de SO ocorridos durante o referido período. Relativamente à variação sazonal do volume sedimentar, os valores mais baixos foram registados nos meses de inverno, principalmente em Dezembro de 2002.

O valor médio do recuo da crista da arriba talhada na duna frontal, entre os perfis Er3 e Er4, foi de 2m; no entanto, no perfil Er4, além deste recuo, a crista da arriba talhada na face fluvial pela acção das correntes de maré enchente e da ondulação difractada na extremidade N da restinga na base da arriba, provocou um recuo da face fluvial de 3m.

5.4.2.3 Sector C - entre a estaca Er1 e o esporão curvo

A praia, em Julho de 2002, apresentava uma berma bem definida e cúspides na parte superior da face da praia com diferentes comprimentos de onda (Figura 75). A largura da berma aumentou de N para S, atingindo em 2002 o valor máximo (74m) junto do esporão curvo, enquanto que o declive da praia apresentou uma tendência decrescente de N para S, com o valor mais baixo no perfil do esporão curvo (1.9º) (Tabela 20). No limite inferior da face da praia observou-se a presença de sistemas de regueiras orientadas segundo NE-SO e NE-OSO, algumas com uma profundidade de 0.5m, entre bancos de diferentes dimensões e com o eixo maior paralelo à praia.

A posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2mZH), em Junho de 2004, apresentava um traçado irregular, como consequência da formação dos sistemas de regueiras e bancos, principalmente nos perfis mais meridionais. De Julho de 2002 a Junho de 2004, as curvas de nível referentes ao nível médio do mar e à altura média da berma (+5m) deslocaram-se para leste 10m.

Em Junho de 2004, a praia mostrou uma zona de maior erosão na proximidade do esporão curvo, onde a altura da praia diminuiu 1.0m,

enquanto que a berma da praia, nos perfis mais setentrionais, apresentou uma aumento de altura entre 0.5 e 1m.

Tabela 20. Variações da largura da berma, do declive e do volume sedimentar da praia.

| **Anos** | **Julho-02** | **Junho-03** | **Junho-04** |
|---|---|---|---|
| **Largura da berma (m)** | 74 | 73 | 67 |
| **Declive**<br>**(tgβ)**<br>**(graus)** | <br>0.033<br>1.9 | <br>0.043<br>2.1 | <br>0.035<br>2.0 |
| **Volume ($m^3$ /m)** | 810 | 757 | 751 |

Na zona situada entre o limite inferior da face da praia e a linha de maré baixa, foi observada a presença de sistemas de regueiras associados a bancos arenosos (*swash bars*) separados por canais de correntes de retorno com profundidade variável (Figura 76).

Entre 2002 e 2004 a largura da berma da praia apresentou uma redução de 2m/ano, enquanto que o declive apresentou uma ligeira tendência crescente.

Entre Julho de 2002 e Junho de 2003 a praia perdeu 53$m^3$/m e de Junho de 2003 a Junho de 2004 perdeu 6$m^3$/m. Estes resultados permitem concluir que, entre 2002 e 2004, a praia apresentou um défice sedimentar global de -59$m^3$/m.

Considerando a globalidade da praia, situada a norte do esporão curvo e até à estaca Er4 (Figura 77), verificou-se que, durante os meses de inverno, a curva de nível referente ao nível médio do mar deslocou-se acentuadamente para leste, enquanto que durante os meses de verão houve uma progradação da praia, caracterizada pela migração da referida curva na direcção do mar. Contudo, em Junho de 2004, a curva de nível referente ao nível médio do mar, nos perfis mais meridionais, apresentou uma migração na direcção do mar de 60m relativamente a Junho de 2003, enquanto que nos perfis mais a norte o seu movimento foi para leste, atingindo um valor máximo ( 40m) no sector da praia compreendido entre os perfis Er1 e Er3, zona onde a erosão foi mais acentuada. A possível ocorrência da inversão da deriva (S-N), contribuíria para o transporte de sedimentos na direcção da foz do Cávado (Figura 78),

induzindo uma maior erosão da zona intermédia da restinga (entre Er1 e Er3) e uma acumulação no perfil mais a norte (Er4) o que é comprovado pelos resultados obtidos.

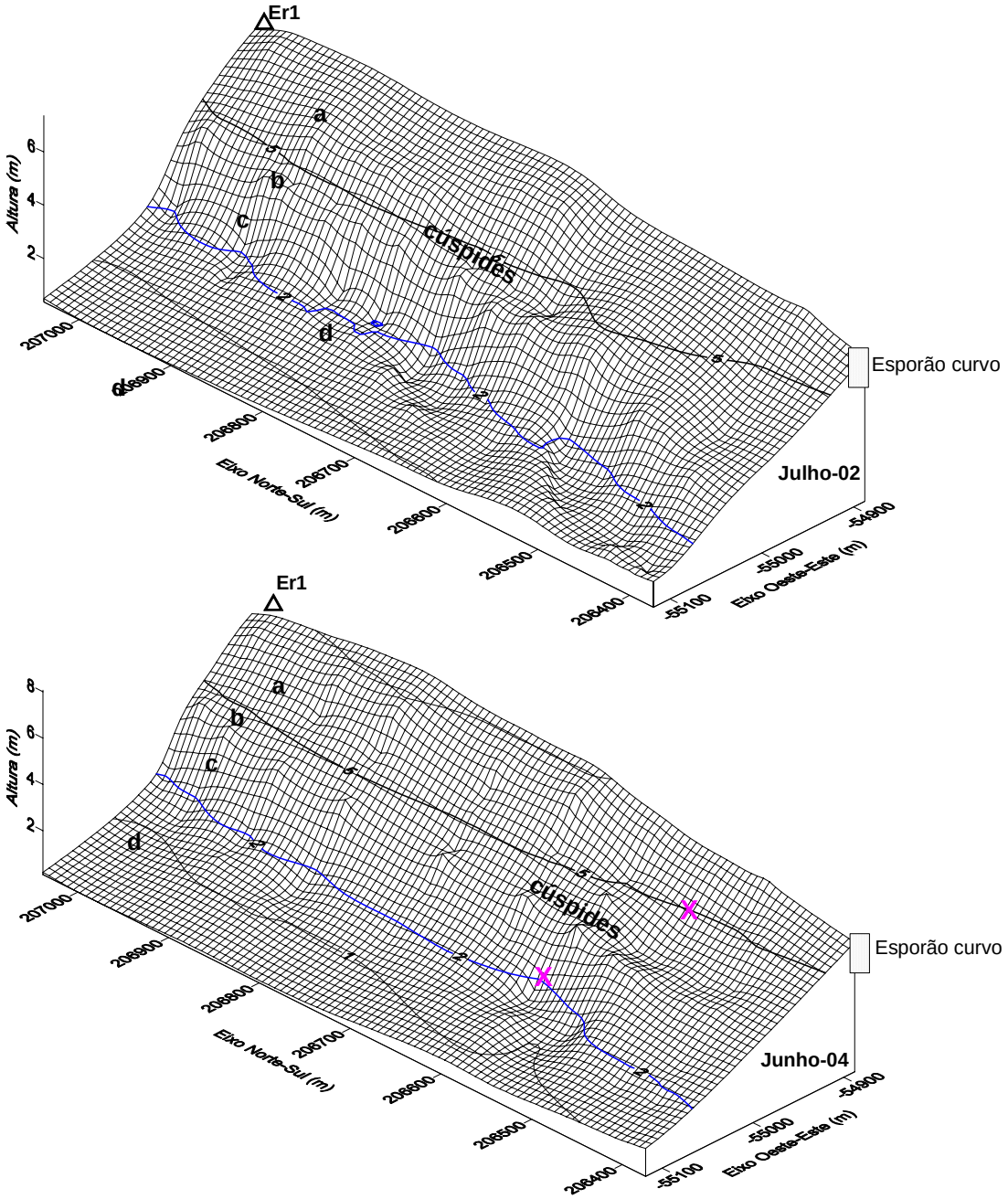



Figura 75. Morfologia da praia situada entre o esporão curvo e Er1. A azul está representada a curva de nível referente ao nível médio do mar.
(a- berma da praia; b- crista da berma; c- face da praia; d- bancos de maré; X- zona do recuo máximo).

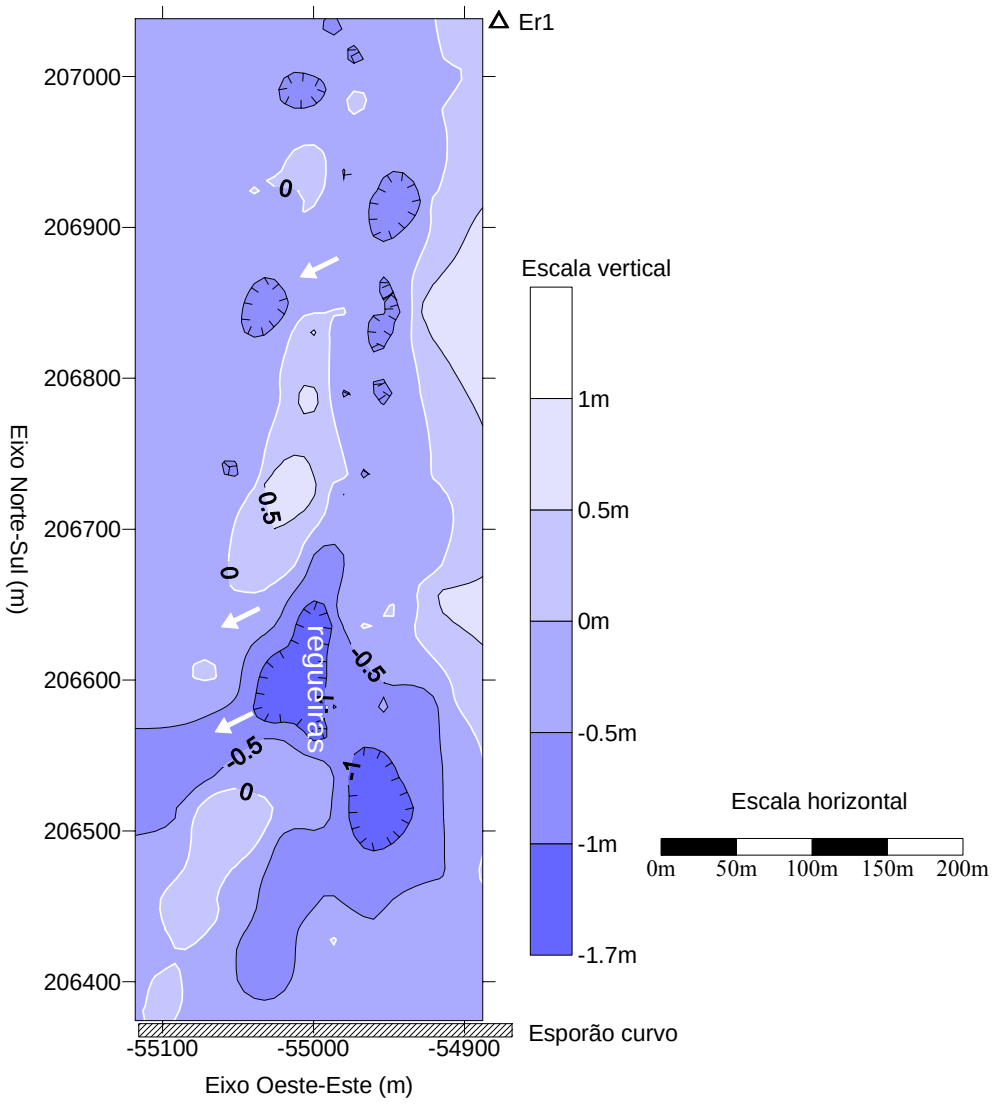



Figura 76. Variação da altura da praia entre Junho de 2002 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zona de acumulação. Na figura podem observar-se dois bancos principais orientados segundo NE-SO, com o eixo maior (com 200 e de 100m) paralelo à praia, separados por canais de correntes de retorno (setas a branco).

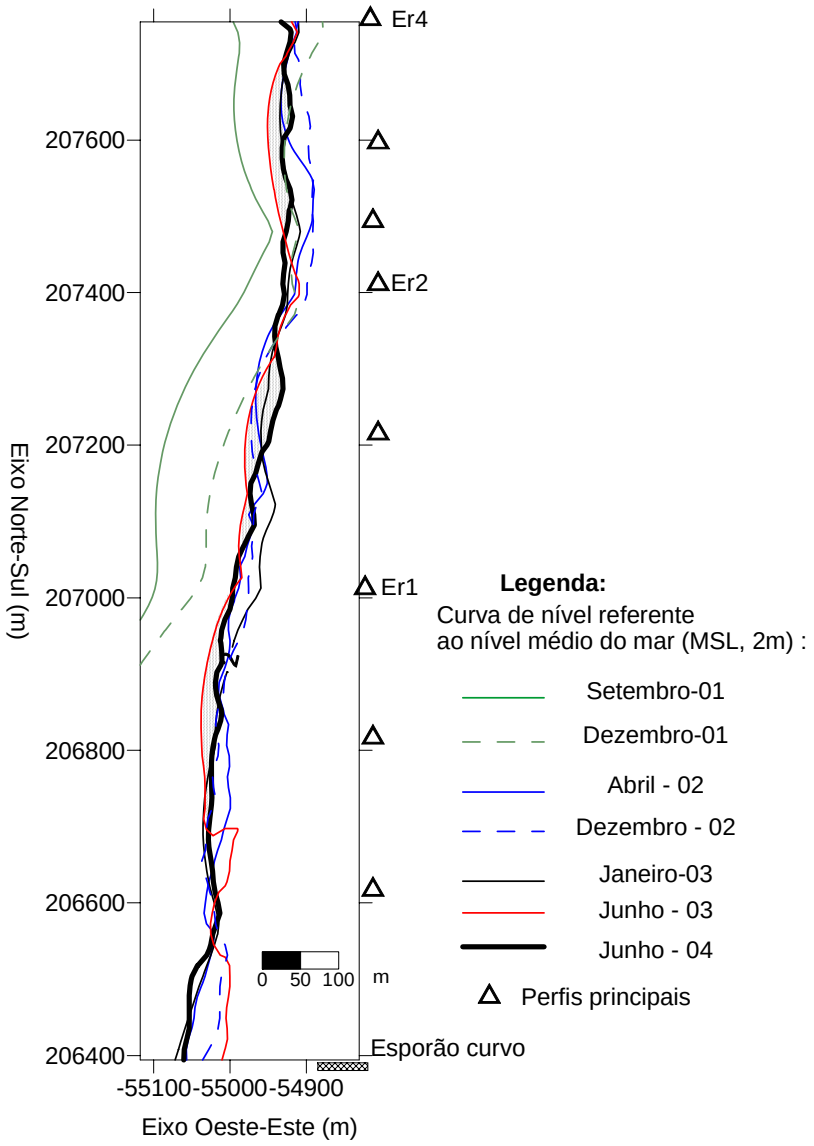



Figura 77. Posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) na praia da restinga de Ofir, a norte do esporão curvo, entre 2001 e 2004. A migração da curva de nível referente ao nível médio do mar foi considerada, relativamente à sua posição em Setembro de 2001, como posição zero. As áreas a cinzento representam as zonas de maior recuo entre Junho de 2003 e Junho de 2004.

A curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m), entre Setembro de 2001 e Junho de 2004, migrou para leste 65m, abrangendo toda a praia. Contudo, aquele recuo atingiu valores mais elevados nos perfis setentrionais, principalmente entre Er1 e Er2, onde apresentouum valor máximo de 150m. Este facto revela a existência de uma zona de maior erosão localizada no

sector intermédio da praia, entre Er1 e Er2, e de duas zonas de menor erosão localizadas nos perfis mais setentrionais e meridionais.

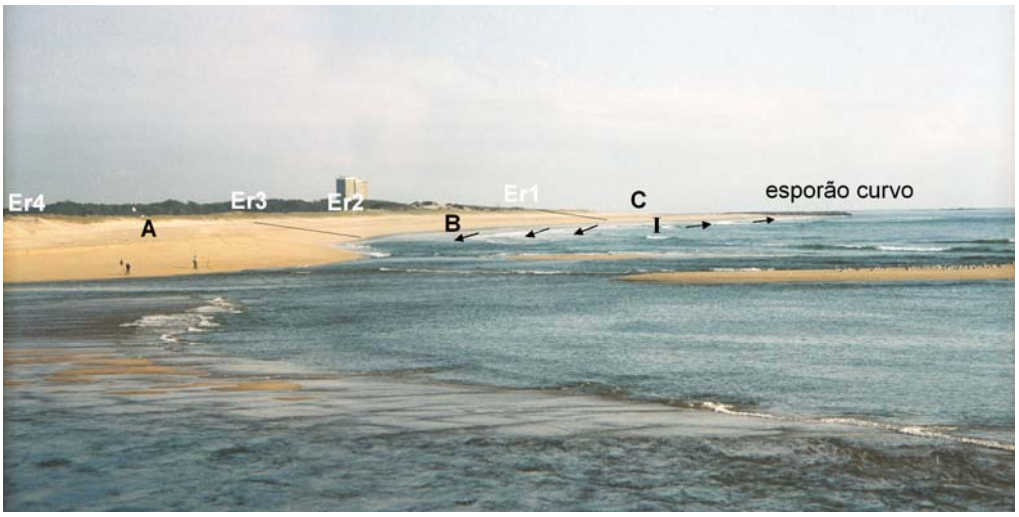



Figura 78 . Restinga de Ofir (Agosto 2002). Sector a norte do esporão curvo. As setas (I) indicam a provável circulação sedimentar, durante o período de estudo. (A- zona de acumulação; B-zona de erosão; C- zona de acumulação).

Globalmente, entre 2001 e 2004, este segmento costeiro revelou uma tendência erosiva elevada, caracterizada por um balanço sedimentar negativo de -330m$^3$/m (-110m$^3$/m/ano) (Tabela 21) e uma migração acentuada para leste da curva de nível referente ao nível médio do mar, variando entre um valor mínimo de 50m e um máximo de 150m.

Tabela 21. Variação do volume sedimentar da praia situada entre o esporão curvo e o perfil Er4.

| **Anos** | **Setembro 2001** | **Dezembro 2001** | **Abril 2002** | **Dezembro 2002** | **Janeiro 2003** | **Junho 2003** | **Junho 2004** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume (m$^3$/m)** | *1232* | *1034* | *816* | *687* | *741* | *896* | *902* |

Durante o período de estudo (2001-2004), os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos, no segmento a norte do esporão curvo (Er4 – esporão curvo), durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* (ε) = 14.5 e 13.3, *surf similarity index* (Σ) = 0.5 e 0.4 e *Dean's number* (Ω) = 3.8 e 2.1. Estes valores permitem considerar que o

comportamento morfodinâmico da praia foi intermédio a fracamente dissipativo (inverno), principalmente no sector a sul de Er1 (declive = 2º), com predominância de ondulação do tipo mergulhante. A presença de cúspides com diferentes comprimentos de onda e bancos separados por canais de retorno são características do domínio reflectivo da praia.

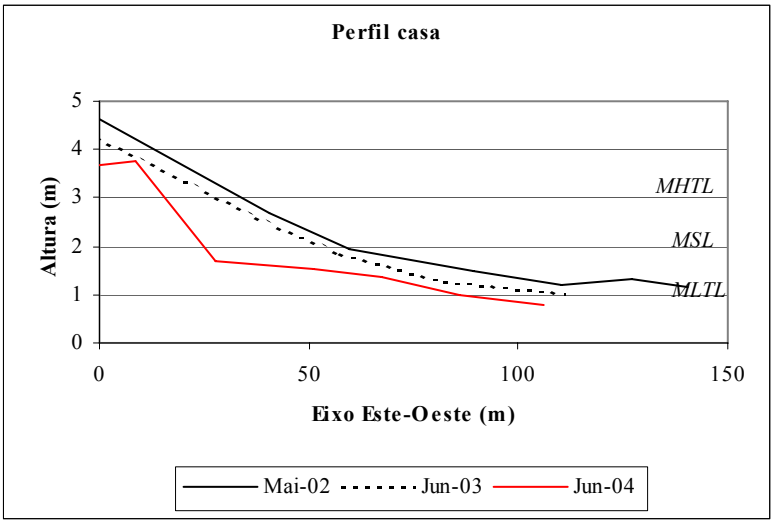
Relativamente ao valor encontrado para o índice de vulnerabilidade morfológica (Iv=0.60) ele permite considerar que, durante o período de 2001 a 2004, este sector apresentou um comportamento frágil, principalmente no sector compreendido entre os perfis Er1 e Er4. A existência na praia propriamente dita de bancos arenosos intertidais dispostos paralelamente à face da praia, separados por canais orientados mais ou menos perpendicularmente à praia (E-O), com largura de 1 a 6m, indiciam a presença de correntes de retorno que contribuem para mudanças bruscas da profundidade da água na zona em frente da face da praia.

5.4.2.4 Sector D- Praia de Ofir

Nesta praia foram realizados levantamentos topográficos em 15 perfis transversais numa extensão de 1000m, desde o esporão curvo até ao esporão de Ofir (Figura 79).

Figura 79. Praia de Ofir (Junho de 2003). Na fotografia pode ver-se o muro de protecção da casa parcialmente destruído durante os períodos de maior agitação marítima. A tracejado está representado o local do perfil *Casa.*

A migração da curva de nível referente ao nível médio do mar foi considerada relativamente à sua posição em Maio de 2001 (considerada como posição zero).



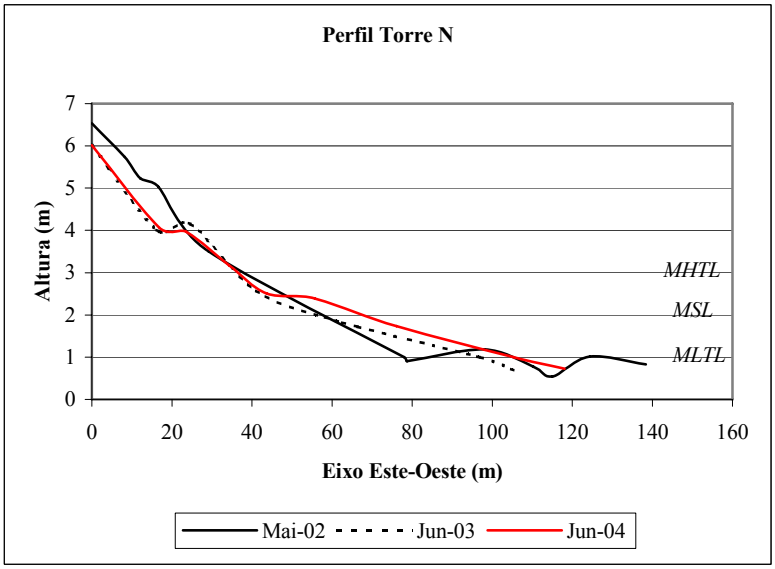




Figura 80. Evolução morfológica ao longo dos perfis transversais na praia de Ofir. A Figura mostra as variações anuais da berma da praia e da face da praia.(MSL- nível médio do mar; MLTL- nível médio da maré baixa; MHTL- nível médio da maré alta)

Em 2004, e relativamente a 2002, verificou-se que:

- a altura da berma da praia no perfil *Casa* diminuía 1m enquanto que no perfil mais a sul (*Torre N*) diminuíra 0.5m (Figura 80);
- a altura da face da praia no perfil *Casa*, relativamente ao nível médio do mar, diminuíra 1.5m, enquanto que no perfil *Torre N* aumentara 0.5m;
- o declive da praia no perfil *Casa* apresentou um valor inferior ao verificado no perfil *Torre N*;
- no perfil *Casa* (no lado sul do esporão curvo) o volume sedimentar negativo era mais elevado do que o verificado no perfil *Torre norte*;
- a posição da curva de nível referente ao nível médio do mar no perfil setentrional (*Casa*) migrou para leste 34m, enquanto que no perfil meridional (*Torre N*) deslocou-se 11m na direcção do mar.

Tabela 22. Parâmetros da praia de Ofir

| **Perfil casa** | **2002** | **2003** | **2004** | **Balanço 02/04** |
|---|---|---|---|---|
| Declive (tg β) | 0.025 | 0.029 | 0.028 | + 0.03 |
| Volume ($m^3$) | 5586 | 5034 | 3942 | - 1644 |
| Nível médio do mar (2m ZH) | 59 | 55 | 25 | - 34 |
| **Perfil Torre N** | **2002** | **2003** | **2004** | |
| Declive (tg β) | 0.071 | 0.051 | 0.048 | -0.023 |
| Volume ($m^3$) | 5578 | 4986 | 5524 | - 54 |
| Nível médio do mar (2m ZH) | 59 | 59 | 70 | + 11 |

A curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m), entre Maio de 2002 e Junho de 2004, apresentou uma migração acentuada para leste, atingindo um valor máximo (110m) nos perfis mais meridionais (Figura 81). De norte para sul, assistiu-se a um aumento significativo do recuo para leste da posição da curva de nível referente ao nível médio do mar.

A presença de esporões, ao promover a difracção das ondas, e de um enrocamento na base da duna frontal, provocando a reflexão das ondas incidentes, contribui para a formação de diferentes células de circulação e de correntes de retorno, as quais serão responsáveis pela diferente distribuição sedimentar verificada ao longo deste sector (maior défice sedimentar nas zonas a barlamar dos esporões e menor na praia frontal ao perfil Torre norte, (Figura 80 e 81).

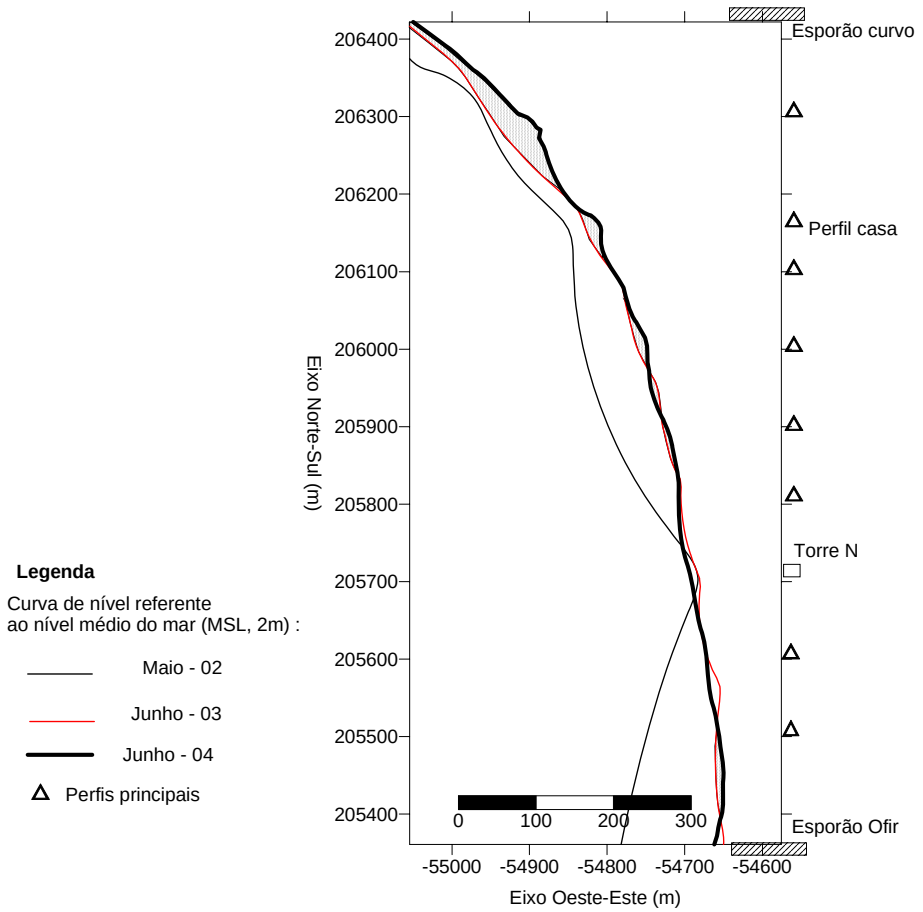



Figura 81. Posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) entre 2002 e 2004, na praia de Ofir. As áreas a cinzento representam as zonas de maior recuo da curva de nível referente ao nível médio do mar entre Junho de 2003 e Junho de 2004.

Entre 2002 e 2003 a praia apresentou uma tendência erosiva elevada, caracterizada por um balanço sedimentar negativo de -498 $m^3/m$ (Tabela 23). Em 2004 recuperou +56$m^3/m$ relativamente a 2003. Quanto à evolução do declive da praia, este apresentou uma ligeira tendência decrescente.

Tabela 23. Variação do volume sedimentar e do declive da praia de Ofir.

| **Anos** | **Maio 2002** | **Junho 2003** | **Junho 2004** |
|---|---|---|---|
| **Volume ($m^3/m$)** | 1280 | 782 | 838 |
| **Declive (tng β) (graus)** | 0.042<br>2.4 | 0.043<br>2.5 | 0.034<br>1.9 |

Globalmente, em 2004 a praia apresentou um balanço sedimentar negativo (-442 $m^3/m$), uma diminuição de altura de 2m e um declive médio (1.9º) inferior ao verificado em 2002 (2.4º), tornando-se mais plana na proximidade do esporão curvo (lado sul).

Entre Maio de 2002 e Junho de 2004, as zonas de erosão abrangem toda a zona intertidal, aumentando de norte para sul, onde a altura da praia diminuiu 2.4m (Figura 82). A tendência erosiva da praia tem contribuído para colocar a descoberto a base do enrocamento frontal às moradias construídas sobre as dunas. Quanto às zonas de acumulação situaram-se no limite superior da berma e da face da praia, onde a altura da praia aumentou entre 0.2 e 1m. De norte para sul, houve uma diminuição acentuada da largura da área de acumulação.

A berma da praia, apesar da ligeira acreção vertical resultante do transporte eólico, ficou totalmente submersa no sector em frente ao perfil *Casa* e a sul deste durante a preia-mar das marés vivas de Junho ( ver Figura 79).

Durante o período de estudo (2002-2004), os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos verificados nesta praia, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* (ε) = 39.2 e 36.0, *surf similarity index* (Σ) = 0.3 e 0.3 e *Dean's number* (Ω) = 7.9 e 4.4, respectivamente. Estes parâmetros permitem considerar que o comportamento morfodinâmico da praia foi francamente dissipativo, com ondulação do tipo progressivo.

O valor de Iv=0.52 encontrado para o índice de vulnerabilidade morfológica durante o período de 2002 a 2004 caracteriza este segmento com um comportamento frágil.

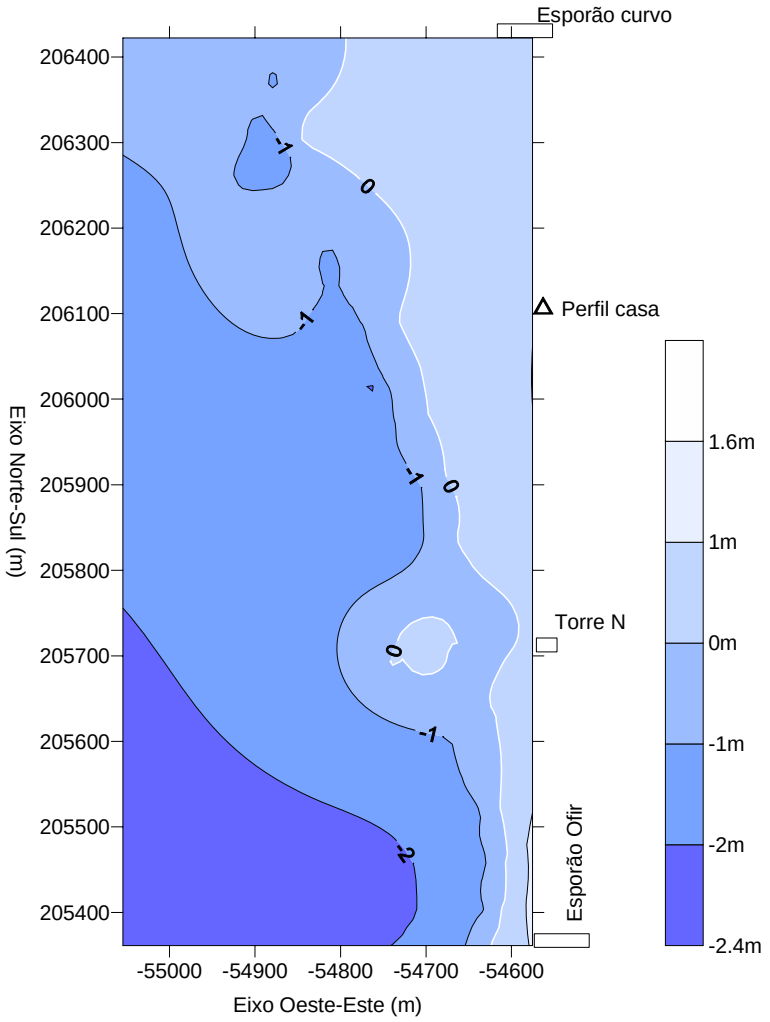



Figura 82. Variação da altura da praia entre Maio de 2002 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zonas de acumulação. Na figura pode observar-se uma zona de maior acumulação entre o perfil *Casa* e o esporão curvo.

## 5.5 Segmento Bonança - Cedo Bem

Este sector foi dividido em dois sub-segmentos: 1) uma praia arenosa com 1200m de comprimento, com uma orientação aproximada de N12ºE a N16ºE, tendo o esporão de Ofir como limite norte e o esporão das Pedrinhas como limite sul; 2) uma praia arenosa, a sul do esporão das Pedrinhas, com uma extensão aproximada de 900m até Cedo Bem, orientada N6ºO. As praias arenosas (areias finas a médias) são limitadas por arribas talhadas na duna

frontal, na qual existe,no sector a sul do esporão das Pedrinhas, um conjunto de moradias. A praia apresenta uma pequena área de afloramentos rochosos de xistos e quartzitos na zona intertidal.

### 5.5.1 Subsegmento Bonança- Pedrinhas (Esporão)

Os dados para o estudo morfodinâmico da praia do sub-segmento compreendido entre o esporão Ofir e o esporão das Pedrinhas foram obtidos a partir dos levantamentos topográficos realizados em 12 perfis transversais durante os meses de Maio de 2002 e de Junho de 2003 e de 2004.

No perfil Ofir, em Junho de 2004, a praia apresentava uma erosão bastante acentuada, com redução da largura (5m) e da altura da berma (2m), relativamente a Maio de 2002 (Figura 83). Esta tendência erosiva manteve-se nos perfis mais a sul, embora com tendência decrescente.

Relativamente à posição da curva de nível referente ao nível médio do mar no perfil setentrional (Ofir), ela deslocou-se para leste 20m, enquanto que para sul aquela deslocação diminuiu, apresentando, mesmo, um movimento na direcção do mar de 1m no perfil Pedrinhas (Figura 84).

Globalmente, de norte para sul, a largura e altura da berma apresentaram uma tendência crescente em 2004, sendo mais significativa nas proximidades do esporão das Pedrinhas.

A curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m), entre Maio de 2002 e Junho de 2004, migrou para leste 20m, atingindo um valor máximo (50m) nos perfis a sul (100m) do esporão de Ofir. Contudo, no perfil a norte do esporão das Pedrinhas, e numa extensão de praia de 80m, a posição da curva de nível referente ao nível médio do mar apresentou uma ligeira migração na direcção do mar (progradação de 1m) em 2004.

Entre 2002 e 2003 a praia apresentou uma tendência erosiva, caracterizada por um balanço sedimentar negativo de -36$m^3$/m, enquanto que entre 2003 e 2004, o défice sedimentar foi de -24$m^3$/m, mostrando uma ligeira recuperação relativamente a 2002. Quanto à evolução do declive da praia, ele apresentou uma ligeira tendência decrescente (Tabela 24).

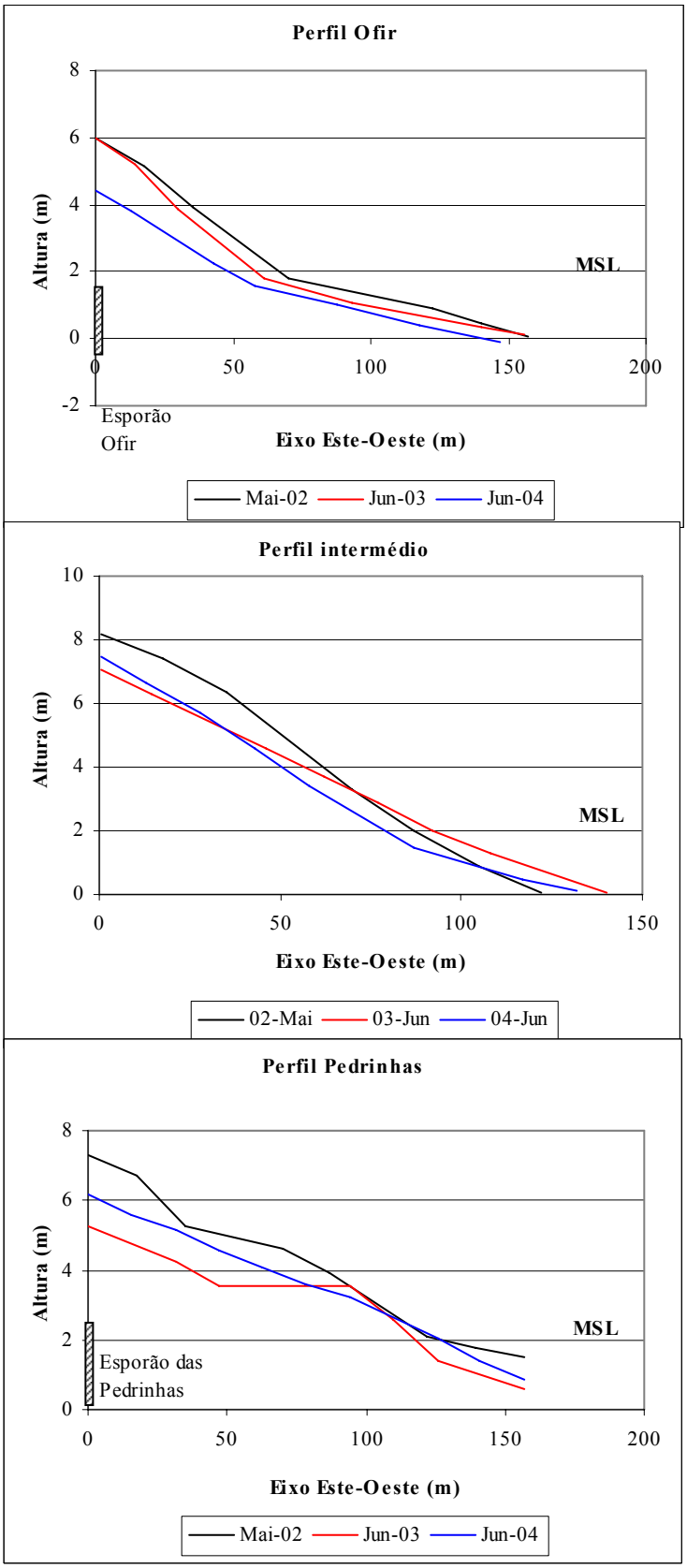



Figura 83. Evolução morfológica ao longo dos perfis transversais na praia de Ofir-Pedrinhas. A Figura mostra as variações anuais da berma da praia e da face da praia. (MSL- nível médio do mar = +2m ZH )

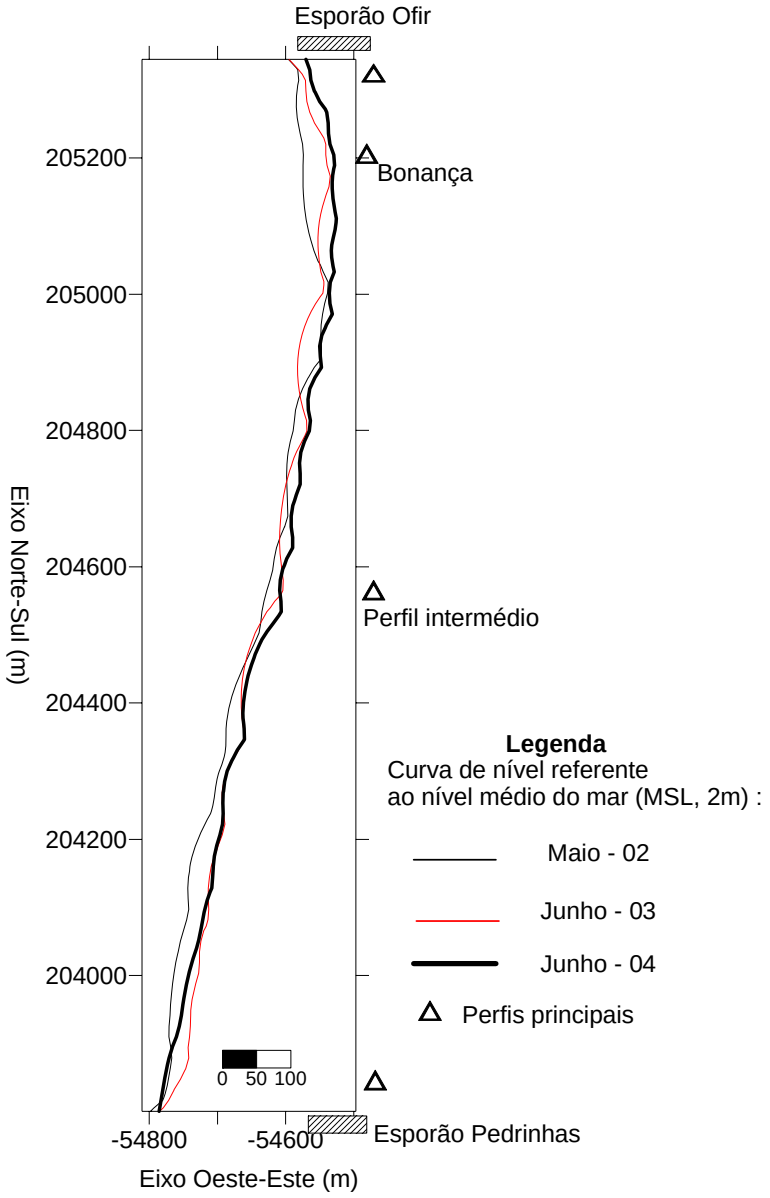



Figura 84. Posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m ZH) entre 2002 e 2004, no sub-segmento Ofir-Pedrinhas.

Tabela 24. Variação do volume sedimentar e do declive no sub-segmento Ofir-Pedrinhas.

| **Data** | **Maio 2002** | **Junho 2003** | **Junho 2004** |
|---|---|---|---|
| **Volume ($m^3/m$)** | 740 | 704 | 680 |
| **Declive** | | | |
| **(tg β)** | 0.073 | 0.064 | 0.060 |
| **(graus)** | 4.2 | 3.7 | 3.4 |

A análise dos blocos-diagrama (Figura 85) mostra que a curva de nível referente ao ZH, em Junho de 2004, na zona mais meridional, migrou para leste 200m, relativamente à sua posição em 2002.

Quanto às curvas de nível referentes ao nível médio do mar e à altura da crista da berma (+5m), elas apresentam um deslocamento para leste, atingindo valores mais elevados (40m) no sector setentrional da praia (praia da Bonança).

No que diz respeito à variação da altura da praia (Figura 86) verifica-se que, entre Maio de 2002 e Junho de 2004, as zonas de acumulação situavam-se: 1) na parte inferior da praia propriamente dita, formando um grande banco a sul do perfil Ofir, estendendo-se até ao perfil intermédio; 2) na berma e praia propriamente dita dos perfis meridionais, até à proximidade do perfil esporão das Pedrinhas, onde a altura da praia aumentou entre 0.2 e 1.2m. Quanto às zonas de erosão, estas distribuem-se de modo diferente ao longo da praia. A berma e face da praia nos perfis mais setentrionais (proximidade do esporão Ofir) e nas proximidades do perfil intermédio (para sul e para norte), apresentam um emagrecimento acentuado, caracterizado por uma diminuição da altura da praia de 2.6m na praia da Bonança.

Globalmente, entre 2002 e 2004, a praia apresentou um balanço sedimentar negativo (-60$m^3$/m), uma diminuição de altura de 2m e um declive médio (3.4º) inferior ao verificado em 2002, sendo mais plana na proximidade dos esporões. Relativamente à altura e à largura da berma da praia, observou-se uma tendência crescente de norte para sul.

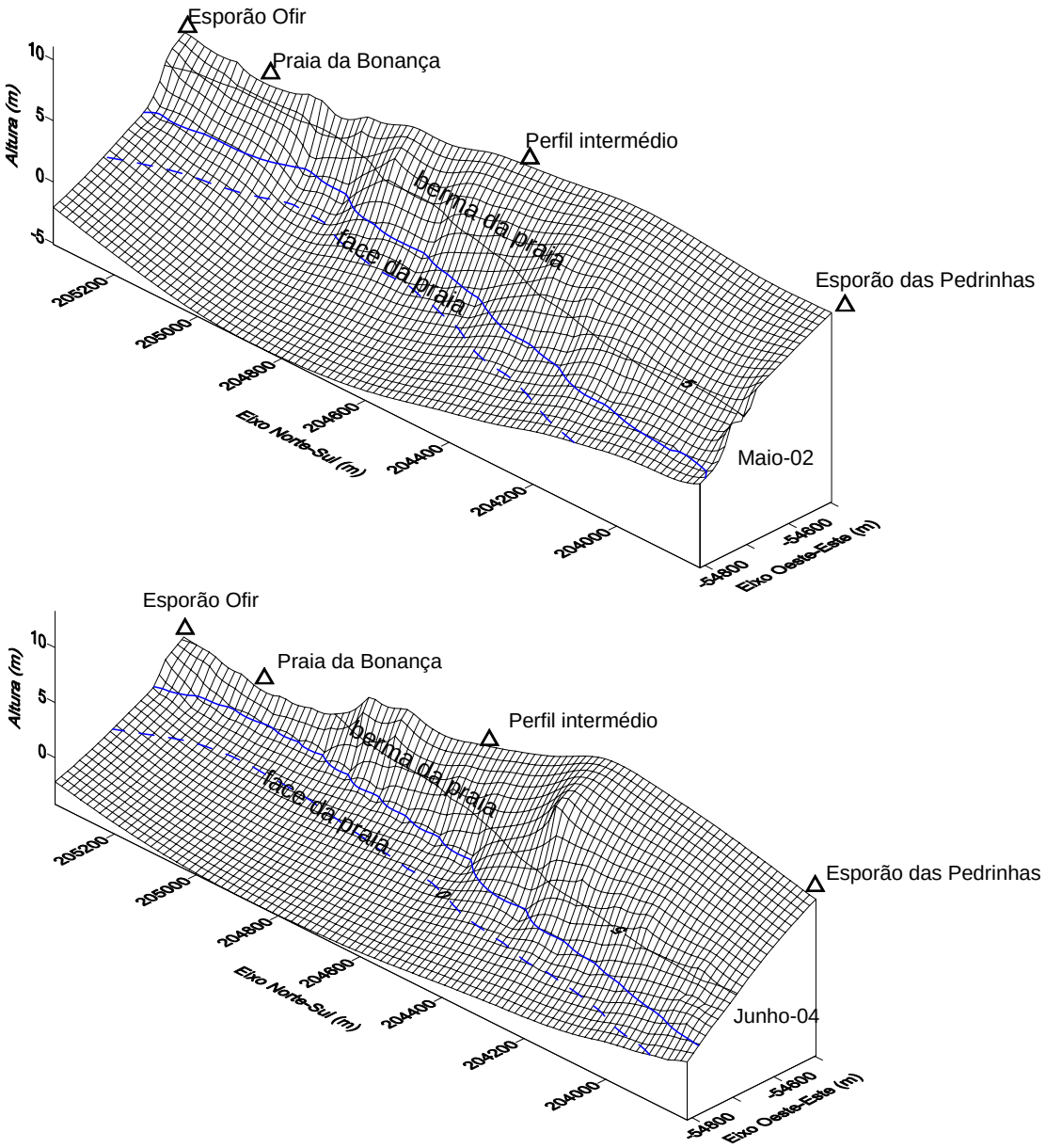



Figura 85. Morfologia da zona intertidal da praia do sub-segmento Ofir-Pedrinhas. A azul cheio encontra-se representada a curva de nível referente ao nível médio do mar e a azul tracejado está representada a curva de nível referente ao ZH. A negro está representada a curva de nível referente à altura média da crista da berma (+5m).

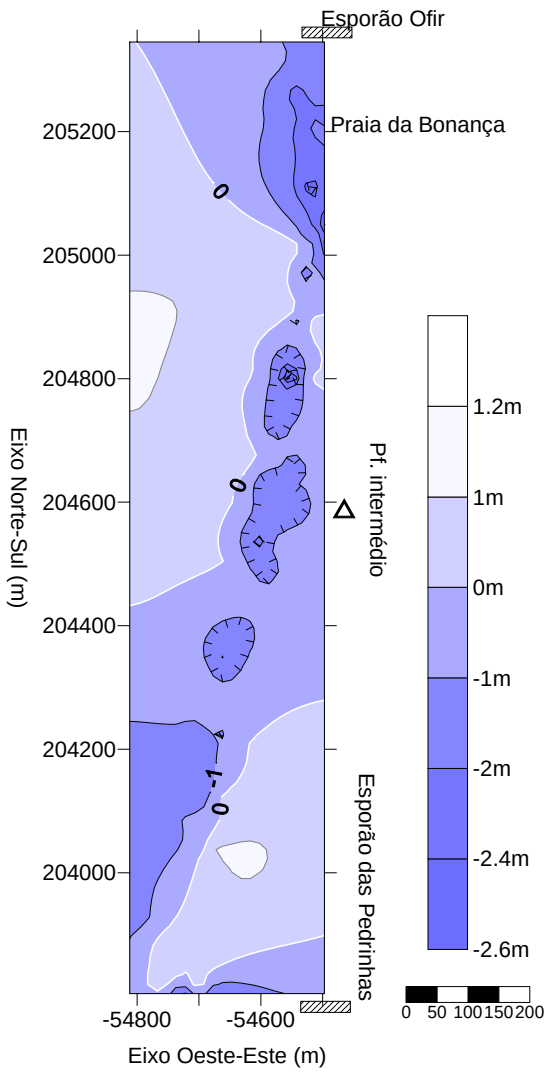



Figura 86. Variação da altura da praia entre Maio de 2002 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zona de acumulação.

Como consequência do rebaixamento da berma, a praia da Bonança fica totalmente submersa durante a preia-mar das marés vivas.

Quanto ao valor do recuo da crista das arribas talhadas na duna frontal, entre 2002 e 2004, ele apresentou um valor médio de 2m/ano com um recuo máximo de 8m na proximidade, a N e a S do esporão das Pedrinhas, respectivamente.

Durante o período de estudo (2002-2004), os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos, no segmento Ofir-Pedrinhas, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* (ε) =12.6 e11.6, *surf similarity index* (Σ) =0.5 e 0.4 e o *Dean's number* (Ω) =7.9 e 4.4. Estes parâmetros permitem considerar que o comportamento morfodinâmico da praia foi de francamente intermédio a dissipativo, principalmente durante o

inverno (proximidade dos esporões, do lado sul), com ondulação predominante do tipo mergulhante a fracamente dissipativa durante o verão.

Relativamente ao valor encontrado para o índice de vulnerabilidade morfológica, Iv=0.08, ele mostra que entre 2002 e 2004 este sector apresentou um comportamento robusto.

5.5.2 Sub-segmento Pedrinhas - Cedo Bem

Os dados para o estudo morfodinâmico da praia foram obtidos a partir dos levantamentos topográficos realizados em 5 perfis transversais entre 2002 e 2004, abrangendo uma extensão de praia de 200m a sul do esporão das Pedrinhas.

Em Junho de 2004, a praia apresentava uma erosão acentuada na sua quase totalidade, relativamente a 2002, com os valores mais elevados na berma da praia.

Relativamente à variação da altura da praia verificou-se que, entre Maio de 2002 e Junho de 2004, as zonas de erosão abrangiam toda a praia, sendo contudo mais acentuadas na berma da praia, onde a altura diminuiu de 2.0m. A zona de acumulação encontrava-se restrita a um banco localizado entre o limite inferior da face da praia e o limite da baixa-mar, a sul do esporão, com 40m de largura, 120m de comprimento (NO-SE) e altura de 0.4m (Figuras 87 e 88).

Tabela 25. Variação do volume sedimentar e do declive na praia a sul do esporão das Pedrinhas.

| **Data** | **Maio 2002** | **Junho 2003** | **Junho 2004** |
|---|---|---|---|
| **Volume ($m^3/m$)** | 433 | 274 | 340 |
| **Declive** | | | |
| **(tg β)** | 0.11 | 0.035 | 0.033 |
| **(graus)** | 6.3 | 2.0 | 1.9 |

Entre 2002 e 2003 a praia apresentou uma tendência erosiva elevada, caracterizada por um balanço sedimentar negativo de -159$m^3$/m e uma diminuição acentuada do declive da praia. Entre 2003 e 2004 assistiu-se a uma recuperação significativa da praia de +66$m^3$/m, enquanto que o declive da praia sofre um ligeiro decréscimo (0.1º) (Tabela 25).

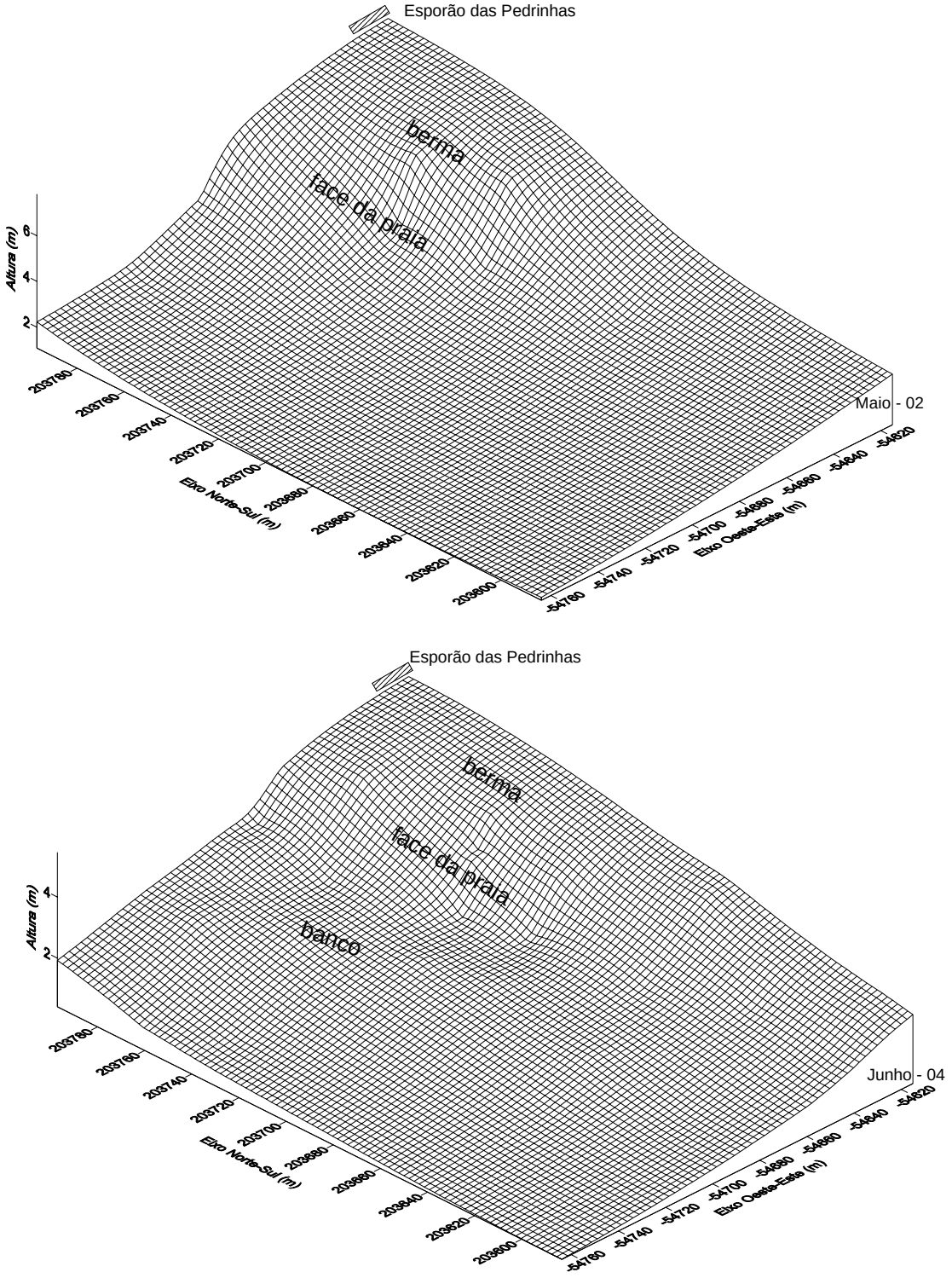



Figura 87. Morfologia da zona intertidal da praia do sub-segmento Pedrinhas - Cedobem.

A curva de nível referente ao nível médio do mar (+2m), entre Maio de 2002 e Junho de 2004, apresentou uma migração na direcção de terra, principalmente nos perfis meridionais, onde atingiu um valor de 50m, enquanto que na restante área a sua migração foi na direcção do mar (progradação de 10m) (Figura 89).

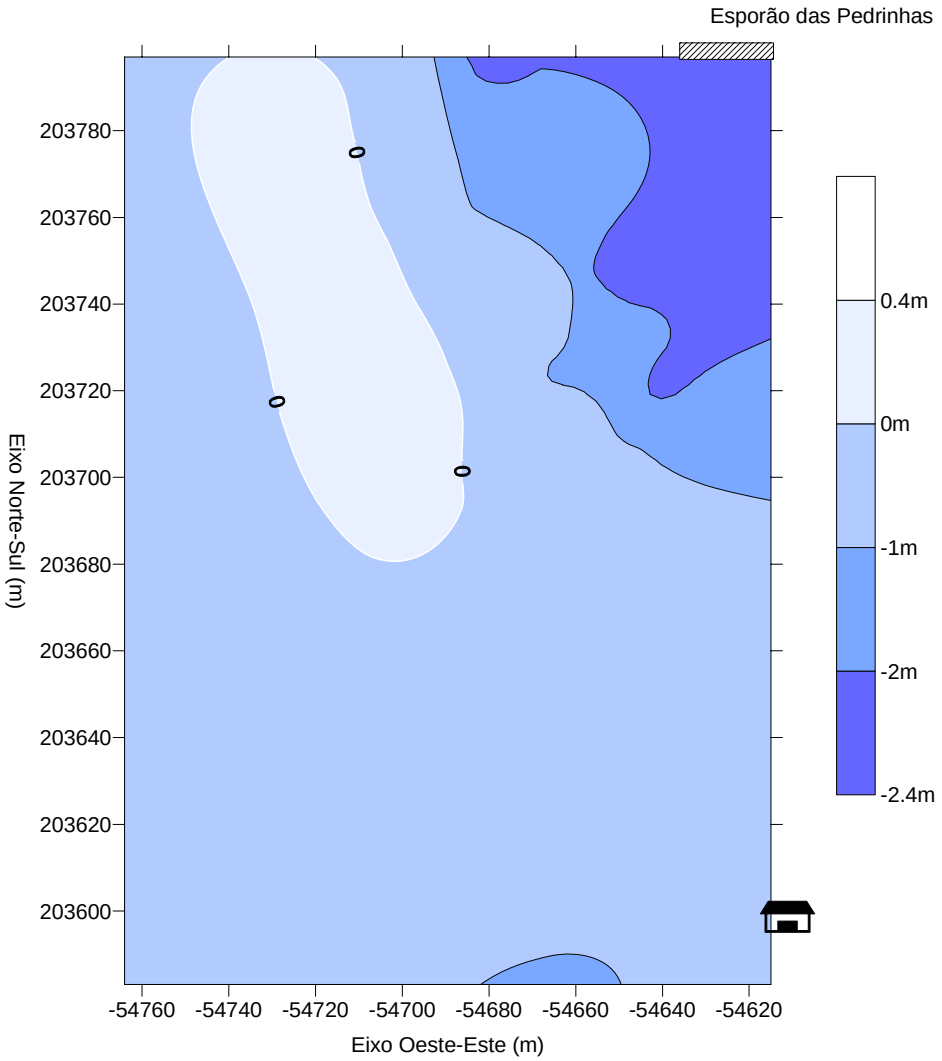



Figura 88. Variação da altura da praia entre Maio de 2002 e Junho de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zona de acumulação.

Relativamente à posição da curva de nível referente à crista da berma (+5m), em Junho de 2004, apresentou uma migração na direcção de terra de 30m, relativamente à sua posição em Maio de 2002.

Durante o período de estudo (2002-2004), os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos, na praia a sul do esporão das Pedrinhas, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index*(ε) = 41.6 e 38.2, *surf similarity index* (Σ) = 0.3 e 0.2 e *Dean's number* (Ω) = 7.9 e 4.4. Estes parâmetros permitem considerar que o comportamento morfodinâmico foi dissipativo, com predominância de ondulação do tipo progressivo.

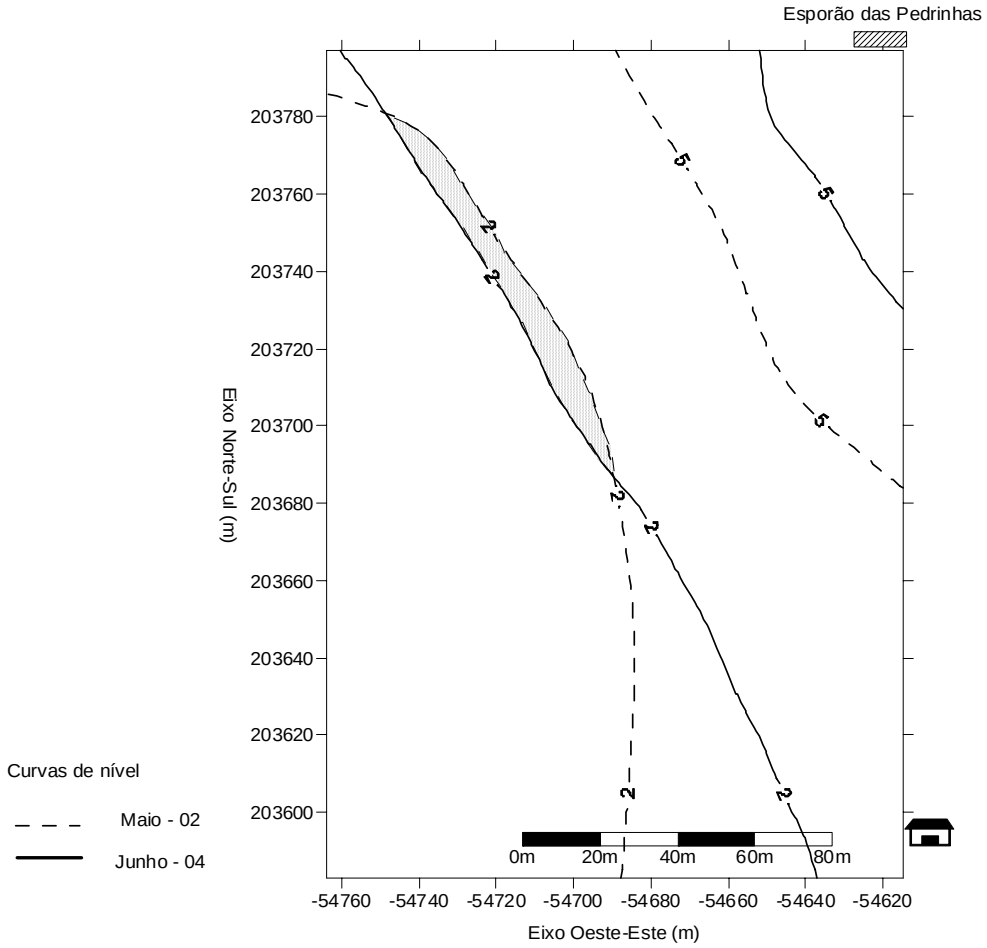



Figura 89. Posição da curva de nível referente ao nível médio do mar (2m ZH) entre 2002 e 2004, no sub-segmento Pedrinhas-Cedo Bem. A curva de nível referente ao nível médio do mar migrou para oeste.

Relativamente ao valor encontrado para o índice de vulnerabilidade morfológica, Iv=0.46, ele permite considerar que entre 2002 e 2004 este sector apresentou um comportamento frágil.

Globalmente, em 2004, a praia apresentou um balanço sedimentar negativo (-93m$^3$/m), uma diminuição de altura de 2m e um declive médio

(1.9º) inferior ao verificado em 2002. A altura e a largura da berma da praia apresentaram uma tendência decrescente de norte para sul. A acentuada erosão e reduzido declive da praia contribuem para que a praia fique totalmente submersa durante a preia-mar, potenciando a acção da ondulação sobre a base da arriba arenosa e sobre o enrocamento de defesa das residências construídas sobre as dunas, assim como sobre o esporão das Pedrinhas, principalmente durante as situações de maior agitação marítima.

### 5.6 Praia da Apúlia

Este segmento é constituído por uma praia arenosa com uma orientação aproximada N-S e uma extensão de 1000m, entre o esporão da Apúlia a norte e a zona do galgamento marinho da Ramalha, a sul. A praia apresenta uma berma com largura variável (20 a 40m), decrescendo de norte para sul. Os sedimentos são areias finas a médias; no limite inferior da face da praia observa-se uma pequena área de afloramentos rochosos (conglomerado de Apúlia intercalado com xistos e quartzitos).

Os dados para o estudo morfodinâmico da praia de Apúlia, compreendida entre o esporão da Apúlia e a zona de galgamento da Ramalha, foram obtidos a partir dos levantamentos topográficos realizados em 10 perfis transversais (Figura 90), durante o mês de Junho de 2003 e o mês de Novembro de 2004.

Em 2004 ocorreu erosão da praia, principalmente na face da praia, manifestada pela acentuada migração para leste das curvas de nível referentes ao ZH (0m) e ao nível médio do mar (+2m), tendo os valores mais elevados sido observados nos perfis setentrionais da praia.

A posição da curva de nível referente à altura média da berma (+5m) em 2004, relativamente a 2003, mostra um deslocamento para oeste no sector setentrional, e para leste no sector central e sul da praia (Figura 91).

Relativamente à largura da berma, apresentou uma tendência crescente de norte para sul.

Na face da praia, em Novembro de 2004, foi observada a presença de uma série de cúspides com diferentes comprimentos de onda (18 a 32m), com tendência decrescente para sul.

Quanto à variação da altura da praia verificou-se que em Novembro de 2004 as zonas de erosão abrangiam toda a zona intertidal, sendo a erosão mais intensa na face da praia no perfil mais próximo do esporão, onde a altura da praia diminuiu de 3.0m.

△ localização dos perfis

Figura 90. Localização dos perfis na praia de Apúlia (foto adaptada do INAG, 1996).

Relativamente às áreas de acumulação, estas abrangiam a berma e face da praia a sul do esporão numa extensão de praia de 400m, onde a altura da praia aumentou de 0.2 a 2m; no sector mais meridional da praia, ficava restrita a um banco intertidal com o eixo maior orientado N-S e com 160m de comprimento, onde a altura aumentou de 0.2 a 1m.

De norte para sul, a largura da berma apresentou uma tendência crescente enquanto que o declive da praia diminuiu.

Em 2004 o declive da praia (Figura 92) apresentou uma tendência decrescente de norte para sul, situando-se os perfis com declive mais elevado nos primeiros 150m de praia (máximo de 6.6º), a sul do esporão da Apúlia, enquanto que no sector intermédio, e nas proximidades da zona de galgamento da Ramalha, se situavam os perfis de praia com declive mais baixo (2.1º a 2.4º).

Entre 2003 e 2004 a praia teve uma erosão elevada, caracterizada por um balanço sedimentar negativo de -95m$^3$/m (Tabela 26), apesar da ocorrência de condições de agitação marítima características de bom tempo terem sido predominantes durante o período de estudo considerado.

Em Outubro de 2004 as ondas tiveram Hs=2.78m e $T_s$=9s, enquanto que em Junho de 2003 apresentaram $H_s$=1.35m e $T_s$=8.2s. Estas diferenças ocorridas nos parâmetros da ondulação terão sido, possivelmente, responsáveis pelas diferenças morfológicas do perfil da praia. A ligeira diferença entre os valores do declive da praia resulta do facto da praia apresentar em Novembro de 2004 um perfil de inverno, como consequência de um maior transporte sedimentar da berma e da face da praia para a pré-praia, principalmente durante o ciclo de marés vivas, conduzindo a um perfil de praia mais aplanado.

Globalmente, em 2004 a praia apresentou um balanço sedimentar negativo (-95m$^3$/m), uma diminuição de altura de 2m e um declive médio (4.1º) inferior ao verificado em 2003.

A berma da praia, apesar da ligeira acreção vertical resultante do transporte eólico, apresentou globalmente uma diminuição da altura relativamente a Junho de 2003.

Tabela 26. Variação do volume sedimentar e do declive na praia de Apúlia.

| **Anos** | **Junho 2003** | **Novembro 2004** |
|---|---|---|
| **Volume (m$^3$/m)** | 685 | 590 |
| **Declive (tg β)** | 0.084 | 0.071 |
| **(graus)** | 4.8 | 4.1 |

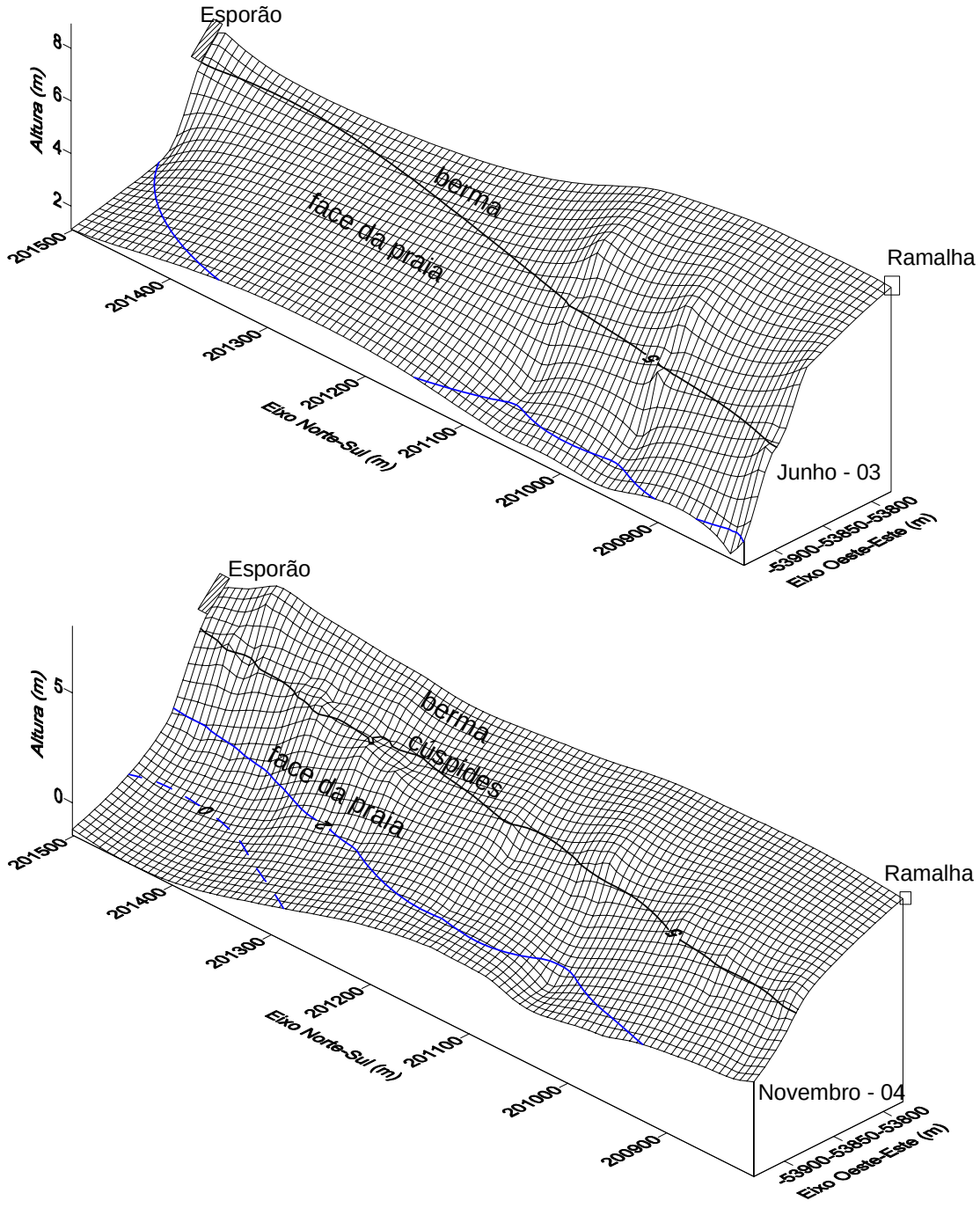



Figura 91. Morfologia da zona intertidal da praia de Apúlia.
A azul cheio encontra-se representada a curva de nível referente ao nível médio do mar e a azul tracejado está representada a curva de nível referente ao ZH. A negro está representada a curva de nível referente à altura média da crista da berma (+5m).

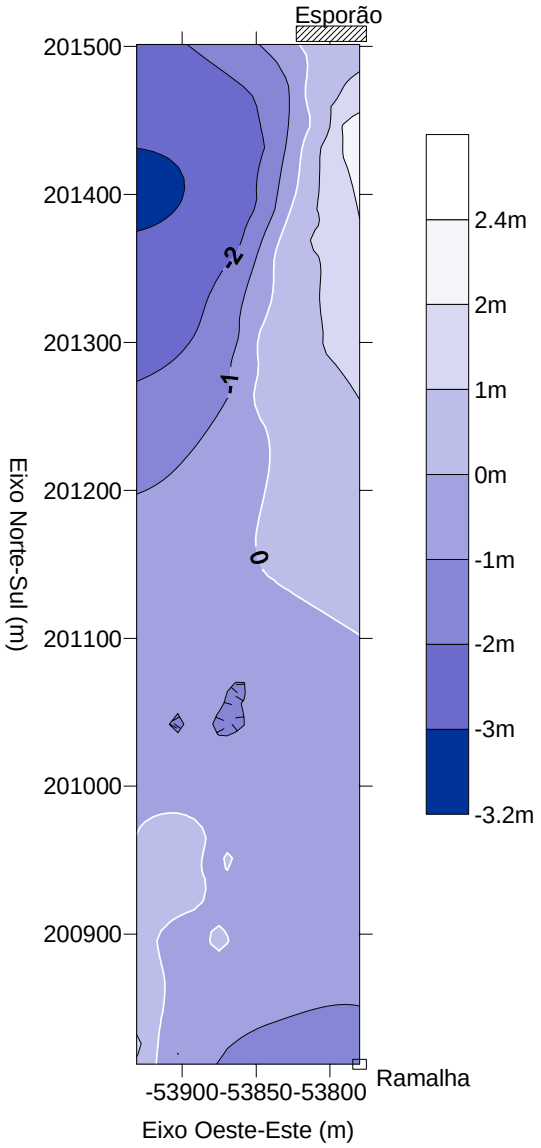



Figura 92. Variação da altura da praia da Apúlia entre Junho de 2003 e Novembro de 2004. A curva de nível a branco (0m) limita as zona de acumulação.

Figura 93. Praia de Apúlia (2003). A raíz do esporão encontra-se bastante degradada.

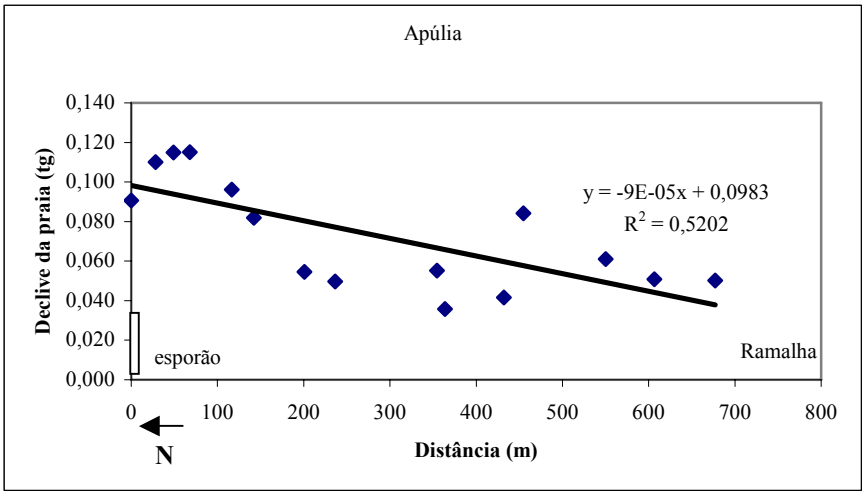



Figura 94. Declive da praia de Apúlia em Novembro de 2004.

Durante o período de estudo (2003-2004), os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos, na praia de Apúlia, durante o inverno e o verão, foram, respectivamente: *surf scaling index* (ε) = 9.0 e 8.3, *surf similarity index* (Σ) = 0.6 e 0.5 e *Dean's number* (Ω) = 7.9 e 4.4. Estes parâmetros permitem considerar que o comportamento morfodinâmico da praia foi intermédia e dissipativa nos sectores com menor declive, principalmente durante o inverno, com ondulação predominante do tipo mergulhante.

## 6. DISCUSSÃO

A evolução temporal dos perfis transversais da praia reflecte as transferências sedimentares sazonais ocorridas entre a pré-praia, a praia e a ante-praia. Em condições ideais, à variação volumétrica do perfil de praia emersa deveria corresponder igual variação, mas de sinal oposto, na praia submersa.

A comparação dos levantamentos topográficos periódicos realizados nos mesmos locais, ao longo do período de estudo, permitiu fazer uma estimativa dos volumes envolvidos nas trocas sedimentares transversais e longitudinais e na sua distribuição espacial e sazonal.

### Balanço sedimentar

Durante o período de estudo os resultados obtidos mostraram que o balanço sedimentar anual foi negativo na globalidade dos sectores (Figura 95), embora com uma distribuição espacial variável. Neste contexto, foram considerados os seguintes sectores:

- praias de seixos;
- praias arenosas;
- praias mistas (areia+seixos);
- Foz do Cávado

As praias de seixos (Belinho-Mar) apresentaram os valores mais baixos do défice sedimentar.

Considerando os dados de campo, tem-se verificado que o aparecimento de seixos tem coincidido com uma perda de sedimentos arenosos, um aumento do declive da praia e uma maior exposição da área de afloramentos rochosos na zona intertidal. Este facto tornou-se particularmente evidente nas praias de Mar-Rio de Moinhos e Cepães.

Os sedimentos arenosos começaram gradualmente a ser substituídos por seixos, a partir de 1994/1995, na praia de Belinho, estendendo-se este fenómeno progressivamente para sul (Mar-Rio de Moinhos e Cepães), como consequência da cessação de transporte sedimentar (areia) do mar para a terra. Este processo pode ter sido iniciado pela deplecção sedimentar na plataforma

continental interna ou pelo aumento da profundidade do nível de base resultante da subida do nível do mar (Granja,1999). Isto significaria que os sedimentos do fundo ficariam gradualmente posicionados abaixo do nível de base da onda, fora da zona de rebentação, diminuindo assim o transporte sedimentar na direcção da praia.

Outro aspecto a considerar é o facto das praias localizadas a sul da foz do Cávado (da Restinga até à Apúlia), com um défice sedimentar acentuado e maior declive, não apresentarem seixos o que indiciará a existência de algumas fontes de sedimentos arenosos locais relativamente próximas (apesar de se terem identificado extensos depósitos de seixos na zona submersa, a uma profundidade que variava de 7 a 20 m, entre os baixios da Pena e da Bonança - Castros, à latitude de 41º 30' a 41º 31'; Granja, 1999), o que mostra não haver actualmente um transporte das zonas mais profundas para a praia. Seria importante fazer-se uma monitorização contínua destas zonas para uma avaliação mais objectiva.

Um possível mecanismo hidrodinâmico envolvido na referida mudança sedimentar poderá ter ocorrido, em alguns sectores, do seguinte modo:

- Nas zonas mais expostas à forte rebentação (não protegidas pelos afloramentos rochosos) ocorre elevada erosão, havendo um transporte sedimentar longitudinal na direcção da área mais abrigada e calma (Figura 96). Aqui, converge grande volume de água que se organiza sob a forma de correntes de retorno em direcção ao largo, transportando os sedimentos mais finos enquanto os mais grosseiros ficam na praia. O transporte em suspensão de areias e outros sedimentos mais finos é particularmente visível no momento da rebentação e durante a maré enchente em determinadas condições de tempo como, por exemplo, com nortada ou mar tempestuoso.

A uma escala anual, este processo, agravado pela diminuição do transporte sedimentar da pré-praia para a praia, conduziu gradualmente: 1) à substituição da areia da praia por seixos provenientes da prépraia e/ou de antigos depósitos que se encontravam na praia cobertos por areia; 2) ao aumento da área de exposição de afloramentos rochosos na praia e prépraia; 3) ao recuo acelerado das arribas arenosas talhadas na duna frontal, principalmente durante os períodos de tempestade; 4) a um défice sedimentar da praia; 5) e ao aumento do declive da praia.

Entre 2001 e 2004, durante os períodos de forte agitação (principalmente durante as tempestades) coincidentes com as marés vivas ocorreu uma grande acumulação de seixos e outros cascalhos na berma e face da praia, sob a forma de cristas, com altura de 4-5m e comprimento da ordem das centenas de metros, dispostas paralelamente à arriba talhada no cordão dunar frontal, as quais defendem este da acção directa das ondas. A elevada permeabilidade destas praias, resultante das características dimensionais dos seus sedimentos (seixos e outros cascalhos), provoca uma redução acentuada na intensidade do refluxo das ondas, conduzindo a uma diminuição do transporte sedimentar da face da praia na direcção do mar.

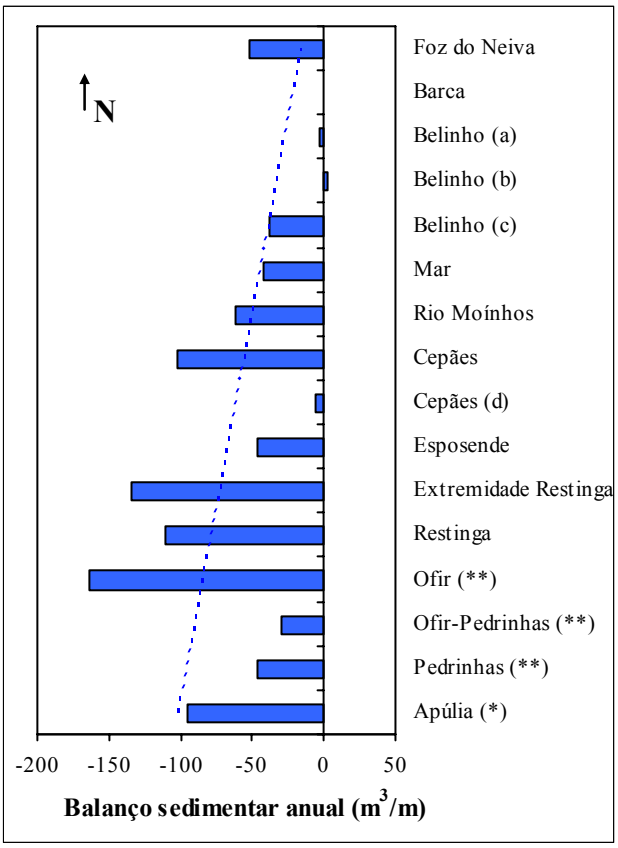



Figura 95. Variação do balanço sedimentar anual nas praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004 (* 2003/2004; ** 2002/2004); a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha; d- zona de galgamento.

Além destes factores, a existência na zona intertidal de uma grande área de exposição de afloramentos rochosos contribui para uma redução da energia da ondulação incidente antes desta atingir a face da praia. A actuação conjunta destes agentes contribuiu para que o défice sedimentar destas praias fosse mais reduzido comparativamente ao das suas congéneres mistas (areia+seixos) e arenosas.

O défice sedimentar elevado ocorrido nas praias arenosas e mistas estará possivelmente relacionado com a sua maior exposição à ondulação dominante de NO e de O, com rebentação do tipo mergulhante. A menor permeabilidade e declive da praia (resultante das características dimensionais dos sedimentos da praia) relativamente às das praias de seixos, potencia uma acção mais intensa da ondulação incidente e do refluxo sobre a face da praia, a qual induzirá uma maior erosão da praia.

Figura 96. À esquerda, praia arenosa de Mar (INAG, 1996); à direita, a mesma praia em 2001. O circulo assinala a casa representada na fotografia da direita; (1- face da praia; 2- afloramentos rochosos; 3- transporte longitudinal na zona de ressaca; 4 - correntes de retorno; A- zona de forte rebentação; B- zona de agitação mais calma)

Durante os temporais de SO e de O, quando a totalidade da praia é atingida, ocorre um *esvaziamento* desta, o que provoca a erosão da base das arribas nas dunas e o galgamento do mar nas zonas de maior fragilidade (como, por exemplo, em Mar, Rio de Moínhos, Cepães, Redonda e Ramalha).

Durante estes eventos de alta energia, o padrão de circulação sedimentar é afectado, principalmente pelo aumento da intensidade das correntes de retorno e pela inversão da deriva dominante N-S. Os sedimentos são mobilizados para a pré-praia, sendo uma parte significativa dos mesmos transportada pela deriva S-N, ao longo da costa, para norte. Após o temporal, os transportes transversais devolvem sedimentos à praia, embora entre cada ciclo (tempestade – bom tempo) se verifique que um importante volume sedimentar não é reposto, possivelmente em consequência da perda de sedimentos para profundidades mais elevadas.

Nas praias arenosas a sul da foz do Cávado registaram-se os valores mais elevados do défice sedimentar. As perdas foram mais acentuadas na praia de Ofir (-163 $m^3$/m/ano entre 2002 e 2004) e na extremidade N da restinga (-135 $m^3$/m/ano entre 2001 e 2004).

No sector a norte do esporão curvo, os resultados obtidos mostraram a existência de um intenso transporte sedimentar entre a pré-praia e a praia, um transporte sedimentar eólico entre a praia e a ante-praia, e um movimento sedimentar longitudinal de norte para sul e de sul para norte, provocado pela acção de uma corrente de deriva N-S e outra S-N, respectivamente. A maior acumulação de areia na berma e na face da praia nos perfis Er3 e Er4, relativamente aos perfis Er2 e Er1 (Figuras 63 e 64), leva a supor que a acreção verificada a norte será resultante da deriva litoral S-N, enquanto que a erosão verificada a sul será consequência da deriva litoral N-S. Quanto ao défice registado na extremidade N da restinga está, possivelmente, relacionado com a existência da inversão da deriva sedimentar de sul para norte ao largo deste sector que, conjuntamente com as correntes de maré enchente, transportam os sedimentos para a foz e interior do estuário.

Estas diferenças espaciais da distribuição do volume sedimentar estarão, possivelmente, relacionadas com a existência de células de circulação, com a presença do esporão curvo no sector mais meridional da praia e com a proximidade da foz do rio Cávado.

O elevado défice sedimentar da praia de Ofir estará, possivelmente, relacionado com a existência de um enrocamento (com 200m de comprimento) situado na base da arriba talhada na duna frontal, o qual,

reflectindo as ondas incidentes, promove um maior transporte de sedimentos para o largo (Granja e Carvalho, 1991).

Em todos os segmentos, as praias a sotamar dos esporões apresentam uma erosão mais acentuada relativamente às praias situadas a barlamar daquelas estruturas, uma vez que as obras de defesa transversais bloqueiam parcialmente o trânsito sedimentar da corrente de deriva litoral, enquanto que a presença dos enrocamentos provoca perda de areia na berma e face da praia à sua frente e escavamento lateral. O balanço sedimentar negativo verificado em todas as praias situadas a barlamar revela que, actualmente, há uma diminuição da eficácia dos esporões na retenção de sedimentos como consequência do seu estado de degradação.

Relativamente à praia da Apúlia, a acreção vertical da berma e da face da praia resultou, essencialmente, do transporte eólico das areias da ante-praia e da praia a norte do esporão (parcialmente, degradado), enquanto que a acreção do banco localizado no sector meridional terá resultado da prevalência, ao longo do ano de 2004, de condições de agitação marítima características de bom tempo que terá potenciado um maior transporte sedimentar longitudinal e transversal entre a pré-praia e a praia. Tal facto revela um esgotamento sedimentar nas fontes que abastecem actualmente a praia, a deriva litoral e a pré-praia.

Nas praias mistas (areia+seixos), o valor do défice sedimentar foi mais baixo comparativamente ao verificado nas praias arenosas. As características da sua cobertura sedimentar, ao contribuírem para um aumento do declive da praia e da sua permeabilidade, e a existência de uma grande área de exposição de afloramentos rochosos na zona intertidal em alguns sectores dessas praias, conduzem a uma diminuição da sua erosão. Sendo o transporte sedimentar fundamentalmente influenciado pelo clima de agitação marítima (energia das ondas), a presença dos afloramentos rochosos na zona intertidal, ao contribuir para a dissipação da energia das ondas antes de atingirem a praia e ao constituir uma barreira à livre movimentação dos sedimentos em situações de agitação marítima fraca ou moderada, promoverá a uma maior acumulação dos sedimentos mais grosseiros (seixos) na face da praia, na medida em que

apenas os sedimentos mais finos (areias) são transportados na direcção do mar.

A variação sazonal dos volumes sedimentares mostra que as praias arenosas e as praias de seixos apresentam comportamentos diferentes.

Em Junho de 2004, as praias arenosas apresentaram um padrão de acumulação dominante (Figura 97). Com a melhoria das condições de agitação marítima verificadas durante o mês anterior ao levantamento (Maio de 2004, $H_s$ =1.22m e $T_s$ = 9.2s) relativamente ao ano anterior (Abril de 2003, $H_s$ =2.63m e $T_s$ = 8.92s), as praias arenosas apresentaram um padrão de acumulação, enquanto que nas praias de seixos o padrão foi de erosão. A persistência de ondulação de reduzida altura significativa contribuiu para aumentar o transporte e a deposição de areia sob a forma de bancos, que se ligam posteriormente à face da praia, sob o efeito de ondulação progressiva e em maré enchente. Este processo gradual de acreção conduziu à recuperação, durante 2004, do volume sedimentar nas diferentes praias arenosas, com excepção da praia mais meridional - a Apúlia - onde o balanço sedimentar foi negativo, possivelmente como consequência das condições diferentes de agitação marítima verificadas (a altura significativa e período das ondas mais elevados). O balanço sedimentar negativo acentuado (-95$m^3$/m) terá sido, possivelmente, resultado da ocorrência de ondulação com elevada altura significativa durante o mês anterior ao levantamento topográfico (Outubro de 2004, Hs=2.78m e $T_s$=9s). Este agravamento das condições de agitação, associado ao tipo de rebentação mergulhante, terá sido responsável pela ocorrência de um maior transporte sedimentar da berma e da face da praia para a zona submersa (diminuíndo o declive da praia) e, portanto, de erosão.

Nas praias de seixos, sob as condições de agitação marítima de bom tempo no mês de Maio de 2004, verificou-se uma deposição de areia na face da praia, proveniente da deplecção das dunas e do transporte longitudinal e transversal. O preenchimento dos vazios existentes entre os seixos com areia contribuiu para reduzir a permeabilidade da face da praia. Este aumento da impermeabilidade diminui a capacidade de infiltração da água do fluxo-refluxo das ondas, conduzindo a um aumento da intensidade do refluxo que, por sua vez, arrasta um maior volume de seixos da face da praia na direcção

do mar. Este movimento dos seixos na direcção do mar provoca uma diminuição do volume sedimentar da praia, pelo que esta apresentou um padrão de erosão durante condições de agitação marítima de bom tempo.

Sob condições de forte agitação marítima (períodos de tempestade), como a verificada durante o inverno de 2002, ocorre um aumento do transporte transversal da pré-praia para a praia, provocando uma maior acumulação de seixos na berma da praia. Esta acumulação foi mais acentuada nas zonas dos galgamentos. A maior acumulação de seixos que se verifica durante o Inverno contribui para que estas praias apresentem um padrão de acumulação, contrariamente ao que se verifica nas praias arenosas.

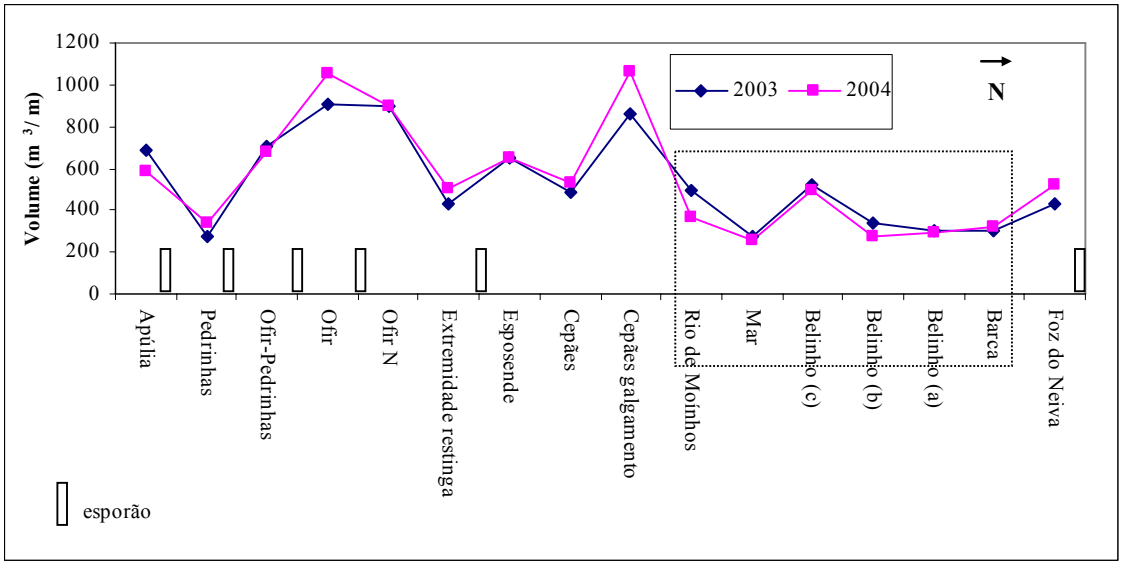



Figura 97. Variação sazonal do balanço sedimentar nas praias da zona costeira de Esposende (o rectângulo representa as praias de seixos); a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha.

Cabe aqui referir, também, a importância dos ventos locais de NO, conhecidos por *nortadas*, que sopraram com bastante frequência, tendo o transporte sedimentar eólico contribuído para a acreção da berma de praia na base das arribas talhadas nas dunas frontais. Esta acumulação foi mais intensa nas praias mais expostas à acção do vento e nas zonas de galgamento (onde o cordão dunar apresentava maior fragilidade e, por isso, fora galgado pelo mar, foram construídas paliçadas pela APPLE, tendo em vista a recuperação da duna e a minimização da acção das ondas nas zonas adjacentes), onde as

paliçadas ficaram completamente preenchidas, como nas praias de Esposende e Cepães.

Foz do Cávado

Durante o período de estudo (1991/2004) as principais mudanças ocorreram durante 1992 e em 2000/2001, com a ruptura da restinga e a formação de um novo canal principal com uma largura de 100 a 200m (Figura 98). A erosão da restinga, o galgamento da duna frontal pela acção das ondas (altura > 3m) durante o inverno e as cheias fluviais aumentaram a intensidade da corrente de vazante, contribuíndo para a ruptura da restinga. Após o enchimento artificial (2001/2002) da extremidade da restinga com areia dragada do estuário, durante o inverno de 2005/2006 as condições de forte agitação marítima (tempestade de OSO) verificadas provocaram nova ruptura na zona a norte da última paliçada (estaca Er4, na mesma área da ruptura ocorrida em 2001). Esta ocorrência correspondeu ao culminar de um processo erosivo gradual que a restinga vinha a apresentar desde 2003. Como consequência, instalou-se um novo canal principal com largura de 100m e verificou-se um aumento do assoreamento da barra e do estuário (Figura 98).

Além das condições de agitação e de marés vivas, é provável que o molhe de protecção do Cávado, paralelo à restinga, ao provocar um estreitamento do canal, contribua para aumentar a intensidade das correntes de enchente e de vazante na face fluvial da extremidade da restinga induzindo a sua erosão (Figura 99).

A diminuição da largura do canal na parte mais setentrional do estuário contribui para aumentar a intensidade da corrente durante a maré enchente. Neste período, a difracção das ondas nos bancos do delta de vazante ao contornarem a extremidade N da restinga propaga-se rapidamente para sul, erodindo a face fluvial da restinga. Esta acção erosiva das ondas durante a enchente é potenciada pela intensa reflexão das ondas incidentes no molhe frontal à restinga. Por sua vez, durante a maré vazante, a abertura existente no molhe, com um diâmetro relativamente reduzido (de 30 a 40m), provoca um aumento da intensidade do fluxo segundo uma direcção mais ou menos perpendicular ao fluxo principal do canal do rio (Figura 99), constituindo um

obstáculo hidráulico à corrente de vazante principal, desviando-a na direcção da face fluvial da restinga.

A acção conjunta das correntes de maré e da ondulação verificada durante o ciclo de maré, aumenta a erosão da face fluvial da restinga, enquanto a face oceânica, com declive bastante reduzido, torna-a mais vulnerável aos galgamentos oceânicos, principalmente em situações de forte agitação marítima coincidentes com marés vivas e/ou cheias, como aconteceu durante os invernos de 2001/2002 e 2005/2006, respectivamente.

Figura 98. Assoreamento da Foz do Cavado.
1- Actual canal principal orientado E-ONO; 2- migração do banco do delta de maré enchente na direcção do molhe de protecção do rio Cavado e consequente assoreamento do antigo canal principal (3).

Por outro lado, a abertura de um novo canal, a sul do canal principal, provoca uma diminuição da intensidade da corrente de vazante no canal principal. Esta situação, conjuntamente com o fraco fluxo de vazante na área adjacente ao molhe de protecção (baixa profundidade resultante da presença de afloramentos de xisto e do alicerce do antigo cais do *Bilhano*), permite criar condições para um rápido assoreamento da parte mais setentrional do estuário e da barra do Cávado durante a maré enchente, situação que se tem verificado nos últimos anos.

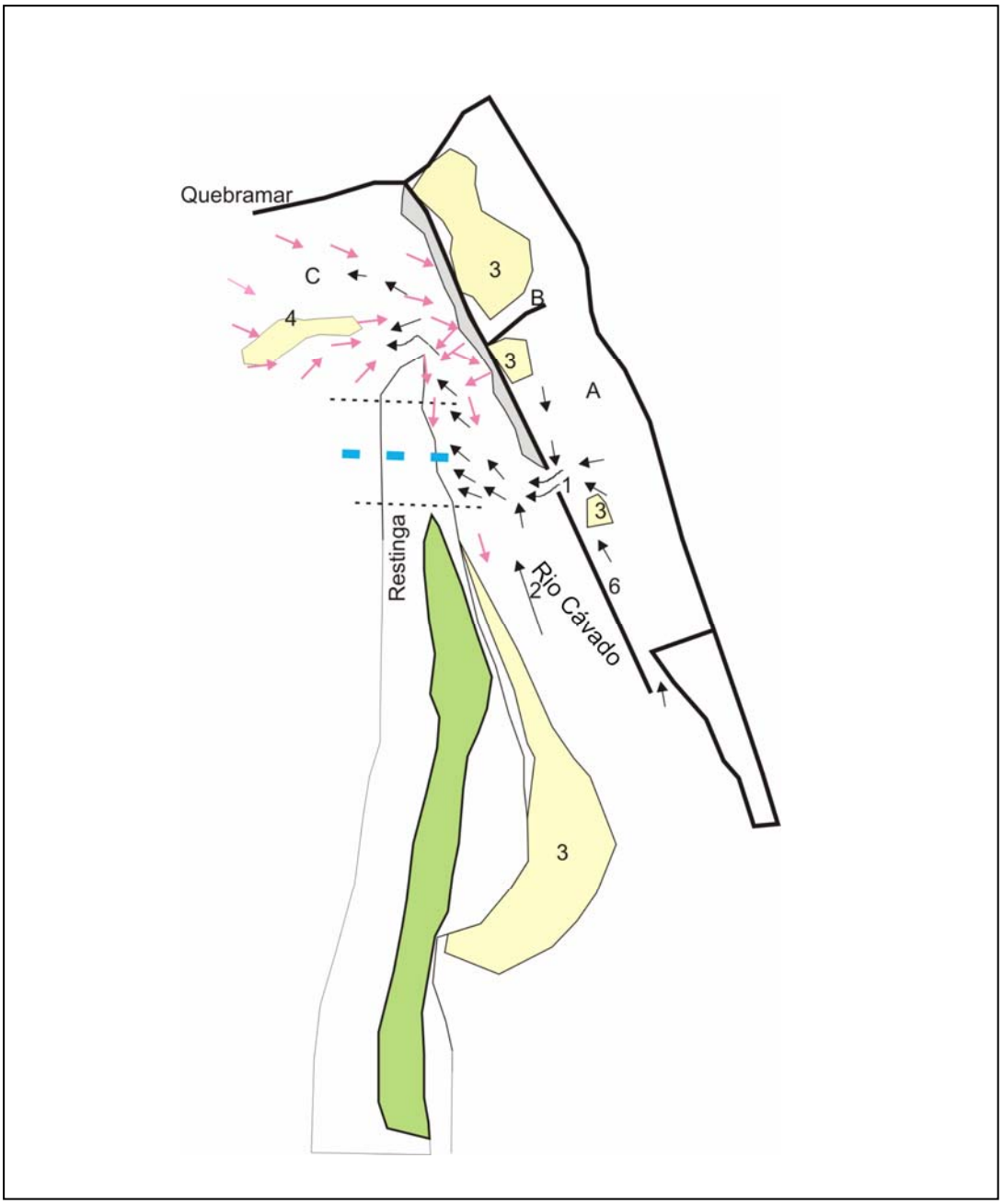



Figura 99. Esquema representativo da circulação das correntes de maré enchente (setas a vermelho) e de maré vazante (setas a preto) na foz do Cávado. As linhas a tracejado negro delimitam a área do galgamento na extremidade da restinga em Novembro de 2005. A linha a tracejado azul indica a posição do actual canal principal (Setembro de 2006). A área a cinzento indica a existência de afloramentos de xisto e os alicerces do antigo cais do *Bilhano*. (A- sapal; B- muro; C- barra do Cávado;1- abertura do molhe de protecção; 2- fluxo principal de vazante; 3- bancos do delta de enchente; 4- banco do delta de vazante; 6- molhe de protecção).

As variações do prisma de maré da foz do Cávado (tendência decrescente) revelam um assoreamento gradual deste sector, em consequência da recepção dos sedimentos transportados pela maré enchente (subtraídos à deriva N-S), da erosão da restinga e dos galgamentos periódicos da extremidade norte da restinga.

Durante as marés vivas, a forte intensidade da corrente de maré enchente movimenta grande quantidade de sedimentos que, conjuntamente com a areia transportada pelos ventos do quadrante norte devido ao estado de degradação acentuada do quebramar na foz do Cávado, contribui para o actual assoreamento da barra e do estuário. Uma parte destes sedimentos, principalmente transportados em períodos de marés vivas coincidentes com tempestades, fica retida na parte leste do molhe de protecção do Cávado, assoreando o sapal e constituíndo bancos de maré enchente (Figura 99).

Durante o ciclo de marés mortas, com a diminuição da altura das ondas e a persistência de ondulação do tipo progressivo, os bancos do delta de vazante sofrem acreção vertical e migração para sul, na direcção da restinga, à qual mais tarde se ligam. Este movimento dos bancos do delta de maré vazante, ao diminuir a profundidade da barra, contribui para aumentar a refracção incidente das ondas de NO e O e promove a difracção da ondulação para O-SO. Como consequência, a deriva litoral faz-se de S para N, o que, por sua vez, vai contribuir para o aumento do assoreamento da barra e para a migração para leste da extremidade N da restinga.

Os processos responsáveis pela acreção vertical dos bancos (a persistência de ondulação progressiva incidente com altura significativa das ondas entre 0.5 e 1m) predominaram relativamente aos processos responsáveis pelo aumento da sua extensão (transporte longitudinal). As boas condições de agitação marítima verificadas durante Novembro de 2004 ($H_s$=1.32m, T=9s) e a ondulação progressiva terão contribuído para uma rápida acreção vertical dos bancos emersos. No entanto, a acção da corrente de deriva litoral terá impedido o aumento da área da parte oceânica do banco, enquanto que as correntes de maré enchente terão contribuído para a acreção na parte fluvial do banco.

Em consequência destas mudanças morfodinâmicas o grau de estabilidade da desembocadura (prisma de maré / deriva litoral total; Bruun 1978, em Michel, 1997) diminuiu acentuadamente entre 2001 e 2004.

Dos valores do balanço sedimentar anual, referentes ao período deste estudo, das praias a norte da foz do Cávado (-352 $m^3$/m/ano), a sul da foz do Cávado (-580 $m^3$/m/ano) e nos bancos de maré enchente no estuário (+317 $m^3$/m/ano), pode inferir-se que este funciona, principalmente, como um receptor de sedimentos transportados pelas correntes de maré enchente e pelos ventos do quadrante norte. Portanto, será de admitir que o assoreamento da foz do Cávado e do estuário seja feito, principalmente, à custa dos sedimentos provenientes das praias setentrionais (principalmente de Esposende e Cepães), mas, também, do sector da restinga a norte do esporão curvo, onde há uma inversão para norte da corrente de deriva litoral dominante, a partir da zona situada entre o perfil Er1 e Er2.

Na totalidade das praias, o valor do défice sedimentar entre 2001 e 2004 foi de -1.54 x $10^6$ /$m^3$ /ano. Comparando este valor com os resultados da deriva total, obtidos pelas fórmulas matemáticas de 2.56 x $10^6$ /$m^3$ /ano (Bailard,1984), de 1.24 x $10^6$ /$m^3$ /ano (CERC, 1984) e de 5.46 x $10^8$ /$m^3$ /ano (Kamphuis 1986;1993), verifica-se que as duas primeiras fórmulas apresentam um valor mais aproximado do valor obtido a partir dos levantamentos topográficos. Por esse motivo, o uso das fórmulas matemáticas de Bailard e do CERC na determinação dos valores relativos ao trânsito sedimentar para esta orla costeira parece ser o mais aconselhável.

Recuo das arribas

O recuo das arribas arenosas apresentou uma variabilidade espacial e sazonal em função das características de agitação marítima ao longo dos anos e das características morfológicas e sedimentares das praias.

Nos segmentos onde ocorreram os galgamentos, o recuo foi mais acentuado. Estas zonas, localizadas principalmente a norte da foz do Cávado, são áreas deprimidas (possivelmente relacionadas com antigas lagunas, ver Figura 2) como por exemplo, nas praias de Belinho, Mar, Rio de Moinhos, Cepães e Apúlia, de baixo declive e geralmente associadas a pequenas linhas de água, onde a acção do mar se faz sentir mais intensamente.

No sector a norte do Cávado, entre 1999 e 2004, as zonas de galgamento apresentaram os valores mais elevados de recuo, verificando-se os valores máximos na praia de Belinho (na zona da *duna grande*, com 40m, ver Figura 22) e de Mar (30m, ver Figura 36a). A forte agitação marítima de SO e O, ocorrida durante os invernos de 2000/2001 e 2001/2002, contribuiu para que os recuos maiores tivessem ocorrido num espaço de tempo bastante curto.

Contudo, nas praias de seixos, durante o período de 2001 a 2004, verificou-se uma taxa de recuo menor (1m/ano) do que a ocorrida nas praias arenosas (2m/ano), como consequência do efeito defensivo desempenhado pelas de cristas de seixos que ocupam a praia. O recuo das arribas ocorre apenas quando o escalão das alturas das ondas excede os 3m, normalmente em situações de tempestade (principalmente coincidentes com marés vivas) pois, para valores de agitação baixa ou moderada, a presença das cristas de seixos impede que as ondas ataquem directamente as arribas arenosas talhadas na duna frontal. Como consequência do recuo das arribas talhadas na duna frontal, sazonalmente, a largura da berma da praia sofria um acréscimo significativo, principalmente nas praias de seixos, como sucedeu na praia da Barca (Belinho) em Junho de 2004.

Este facto mostra haver uma certa estabilidade relacionada com a existência da crista de seixos paralela à duna frontal, a qual ocupa a berma e face da praia, proporcionando um novo equilíbrio morfodinâmico e defendendo a base da duna da acção directa das ondas. No entanto, a arriba talhada na *duna grande* (praia de Rêgos de Baixo-Belinho, Figura 22), atendendo à sua altura (22 metros) e à sua grande área de exposição ao vento, independentemente das condições de agitação, sofre constantemente um processo de erosão por gravidade que acelera o seu recuo.

Nas praias arenosas e nas praias de seixos, durante a maior parte do ano, foi observada a presença de cúspides com diferentes comprimentos de onda na face da praia. Estas geoformas, estão, possivelmente, relacionadas com a ocorrência de ondas estacionárias (Guza e Inman, 1975), originadas pela interacção da refracção das ondas nos bancos submersos com as ondas anteriores reflectidas, ou do cruzamento de dois trens de ondas diferentes resultantes da mudança dos ventos locais durante um ciclo de maré

(Dalrymple e Lanan, 1976). Também a existência de uma grande área de afloramentos rochosos expostos (intercalados por depressões orientadas este-oeste e nordeste-sudoeste) na zona intertidal, principalmente a norte do Cávado, poderá contribuir para o desenvolvimento de ondas estacionárias originadas pela interacção da refracção e reflexão e correntes de refluxo, provocando alterações na altura de rebentação das ondas (Huntley e Bowen, em Holman, 1985). Estas condições hidrodinâmicas, caracterizadas por uma ondulação predominante do tipo mergulhante e formação de ondas estacionárias, estariam na génese das cúspides existentes na face da praia. Estas geoformas estariam associadas a *standing edge-waves* sub-harmónicas, cujo um período é igual a duas vezes o da *edge wave* normal (harmónica) (Wright *et al*.,1979). O período da *edge wave* e o declive da praia determinam o comprimento de onda da *edge wave*, o qual determina o espaçamento entre as cúspides, que pode atingir valores de 20 a 40m nas *swell coasts* (Short, 1999).

A morfologia dominante nas praias arenosas e de seixos (berma, cristas, cúspides e declive da praia) depende das características dimensionais dos sedimentos e da ondulação predominante ao longo do ano, bem como da morfologia herdada de situações anteriores.

Assim, durante os períodos de forte agitação e ondulação tempestuosa (principalmente durante o inverno) assiste-se a uma maior acumulação de seixos na berma, podendo mesmo ocorrer o galgamento da duna frontal e a transposição de seixos para o interior. Nessas situações ocorre uma diminuição da largura berma e um aumento do declive da face da praia. Com o retorno a ondulação moderada (escalão de alturas de 1 a 2m) e ondulação progressiva a mergulhante, situação mais frequente ao longo do período de estudo, a morfologia caracterizou-se pela presença de uma crista de seixos e cúspides com diferentes comprimentos de onda na face da praia.

A observação da imbricação dos seixos na praia de Belinho mostrou elevada percentagem de seixos inclinados para oeste na berma da praia o que terá resultado da acção do forte fluxo da rebentação das ondas durante condições de tempestade.

A maior frequência de seixos inclinados para oeste na parte mais alta da ponta da cúspide resulta da acção intensa do jacto de rebentação que aí se

faz sentir e da predominância de formas discóides. Na parte inferior da cúspide, com menor declive, o forte refluxo que se faz sentir sobre o fundo arenoso é testemunhado pela elevada percentagem de seixos imbricados para leste. A disposição dos seixos, que se encontravam muito encostados uns aos outros, contribuiria para um valor elevado dos ângulos de imbricação (46º a 56º). Por vezes, durante os períodos de tempestade, quando a ondulação era mais intensa, a imbricação era destruída pela acção do forte fluxo-refluxo e o perfil da praia alisado.

Considerando as observações de campo, a direcção dominante da corrente foi de noroeste para sudeste, embora em algumas situações fosse de sudoeste para nordeste (condições de tempestade), e a maioria dos seixos apresentava o seu eixo maior paralelo à linha de praia. Contudo, só com a determinação, de um modo sistemático e contínuo, da orientação e imbricação dos seixos poderá permitir conhecer as mudanças de sentido das correntes que movem os seixos na praia.

Durante o Inverno, as praias arenosas apresentam um perfil caracterizado por uma face da praia ligeiramente côncava e uma berma (quando existente) de largura reduzida. A predominância do transporte sedimentar na direcção do mar e o esvaziamento da face da praia contribuem para o decréscimo do declive da praia. Em algumas situações de inverno observou-se a presença de micro-arribas (com altura de 0.5 a 1m) talhadas na face da praia (Figura 100).

Durante as condições de fraca agitação (situação de verão) verifica-se a acreção da praia (face e berma da praia), resultante da migração dos bancos intertidais na direcção da praia e sua coalescência, sendo esta mais intensa durante a preia-mar das marés vivas com ondulação progressiva de altura reduzida ($H_s$<1m). A acreção vertical da berma (predominantemente, eólica) contribui para um aumento do declive da face da praia, o que faz mudar a ondulação para mergulhante. A persistência deste tipo de rebentação e das ondas estacionárias contribuem para a formação de cúspides arenosas, com diferentes comprimentos de onda, observadas na parte superior da face da praia (Esposende, Restinga N e Apúlia).

Os valores obtidos para os parâmetros morfodinâmicos, a partir da combinação das dimensões dos sedimentos da praia e dos parâmetros da

ondulação, permitiram compartimentar as praias da zona costeira de Esposende em diferentes tipos morfodinâmicos (segundo Wright e Short, 1984) (Figura 101).

O comportamento morfodinâmico das praias mostrou variação de dissipativo a reflectivo, sendo o sector mais meridional caracterizado por comportamento dissipativo, enquanto que nos sectores mais setentrionais a tendência é de aumento da reflectividade, com excepção da praia da foz do Neiva (intermédio).

Figura 100. Praia da Bonança (Ofir). Perfil de praia característico de inverno. A praia apresenta um baixo declive e uma face da praia ligeiramente côncava com uma arriba talhada na parte superior (seta).

O comportamento francamente dissipativo das praias do sector I deve-se aos baixos declives da praia, relacionados com a diminuição do diâmetro médio das areias, pressupondo a intervenção de uma fonte sedimentar local, evidenciada pela existência de uma larga faixa de rebentação constituídas por bancos arenosos e alguns afloramentos como o da Pena, Cavalos de Fão e outros que funcionam como elemento de dissipação de energia.

A variabilidade sazonal dos parâmetros morfodinâmicos das praias do sector II mostra que, durante períodos de temporal, as praias apresentam um estado dissipativo, evoluindo para estados mais reflectivos após o retorno a condições de calmaria. Estes tipos morfológicos predominantemente

reflectivos caracterizam-se pela presença de bancos arenosos na zona intertidal e por um acréscimo do declive da praia.

Nas praias deste sector, o comportamento intermédio (existência de características dissipativas e características reflectivas) com predominância do carácter reflectivo, é determinado pelo aumento do diâmetro médio dos sedimentos da praia (areia+seixos) e pelo ligeiro aumento do declive da face da praia. Este estado morfodinâmico evolui para um estado francamente reflectivo ($\Omega$ = 0.5) nas praias situadas mais a norte (sector III). A persistência, durante o inverno e o verão, das características reflectivas revela que para os valores médios considerados da altura das ondas, este comportamento é controlado pelas características dimensionais dos sedimentos (seixos) e pelo elevado declive da praia (valor médio anual 7.4º).

Globalmente, as praias arenosas apresentam um comportamento dissipativo durante o inverno, face às condições de forte agitação marítima, evoluindo para características mais reflectivas com a melhoria das condições de agitação (características de bom tempo) durante o verão. Nas praias de seixos, o comportamento francamente reflectivo é controlado pelo elevado declive que apresentam, ocorrendo condições dissipativas apenas em situações extremas de forte agitação.

Os valores obtidos para o coeficiente de similaridade (*surf similarity index*) mostraram que a ondulação mergulhante é a que apresenta maior frequência ao longo do ano, sendo a sua distribuição espacial influenciada pelo aumento do declive da praia. Assim, verifica-se que nas praias com menor declive (Ofir e Pedrinhas), o tipo de ondulação dominante foi progressivo, enquanto que nas restantes praias foi do tipo mergulhante. De norte para sul, à medida que diminui o declive da praia, o carácter mergulhante de rebentação das ondas também diminui, mostrando a influência do declive da praia na determinação do tipo de rebentação (Figura 102).

As praias de seixos e as praias arenosas a norte dos esporões apresentam valores mais baixos do índice de vulnerabilidade (Figura 103), o que permite concluir que elas respondem melhor às situações adversas de agitação marítima. Também, para tal facto, terá contribuído o aumento da área de exposição de afloramentos rochosos na praia e a presença de uma crista de seixos na berma da praia, que terão diminuído a energia das ondas e impedido

a sua acção directa sobre as arribas arenosas talhadas na duna frontal e, consequentemente, reduzido o recuo.

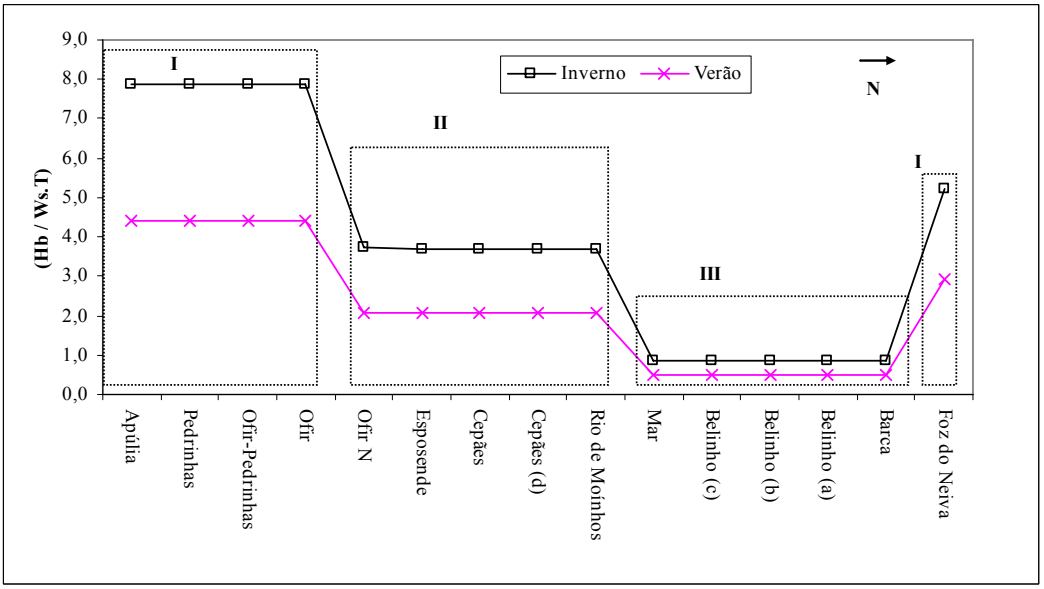



Figura 101. Divisão das praias da zona costeira de Esposende em diferentes tipos, com base nos parâmetros morfodinâmicos (Wright *et al.*, 1985). (I- praia dissipativa; II- praia intermédia; III- praia reflectiva; $\Omega = H_b / Ws \times T$ ).

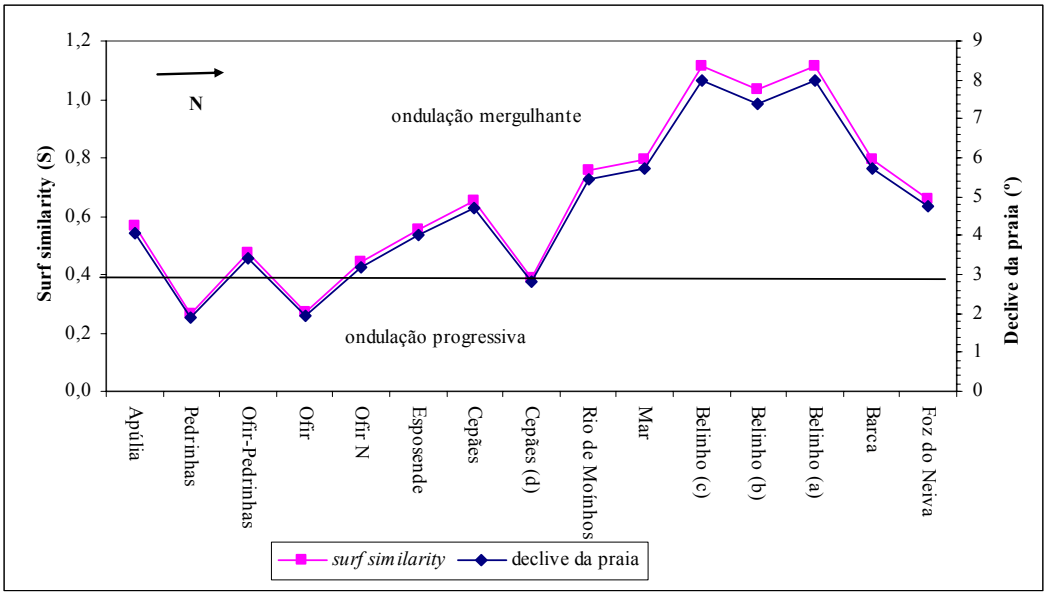



Figura 102. Variação dos valores médios do factor de similaridade e do declive nas praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004; a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha; d- zona de galgamento.

Em algumas zonas de galgamento (como Belinho, Ramalha, Cepães e Redonda) a mudança de um comportamento frágil para robusto entre 2001 e 2004, poderá ter resultado do preenchimento da berma com areia e cascalhos e sedimentos movidos pelo vento entre 2003 e 2004 (principalmente nas paliçadas aí construídas, Figura 104), contribuindo para uma maior estabilidade das arribas arenosas.

As praias arenosas, nas quais o valor da diferença entre os volumes máximo e mínimo se aproxima mais do valor do volume médio anual relativamente aos valores verificado nas praias de seixos, mostram tendência para perder facilmente o volume sedimentar adquirido, o que contribui para uma maior exposição do cordão dunar à acção da ondulação (com recuo das arribas e galgamentos) durante os períodos de maior agitação marítima. Os valores mais elevados do índice de vulnerabilidade nas praias da Restinga (0.52 a 0.78) e Pedrinhas (0.46) atestam bem esse facto. Os valores médios do índice de vulnerabilidade apresentam uma tendência crescente de norte para sul (Figura 103), isto é, o comportamento frágil (menos resiliente) da praia atinge valores mais elevados nas praias a sul da foz do Cávado, enquanto que a norte desta as praias de seixos apresentam um comportamento robusto (mais resiliente). A análise da recta de correlação entre o balanço sedimentar e o índice de vulnerabilidade (Figura 105) mostra que estas duas variáveis apresentam uma forte correlação positiva (0.79), isto é, quanto maior for o défice sedimentar mais frágil (menos resiliente) será a praia.

As praias de seixos apresentavam os valores mais elevados de declive, enquanto as arenosas apresentavam valores mais baixos, o que mostra a importância das características dimensionais dos sedimentos no estabelecimento do declive da praia. O declive é determinado pelas variações da intensidade da ressaca e do espraiamento (Andrade, 1990) e, consequentemente, pela variação da carga sólida movimentada correspondente (Komar, 1976). As características dos sedimentos transportados para a praia, tais como sua homo ou heterometria, condicionam a sua permeabilidade e o declive. A quantidade de energia libertada pelas ondas na praia influencia, também, os volumes sedimentares movimentados pelo espraiamento.

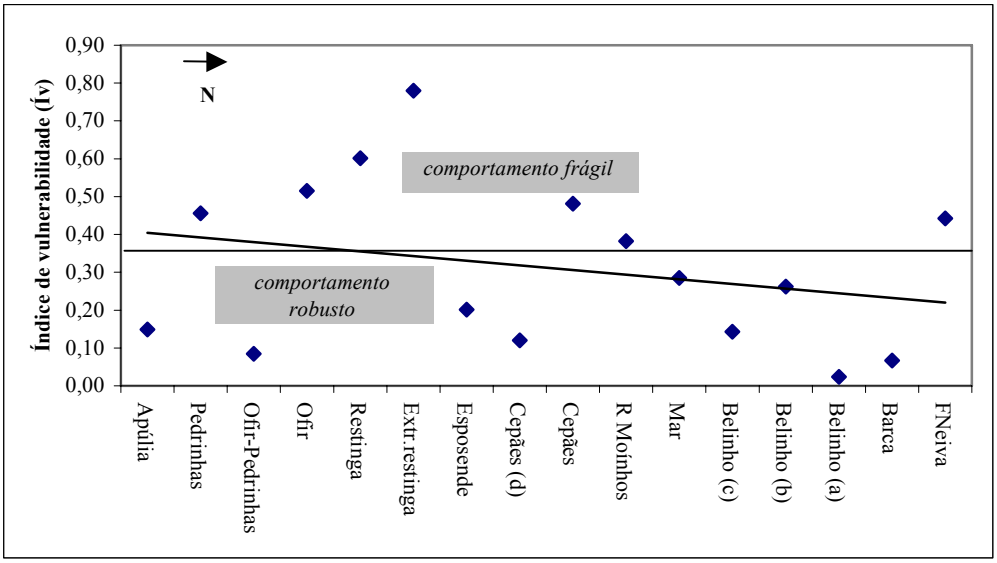



Figura 103. Variação dos valores do índice de vulnerabilidade nas praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004; a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha; d- zona de galgamento.

Figura 104. Zona do galgamento, na Ramalha, Praia de Apúlia. A acumulação de areia na praia, ocorrida de 2003 a 2005, evidenciada pelo preenchimento da paliçada, contribuíu para diminuir a vulnerabilidade da praia ao risco dos galgamentos.

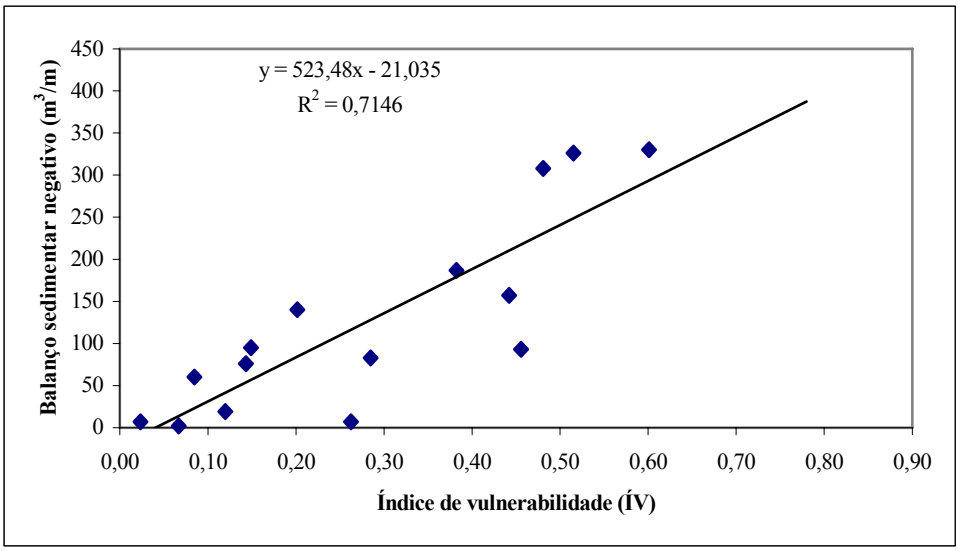



Figura 105. Correlação entre o balanço sedimentar negativo e o índice de vulnerabilidade nas praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004.

A energia das ondas na praia depende essencialmente da sua altura ao quebrar, enquanto que a sua declividade controla o sentido do transporte sólido transversal. Uma vez ultrapassado o valor-limite da declividade (0.03), a face da praia *emagrece*, transferindo areia para a pré-praia e reduzindo o seu declive (Johonson, em Andrade, 1990).

Nas praias de seixos (Mar e Belinho), durante os períodos de forte agitação marítima, as ondas transportam grande volume de seixos para a praia. A elevada permeabilidade destas praias, resultante das maiores dimensões e de uma certa heterometria dos seus sedimentos (aumento da porosidade), contribui para uma diminuição acentuada da intensidade do refluxo, reduzindo o transporte sedimentar na direcção do mar. Daí apresentarem um declive da face da praia bastante elevado.

Nas praias arenosas, a menor dimensão das partículas e a humidade elevada da areia da face da praia, contribui para aumentar o grau de coesão entre os grãos, diminuíndo a sua porosidade, a qual reduz a permeabilidade à água proveniente do fluxo-refluxo das ondas. Em situações de agitação moderada ($H_s$ de 2 a 3m e $T_s$ entre 8 e 12 s) e ondulação do tipo mergulhante, a ocorrência de ressaca das ondas e de forte refluxo induz um maior transporte de sedimentos da face da praia na direcção do mar (pré-praia) o qual provoca um *esvaziamento* da face da praia e consequente diminuição do seu declive.

Observações de campo motraram que a acção do refluxo é potenciada pela presença de cúspides na face da praia, na depressão das quais a concentração de grande volume de água do fluxo provocava um aumento na intensidade do refluxo.

Entre 2001 e 2004, nas praias da zona costeira de Esposende verificou-se que o declive e o diâmetro das partículas sedimentares apresentaram uma tendência decrescente de norte para sul, isto é, das praias de seixos para as praias arenosas (Figura 106).

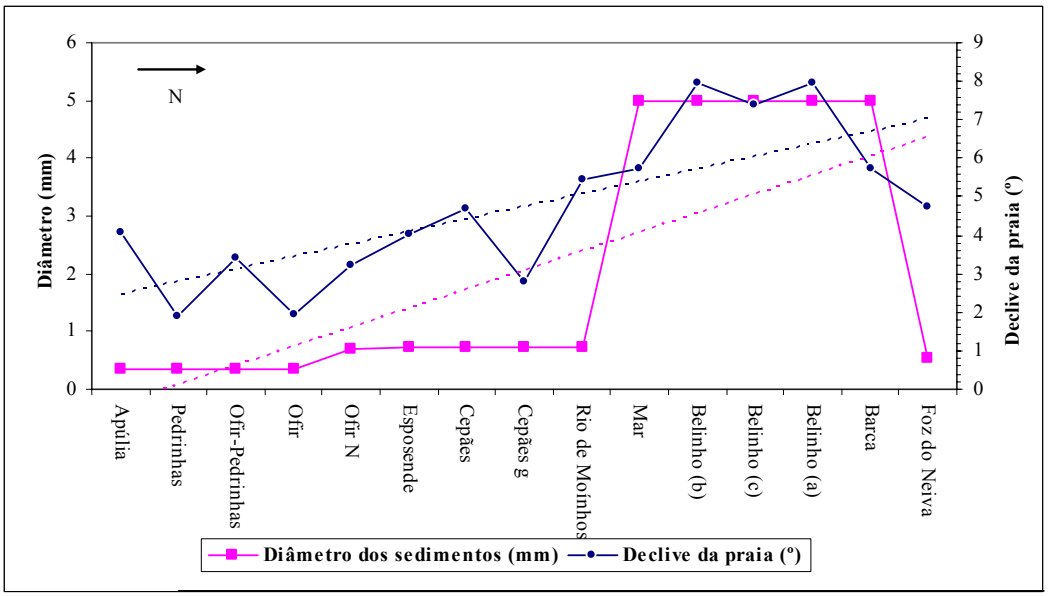



Figura 106. Diâmetro médio dos sedimentos e do declive das praias da zona costeira de Esposende entre 2001 e 2004; a- zona da *duna grande* ; b- zona do passadiço; c- praia em concha; d- zona de galgamento.

No sector mais setentrional, a actual alimentação das praias é feita à custa do desmantelamento de antigos depósitos plistocénicos-holocénicos constituídos por sedimentos mais grosseiros (areia grosseira e seixos) existentes na pré-praia, enquanto que nas praias arenosas parece ainda haver fontes supletivas nos bancos arenosos localizados na zona de rebentação e, também, no desmantelamento de praias anteriores às dunas.

A diferente dimensão dos sedimentos e declive das praias pressupõe um gradiente longilitoral da energia das ondas. Nas praias de seixos o gradiente energético das ondas será mais elevado, enquanto que nas outras praias,

principalmente a sul da foz do Cávado, com declives mais baixos e sedimentos mais finos, esse gradiente será mais baixo.

Da identificação dos principais minerais pesados, apesar do número de amostras ser manifestamente insuficiente, poderá admitir-se que os afloramentos rochosos existentes na praia e pré-praia estarão na origem dos sedimentos das praias. Neste sentido apontam também os estudos realizados por Pureza e Araújo (1956), Granja (1990), Sousa (em Granja, 1990), Alves (1996), Cascalho (2000) e Costa (2005). No entanto, para estabelecer com rigor a sua fonte será necessário uma amostragem exaustiva, abrangendo todas as prováveis áreas-fonte, o que não constituiu objectivo desta dissertação.

Os resultados obtidos da mineralogia e dos índices morfométricos dos seixos das praias e de alguns depósitos da Formação de Cepães e Outeiro, não diferiram muito dos encontrados para os seixos das praias de Belinho(Loureiro e Granja, 2001).

A comparação das áreas ocupadas pelos minerais de quartzo apenas permitiu verificar uma certa semelhança entre os seixos e os afloramentos rochosos quartzíticos locais (Loureiro, 1999). No entanto, a identificação de seixos com mineralogia semelhante à das rochas paleozóicas das bacias hidrográficas dos rios Lima e Cávado indica um possível transporte na direcção do mar e uma deposição na presente plataforma continental durante o abaixamento do nível do mar ocorrido durante o Plistocénico final. Do mesmo modo, durante essa fase regressiva do mar, os afloramentos da plataforma ficaram expostos à acção dos agentes erosivos sub-aéreos, contribuindo, talvez, para a origem de alguns seixos, nomeadamente os de conglomerado da Apúlia, cuja frequência relativa nas praias de seixos deste litoral é significativa. Mais tarde, estes seixos terão sido retomados e empurrados pelo mar, durante a transgressão holocénica, dando origem aos depósitos que hoje se encontram na pré-praia, praia e na base da plataforma baixa.

Com base na morfologia da praia, presença ou ausência de dunas e urbanizações nas praias, definiu-se o nível de risco de cada um dos segmentos costeiros face à ocorrência de tempestades (Figura 107). A aproximação adoptada baseia-se no facto empírico de que uma praia com declive elevado (reflectiva), com um sistema de dunas bem desenvolvido e ausência de

construções sobre as dunas, não sofrerá danos significativos durante os períodos de tempestade. Por outro lado, uma praia com baixo declive (dissipativa), com berma reduzida, sem dunas e com urbanização frontal, apresentará um elevado risco face à acção do mar, principalmente durante os períodos de tempestade.

Com base em associações e combinações de morfologia e dinâmica da praia, presença ou ausência de dunas e urbanizações, dividiu-se a zona costeira de Esposende em termos de tipos morfodinâmicos de praia e grau de risco a tempestades (Tabela 27).

Na globalidade, a distribuição espacial do balanço sedimentar anual apresenta um padrão de variabilidade ao longo de toda a faixa costeira, embora mostrando tendência erosiva crescente para sul. Este facto é revelador de um desequilíbrio morfodinâmico, principalmente nas praias arenosas, onde o défice sedimentar atingiu os valores mais elevados. A comparação dos volumes envolvidos na evolução sazonal dos perfis de praia mostra que aqueles são maiores nas praias arenosas, devido à influência dos baixos declives da face da praia, das características dimensionais dos sedimentos (areias finas a grosseiras), e da presença de bancos arenosos intertidais, os quais reflectem uma certa abundância sedimentar.

A distribuição das taxas de recuo das arribas arenosas apresenta os valores máximos nas zonas de galgamento marinho situadas a norte da foz do Cávado, principalmente na praia de Rio de Moínhos e de Mar.

Atendendo às especificidades e características morfodinâmicas de cada sector, não parece muito correcto apresentarem-se valores médios anuais como indicadores das taxas de recuo e do défice sedimentar, os quais não traduzem a variabilidade sazonal e os eventos extremos.

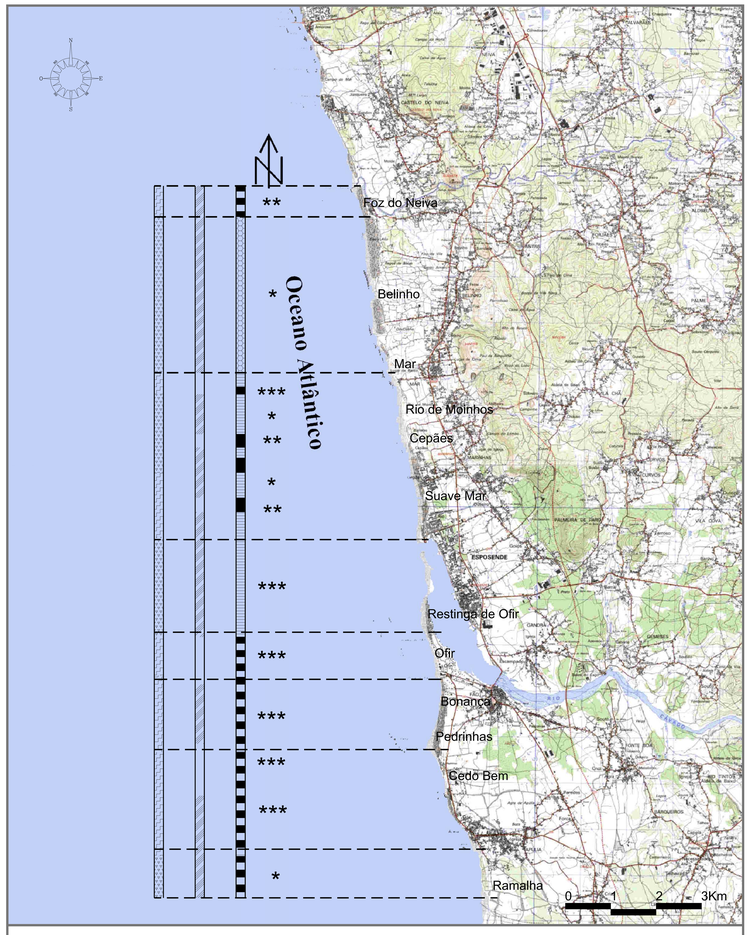
A variação e distribuição espacial do balanço sedimentar (de valor negativo ou positivo) e o recuo das arribas mostraram a influência de factores locais, tais como: 1) a presença de linhas de água que desaguam nas praias; 2) a presença de cristas de seixos paralelas à duna frontal; 3) a diferente orientação das praias relativamente à ondulação; 4) a existência de diferentes células de circulação; 5) a quantidade e dimensão dos sedimentos; 6) a existência de maior ou menor área exposta de afloramentos rochosos na zona entre marés; 7) a presença de bancos arenosos e/ou outros baixios na pré-

praia; 8) a foz do Cávado; 9) a presença de esporões, quebramares ou enrocamentos.

Apesar do crescente assoreamento verificado no estuário, este, por si só, não corresponde ao volume elevado das perdas sedimentares das praias, principalmente a sul da foz do Cávado. A conjugação de diferentes factores, tais como 1) a inexistência de fontes supletivas actuais significativas, 2) a actual subida do nível médio do mar, 3) e uma intervenção antrópica incorrecta, estarão, certamente, na origem do elevado défice sedimentar registado.

Tabela 27. Divisão das praias da zona costeira de Esposende em função dos seus tipos morfodinâmicos e risco relativo a tempestades.

| **Segmento/subsegmento** | Tipo morfodinâmico | Risco relativo | Com dunas | Sem dunas | Praia urbanizada | Praia não urbanizada |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Foz do Neiva** | Intermédio a dissipativo | moderado | x | | x | |
| **Belinho** | reflectivo | baixo | x | | | x |
| **Mar** | intermédio | elevado | | x | x | |
| **Rio de Moínhos** | intermédio | baixo | x | | | x |
| **Cepães**<br>**a) zona de galgamento** | intermédio a dissipativo | moderado<br>elevado<br>(a) | x | | x | |
| **Suave Mar** | intermédio a dissipativo | moderado | x | | x | |
| **Restinga** | intermédio a dissipativo | moderado | x | | x | |
| **Ofir** | dissipativo | elevado | | x | x | |
| **Bonança - Cedobem** | intermédio a dissipativo | elevado<br>baixo | x | x | x | x |
| **Cedobem - Apúlia** | dissipativo | elevado | | x | x | |
| **Apúlia (sul)** | intermédio a dissipativo | baixo | x | | | x |




LEGENDA:

| TIPOS DE PRAIA | DUNAS | CONSTRUÇÃO | GRAU DE RISCO |
|---|---|---|---|
| PRAIA INTERMÉDIA | | | ELEVADO *** |
| PRAIA REFLECTIVA | COM DUNAS | COM CONSTRUÇÃO | MODERADO ** |
| PRAIA DISSIPATIVA | SEM DUNAS | SEM CONSTRUÇÃO | BAIXO * |

Figura 107. Tipos de praia do litoral de Esposende

(sobre a carta Militar de Portugal, folhas 54 e 68, Instituto Geográfico do Exército, à escala 1:25000).

## 7. CONCLUSÃO

A monitorização da zona costeira de Esposende, realizada entre 2001 e 2004, mostrou que as mudanças morfológicas nas praias diferem de sector para sector, reflectindo diferente distribuição espacial e sazonal dos volumes sedimentares movimentados pelas correntes costeiras, quer longitudinais quer transversais.

As mudanças volumétricas sazonais observadas mostraram que, durante o verão, as praias não conseguem recuperar a totalidade do volume sedimentar perdido nas situações de maior agitação marítima, durante as quais o transporte sedimentar transversal para o largo resulta em perda de areia da praia.

A elevada diferença entre os volumes sedimentares máximo e mínimo registada nas praias arenosas e na extremidade da restinga é indicadora da grande instabilidade morfodinâmica verificada nestes sectores. Os valores elevados dos volumes sedimentares nestas praias indiciam a existência de uma possível fonte sedimentar relativamente próxima que contribuirá para a formação dos bancos arenosos subtidais que acabam por soldar-se à face da praia.

Conclui-se que as praias da zona costeira de Esposende apresentam um desequilíbrio morfodinâmico, mais acentuado nas praias arenosas, principalmente na restinga, onde se registaram os valores mais elevados do índice de vulnerabilidade. As praias de seixos, pelo contrário, apresentam um comportamento mais estável, comparativamente às suas congéneres arenosas, tendendo para um reequilíbrio morfodinâmico.

Relativamente ao recuo das arribas talhadas nas dunas, ele foi mais acentuado nas praias mais setentrionais no período de 1994 a 2002, principalmente no sector de Belinho e Mar. A partir deste ano, a presença de cristas de seixos na berma das praias localizadas a norte de Mar tem contribuído para que o recuo das arribas arenosas seja inferior ao verificado nas praias arenosas (1m/ano). Durante o período de estudo, o valor médio do recuo das arribas foi de 3m/ano nas praias arenosas a norte de Esposende, enquanto que nas praias situadas a sul da foz do Cávado foi de 2m/ano.

Globalmente, este sector costeiro apresenta um défice sedimentar crescente, que se manifesta pelo:

1) emagrecimento das praias;
2) substituição gradual das areias por seixos;
3) aumento da área de exposição dos afloramentos rochosos na zona intertidal;
4) aumento da área dos galgamentos;
5) recuo das arribas talhadas nas dunas.

Os resultados obtidos para o balanço sedimentar permitem inferir que cada vez há menos sedimentos disponíveis para serem transportados pelas correntes costeiras, factor decisivo para o aumento da erosão observada nesta zona. A tendência futura em Esposende será de erosão muito acentuada e continuação do recuo da *linha da costa*.

Relativamente às mudanças morfológicas ocorridas na foz do Cávado, estas não podem ser consideradas isoladamente. Elas estão relacionadas, em parte, com as mudanças morfodinâmicas que ocorrem nas praias a norte e com as que se verificam na restinga. A diminuição gradual da altura, largura e comprimento da extremidade N da restinga, verificada nos últimos anos, tem favorecido a ocorrência periódica de situações de ruptura em condições de tempestade coincidentes com marés vivas. O presente estado de degradação do quebramar na foz do Cávado, o molhe de protecção, o reduzido caudal fluvial e a não ocorrência de cheias fluviais desde 2001, têm contribuído para aumentar o assoreamento do estuário e barra do Cávado, o qual provoca uma diminuição do prisma de maré.

Presentemente, a foz do Cávado apresenta um assoreamento crescente o que provoca uma diminuição da sua profundidade e do canal de acesso, constituindo um perigo crescente para os pescadores locais.

Quanto às fontes sedimentares actuais, os resultados obtidos - emagrecimento das praias arenosas e substituição de areias por seixos e outros sedimentos mais grosseiros -mostram que elas resultam do desmantelamento de depósitos antigos existentes na pré-praia, principalmente na zona de rebentação, e sob as actuais praias e dunas existentes nesta orla costeira.

Relativamente à segurança das praias, verifica-se que, com o aumento da erosão, a área de exposição dos afloramentos rochosos na zona intertidal tem

aumentado, assim como a profundidade da água, o que, associado ao tipo de rebentação mergulhante dominante e à presença e mobilidade das correntes de retorno na zona de ressaca, contribuem para aumentar o nível de insegurança da praia para os banhistas.

Usando como indicadores os valores do balanço sedimentar negativo, do recuo das arribas talhadas na duna frontal, do assoreamento da foz e estuário do Cávado e as características morfodinâmicas dominantes em cada sector, poder-se-á considerar que a actual erosão ou migração das praias para o interior é determinada pela perda de sedimentos em consequência da escassez sedimentar na plataforma continental interna, especialmente na pré-praia. Esta situação é agravada pela subida do nível do mar e pelo reduzido transporte sedimentar fluvial, factores aos quais se associam as extracções de areias e dragagens, e a intervenção antrópica através da construção de prédios sobre a duna frontal e implantação de esporões e enrocamentos para defesa daqueles.

# IV. OCUPAÇÃO E VULNERABILIDADE A RISCOS COSTEIROS E OUTROS (MESO E MICRO-ESCALA)

## 1. INTRODUÇÃO

Viver junto ao mar é muito atraente. Geralmente, pensa-se que as zonas costeiras são bens imutáveis. Contudo, as formas e os ecossistemas costeiros estão a sofrer, de forma continuada, alterações prejudiciais e irreversíveis.

Durante as últimas décadas, a pressão urbanística sobre a zona costeira de Esposende tem aumentado significativamente, estendendo-se desde a proximidade das praias até à arriba fóssil. A localização, aliada a condições ambientais e paisagísticas privilegiadas, torna esta zona muito atractiva para as empresas de construção civil. Contudo, tal facto tem implicado uma edificabilidade não sustentável, muito próxima ou, mesmo, na orla costeira e em leitos de cheia dos rios e ribeiros, o que, além de criar um impacte paisagístico negativo, constitui uma infracção a um correcto ordenamento e. Este tipo de desenvolvimento, associado à litoralização e à urbanização do território em quase todos os espaços urbanos, sub-urbanos e peri-urbanos, tem contribuído para aumentar a impermeabilização dos solos, diminuindo a sua capacidade de infiltração, a qual é potenciada pelos próprios processos de hidrofobia que se desenvolvem nos seus níveis mais superficiais. Daí que, após chuva intensa, mesmo que de curta duração, haja tendência para a água escorrer à superfície e não se infiltrar. Os declives elevados, potenciando a escorrência da água e a fraca capacidade de infiltração propiciam, frequentemente, a ocorrência de cheias e a erosão acentuada do solo.

Na orla costeira e sobretudo nas zonas ameaçadas pelo recuo da *linha de costa,* tais processos são particularmente graves.

Face à actual expansão urbana nas zonas costeiras, assiste-se a uma acelerada artificialização, a qual envolve mudanças que constituem uma ameaça à sua sustentabilidade.

O planeamento e o ordenamento do território, tendo em vista a qualidade de vida das populações, requerem o conhecimento de todos os aspectos da

superfície terrestre que influenciam as actividades humanas, ou que possam ser afectados ou alterados por estas. Os aspectos da superfície terrestre que interessam ao planeamento e ordenamento do território resultam dos processos naturais que a modelam e modificam.

Através da apresentação de um conjunto de casos que poderão conduzir a situações de risco, tentou fazer-se uma reflexão sobre a necessidade de incluir, de forma sistemática, a análise de riscos naturais nos Planos de Ordenamento do Território mediante o desenvolvimento de uma metodologia para elaboração de uma cartografia de vulnerabilidade e risco.

## 2. NOÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO

O conceito de risco geológico (possibilidade de ocrrência de danos nas populações, instalações, infraestruturas ou actividades, decorrente da actuação de processos naturais de índole geológica) está integrado numa noção, de âmbito mais vasto, que é a de risco natural.

Risco é a probabilidade de ocorrrência de um perigo, sendo este entendido como um dano potencial nos homens e seus bens (Smith, 1992). Os perigos naturais são processos naturais que se tornam perigosos apenas porque pessoas vivem ou trabalham em áreas onde eles ocorrem, ou quando mudanças no uso da terra, como urbanização ou desflorestação, aumentam a ocorrência ou magnitude de processos como cheias ou movimentos de terra (Keller, 2000).

Por vezes, risco e perigo são indevidamente tomados como sinónimos. Contudo, enquanto *perigo* é o eventual dano para os homens e seus bens, *risco* é a probabilidade desse perigo acontecer. E se um perigo realmente acontece, torna-se num *desastre* (Smith, 1992). E se esse desastre assumir proporções muito elevadas, no que respeita a danos em pessoas e bens, poderá ser considerado uma *catástrofe*.

A amplitude dos danos e perdas depende, em primeiro lugar, da natureza e da magnitude das suas causas, mas, também, das características do espaço territorial em que ocorre, o que se manifesta na existência de regiões mais vulneráveis do que outras ao mesmo tipo de potencial risco.

A *vulnerabilidade* ou *sensibilidade* de um sistema natural é um balanço entre susceptibilidade e resiliência. A *susceptibilidade* refere-se aos impactes de um vasto leque de factores forçadores, enquanto a *resiliência* é a propensão de um sistema se ajustar à acção daqueles factores.

A vulnerabilidade de uma região ao risco depende de factores tão diversos como a densidade populacional, a natureza dos seus bens tecnológicos e culturais, o tipo de organização social e económica e a capacidade das comunidades para o enfrentarem.

Nesta perspectiva, Brum Ferreira (1993) define *risco ambiental* como o produto da frequência e da magnitude dos factores de risco, naturais e antrópicos, pela vulnerabilidade a esse mesmo risco. Se se retiver apenas a vulnerabilidade de um território aos factores de risco de natureza geológica, chega-se à noção de *risco geológico*.

No contexto do ordenamento do território, antes de se licenciar e executar qualquer tipo de construção, deverá proceder-se à avaliação:

1) da perigosidade natural (potencial dano motivado pela ocorrência de um fenómeno destruidor, num determinado período de tempo e numa dada área);
2) da vulnerabilidade do território (grau de ajuste de pessoas e bens à intervenção de factores desencadeadores de risco);
3) do risco geológico (probabilidade de ocorrência de processos de natureza geológica de uma certa intensidade e frequência e interacção destes com os seres humanos (Varnes, 1984; Zêzere, 1997).

## 2.1. Aspectos gerais da avaliação e prevenção de riscos geológicos

A maioria dos processos geológicos ocorre de forma gradual, com magnitudes que não representam perigo para as populações nem afectam o normal funcionamento das suas actividades. No entanto, em determinados locais, e em certos momentos, ocorrem processos geológicos cuja magnitude é muito superior à habitual, podendo, então, dar origem adesastres naturais. Tais ocorrências são frequentemente responsáveis pela destruição de grandes áreas da superfície terrestre, por perdas de vidas humanas e das suas obras e actividades, e pela desorganização social e económica das comunidades, constituindo, então, sérios obstáculos ao desenvolvimento das regiões

afectadas. Os processos naturais, e os processos geológicos em particular (tais como aqueles que produzem sismos, erupções vulcânicas, movimentos de terra e avalanches de lama, queda de blocos, assoreamentos, inundações, erosão costeira), são causadores de danos apenas quando atingem as populações, os seus bens ou as suas actividades.

No planeamento e no ordenamento do território, o zonamento das regiões, de acordo com os diferentes níveis de risco face à actuação de um determinado processo natural, é uma das etapas de maior importância, devendo, por isso, ser a primeira a executar-se.

Nas áreas susceptíveis a manifestações de risco é necessário dispor de conhecimento pormenorizado sobre o funcionamento dos mecanismos forçadores para avaliar as suas consequências potenciais, de modo a minimizar os prejuízos, por recolocação das populações, implementação de medidas de estabilização e uma gestão correcta do território, no que respeita a futuras intervenções antrópicas.

### 2.1.1. Processos naturais

Factores meteorológicos e hidrodinâmicos extremos são os principais agentes naturais que induzem mudanças na zona costeira, em particular na orla costeira. A ocorrência de cheias, associada a elevada precipitação e a baixas pressões que levam à sobrelevação das ondas em períodos de tempestade, constitui um risco na zona costeira. A diminuição do período de recorrência destes eventos extremos tem contribuído para o agravamento das suas consequências.

A uma micro escala, a erosão costeira resultante de agentes hidrodinâmicos (ondulação, correntes, marés e correntes de maré) e aerodinâmicos (vento) que actuam sobre o litoral da zona de estudo, constitui um processo potenciador de vulnerabilidade nas orlas costeiras.

Associados aos factores naturais, os factores de natureza antrópica, como a construção de habitações (segundas habitações em muitos casos) e a implementação de serviços e actividades recreativas (edificação de empreendimentos turísticos) sobre as dunas frontais e em leitos de cheia, potenciam o grau de vulnerabilidade dessas zonas.

Em muitas zonas costeiras (como em Mar, Esposende, Ofir e Apúlia), estes processos provocaram rápidas mudanças que alteraram drasticamente o potencial de viabilidade, a longo prazo, da paisagem e ecossistemas costeiros e dos serviços que os mesmos oferecem. E, num cenário futuro, são cada vez maiores as probabilidades dos impactes, que se fazem sentir nos ambientes e ecossistemas costeiros, serem potenciados pelas mudanças climáticas.

Cheias

As cheias são riscos naturais cujos impactes indirectos são difíceis de avaliar. As cheias são fenómenos naturais extremos e temporários, provocados por precipitações moderadas e permanentes ou por precipitações repentinas e de elevada intensidade. Este excesso de precipitação faz aumentar o caudal dos cursos de água, originando o extravase do leito normal e a inundação das margens e áreas circunvizinhas. Elas não podem ser vistas somente como um factor destruidor. Para além de serem potencialmente destrutivas, também trazem consigo benefícios, pelo que não podem ser considerados apenas os impactes negativos.

As cheias podem ainda ser causadas por eventos excepcionais, como as ruptura de barragens associada ou não a fenómenos meteorológicos adversos, sendo então de propagação muito rápida e catastrófica.

Os impactes positivos e negativos das cheias podem variar, dependendo da magnitude, duração e distribuição espacial do evento.

As cheias acarretam vários benefícios, regenerando o ciclo ecológico, aumentando o transporte sedimentar para a orla costeira, acrescentando nutrientes ao solo, reabastecendo os aquíferos subterrâneos, atraindo o peixe para os estuários e zona costeira e incrementando rendimentos agrícolas (os depósitos sedimentares originados pelas cheias, geralmente ricos em nutrientes, podem constituir um enorme potencial agrícola poucos meses depois)

Por outro lado, os prejuízos resultantes das cheias são frequentemente avultados, podendo conduzir à perda de vidas e bens. O impacte no tecido sócio-económico da região afectada é geralmente significativo, podendo levar à destruição completa de explorações agrícolas e agro-pecuárias, entre outras.

A prevenção e mitigação do efeito nefasto das cheias é, por isso, de extrema importância.

O tempo entre o pico de precipitação e a ocorrência de uma cheia e a sua duração dependem das características da bacia hidrográfica. Bacias de pequena dimensão apresentam, geralmente, condições para que uma cheia se forme e propague rapidamente, por vezes em escassas horas. Pelo contrário, em bacias de grandes dimensões, o pico da onda de cheia e as inerentes inundações demoram mais tempo a ocorrer, permitindo um aviso mais atempado às populações. Tardam mais tempo a desaparecer,também, podendo demorar, mesmo, vários dias.

Considerando que uma cheia é função da extensão da área abrangida, da quantidade de precipitação, do relevo de uma área e do estado do mar (na orla costeira), o risco pode ser de diferentes tipos: inundação de superfície, de áreas edificadas sobre a duna frontal, de campos agrícolas, das margens dos rios e dos vales.

As cheias no litoral de Esposende são causadas não só pela precipitação que ocorre na região mas também pelo agravamento do estado do mar em períodos de tempestade de SO associados a depressões muito cavadas, principalmente quando coincidentes com marés vivas. Considerando que esta região tem uma rede hidrográfica significativa, pode afirmar-se que, praticamente, todas as freguesias litorais do concelho de Esposende são vulneráveis a cheias. Em 2000/2001, a região foi afectada por uma cheia do rio Cávado, a qual provocou graves prejuízos nas zonas ribeirinhas, desde Barca do Lago até Esposende.

A análise da altimetria e dos declives da região permite inferir quais as zonas e populações mais afectadas com um eventual aumento do valor dos caudais dos rios e ribeiros.

A inundação de superfície é o risco mais frequente associado ao excesso da precipitação, agravada pelo aumento da impermeabilização do solo. Com chuvas intensas a moderadas, a inundação de superfície pode ocorrer praticamente em toda a parte devido ao excesso de escorrência das águas, causando danos às culturas e às habitações e provocando erosão do solo (Figura 108).

### 2.1.2 Processos antrópicos

Formas de utilização do solo

A pressão urbanística exercida sobre o litoral tem contribuído para aumentar o seu grau de vulnerabilidade face à actuação dos agentes naturais. Os diferentes tipos de ocupação do solo, ao longo dos últimos anos, têm revelado que:

1) As frentes edificadas sobre a duna frontal (como, por exemplo, em Mar, Apúlia e Ofir), ao impedirem o ajuste do perfil de equilíbrio da praia, contribuem para um aumento do recuo das arribas, o qual, a curto/médio prazo, provocará a destruição das urbanizações (Figura 109).

2) As habitações sobre dunas, além de impedirem a sua mobilidade natural e as trocas sedimentares com a praia,, ficam expostas à invasão das areias transportadas pelos ventos com os prejuízos daí decorrentes (Cepães, Esposende, Neiva, Ofir).

3) Edificações em leitos de cheia, ao alterar as condições de escoamento das águas, contribuem para aumentar a impermeabilidade do solo, conduzindo a um aumento da escorrência e consequente ravinamento e erosão dos solos. A diminuição da taxa de infiltração da água no solo, resultante da expansão urbana (crescente impermeabilização), impede a recarga dos aquíferos, levando a uma tendência crescente da poluição da água e da salinização dos lençóis freáticos das zonas ribeirinhas.

4) A manutenção da extracção de areias e dragagens nos rios e estuários, sem ter em consideração os impactes sobre a orla costeira e respectivas medidas de mitigação para reposição das areias no sistema dinâmico, contribui para acelerar o processo de erosão ao longo da costa.

5) A exploração agrícola nas zonas adjacentes às praias, por eliminação de dunas, e posterior transformação em campos agrícolas relativamente próximos da zona de preia mar (em alguns locais, a menos de 50m como em Mar). Nestes sectores, a exploração de lençóis freáticos, para efeitos de rega, tem aumentado nos últimos anos, contribuindo para subsidência. Quando a erosão e o recuo das arribas arenosas se associam podem desencadear-se invasões marinhas importantes nesses sectores.

Figura 108. Praia Rio de Moínhos (Novembro 2005). Em cima, o aumento da escorrência contribuiu para a acumulação da água da chuva nas zonas baixas adjacentes à praia, ao lado do passadiço. A falta de drenagem do ribeiro do Peralto, associada à acção das ondas, contribuiu para a ruptura e erosão da duna frontal, originando uma zona de galgamento com 70m de largura (N-S).

6) Construções em zonas com declive elevado, nomeadamente na arriba fóssil e nas ravinas (Abelheira, Belinho e Mar), abertura de estradas e exploração de pedreiras e de caulino no topo da arriba fóssil. Nestas zonas os deslizamentos translacionais são o tipo de movimento de massa mais comum nas encostas cobertas por solos. Apresentam superfície de ruptura plana, que geralmente acompanha descontinuidades mecânicas e mudança de litologia. A concordância entre o declive da encosta e o pendor das camadas rochosas é factor principal para a localização dos movimentos translacionais. A exploração de pedreiras e de caulino poderá provocar fenómenos de abatimento do solo, os quais potenciam a ocorrência de movimentos de vertente após períodos de intensa precipitação, colocando em risco as construções existentes nas proximidades.

Geralmente, estes movimentos estão associados à percolação da água em profundidade, sendo desencadeados algum tempo depois de um evento muito pluvioso. Muitas vezes, o início do movimento é determinado por cortes no sopé da encosta, provocados por erosão fluvial ou pela construção de moradias e estradas.

## 3. METODOLOGIA

Neste capítulo foi essencialmente considerada a vulnerabilidade a riscos costeiros, atendendo a que o tema principal desta dissertação é a avaliação da tendência evolutiva da zona costeira, em especial da sua orla. Contudo, foi também avaliada a vulnerabilidade a cheias fluviais e a movimentos de vertente na arriba fóssil e na plataforma alta.

A carta de vulnerabilidade a riscos costeiros, em particular face à ocorrência de tempestades, foi feita com base nos resultados obtidos para: 1) o balanço sedimentar; 2) a taxa de recuo das arribas; 3) a presença ou ausência de cristas de seixos na berma da praia; 4) o estado morfodinâmico da praia; 5) a presença ou ausência de dunas; 6) as urbanizações nas praias.

Figura 109. Praia de Mar (2004). Em cima, frente sul da urbanização; em baixo, frente norte da mesma. Aqui pode observar-se a destruição parcial do recinto frontal à praia

Classificou-se o nível de risco de cada um dos segmentos costeiros, face à ocorrência de tempestades, em elevado, moderado e baixo. Consideram-se zonas de risco baixo aquelas que, apesar dos processos de erosão predominarem, apresentam uma praia com declive elevado (reflectiva), com um sistema de dunas bem desenvolvido e sem construções, pelo que não sofrerá danos significativos durante os períodos de tempestade. Por outro lado, uma praia com baixo declive (dissipativa), com berma reduzida, sem dunas e com urbanização frontal, apresentará um elevado risco face à acção do mar (cheias costeiras). Com risco moderado são consideradas as zonas onde as praias têm características intermédias e apresentam um sistema dunar com urbanização mais recuada.

A determinação dos graus de risco (elevado, moderado e baixo) de cheias fluviais foi baseada nas classes altimétricas e de declives e nos valores dos caudais dos rios em situação de níveis de precipitação moderada e persistente.

O risco mais elevado abrange todas as áreas urbanizadas situadas em leitos de cheia de cota próximas do nível médio do mar e nas proximidades das linhas de água, principalmente as áreas marginais aos rios Cávado e Neiva. Risco baixo engloba as zonas urbanizadas situadas a cotas mais elevadas (na plataforma alta) mas expostas à escorrência superficial das águas da chuva provenientes das vertentes da arriba fóssil em virtude da destruição dos sistemas naturais de drenagem. Risco moderado abrange as zonas marginais às linhas de água e cujo sistema urbano de drenagem apresenta deficiências ao nível do escoamento (diâmetro reduzido ou insuficiente das condutas).

A determinação do grau de risco de movimento de vertente baseou-se em observações de campo, análise de cartas e interpretação de fotografia aérea. Consideraram-se como importantes factores de instabilidade: 1) o tipo de litologia; 2) a declividade; 3) a presença de depósitos de vertente; 4) a relação entre morfologia e estrutura geológica; 5) a existência de linhas de água; 6) a abertura de estradas; 7) as explorações de caulino e pedreiras.

## 4. CARTOGRAFIA DE VULNERABILIDADES E DE RISCOS

Apesar de Esposende ser um concelho de pequena dimensão, com pouco mais de 30 000 mil habitantes no ano de 2001, a pressão urbanística, principalmente na orla costeira, tem aumentado significativamente, provocando algumas disfunções no funcionamento dos sistemas naturais.

A edificabilidade nas proximidades da orla costeira, e mesmo sobre a própria duna frontal, desrespeita as noções mais elementares de um correcto ordenamento, além de colocar em risco os próprios edifícios, ameaçados pelo recuo da *linha de costa*. Esta situação que, na maior parte das vezes, parece corresponder mais a interesses individuais de carácter especulativo que ao cumprimento de planos e projectos municipais, traduz-se numa utilização indevida ou, pelo menos, inadequada, do espaço. Para além dos inevitáveis custos infra-estruturais, tal facto tem como consequência o aumento da susceptibilidade do território aos diferentes fenómenos naturais, e, portanto, aos riscos.

Em Esposende coexistem 1) riscos de natureza hidrológica, associados às cheias do Cávado e às invasões do mar (galgamentos marinhos) nas zonas de Belinho, Mar, Esposende, restinga de Ofir e Apúlia, e 2) riscos de natureza geomorfológica associados a diversos tipos de movimentos de terra nas vertentes da arriba fóssil.

Durante a última década, a orla costeira sofreu uma erosão acentuada (o valor médio anual, entre 2001 e 2004, foi de $2.8 \times 10^5$ e de $7.7 \times 10^5 m^3$, para os sectores a norte e a sul do Cávado, respectivamente) e apresentou uma taxa de recuo superior a 3m/ano, chegando mesmo a atingir a dezena de metros nas zonas de galgamento de Belinho e de Mar.

Para minimizar o impacte decorrente deste recuo, foram implementados planos defensivos em algumas praias, tais como: 1) a alimentação da parte norte da restinga de Ofir com areias provenientes da dragagem da foz do Cávado; 2) a construção de paliçadas de retenção das areias transportadas pelo vento, nas zonas de galgamento; 3) a colocação de sacos de areia (trazida da da face da praia) na base da duna frontal em Ofir e Apúlia; 4) e a defesa da arriba, em Mar, com sacos de areia e seixos. A alimentação artificial teve um

efeito defensivo de curta duração, resultante de diferentes causas mas, principalmente, da falta de conhecimentos sobre a morfodinâmica local.

Após o inverno muito pluvioso de 2000/2001, foram identificados alguns movimentos de terra nas vertentes dos montes do Faro e de S. Lourenço, com diferente grau de gravidade, dos quais o ocorrido no talude do IC1 (actual A28) terá sido o mais conhecido pela mediatização de que foi alvo.

Carta de declives

O conhecimento do valor do declive é muito importante para a previsão da instabilidade do terreno, especialmente quando cruzado com o valor de outras variáveis como a litologia, a atitude das camadas, o grau de meteorização das rochas, a existência de falhas e diaclases, o tipo de vegetação, a existência de estradas, o nível freático e o uso do solo.

Os declives (Figura 110) foram calculados a partir da *carta altimétrica digital* na escala 1/25000. Considerando os valores mais frequentes, foram agrupados em 4 classes principais: 0-6% (suave); 7-16% (moderado); 17-25% (elevado); >25% (muito elevado).

Nas plataformas (baixa e alta) predominam as classes de declive inferior a 4%, enquanto que na zona da arriba fóssil que se estende para norte rio Cávado, e engloba áreas situadas a altitudes entre 80 e 230 m, dominam os declives >16%. Os declives mais elevados (>25%) ocupam uma área mais reduzida, representada nas encostas da arriba fóssil e nas vertentes encaixadas das ravinas, como, por exemplo, na da Abelheira e da Gatanheira.

A zona serrana possui duas vertentes, uma orientada oeste/sudoeste e outra nordeste/sudeste, entre as quais há uma estreita zona planáltica (uma portela com 4km de largura) com uma altitude média de 160-200m.

A zona costeira, nas proximidades do mar, apresenta declives suaves (áreas quase planas com declives de 0 a 2%). Também para o interior, para norte e sul do rio Cávado, há áreas dispersas quase planas, as quais correspondem a vales, de fundo muito plano, de linhas de água afluentes, e às zonas planálticas do maciço granítico de Faro. Para leste da faixa mais plana (plataforma baixa e parte da plataforma alta), a norte do rio Cávado, aparecem pequenas áreas correspondentes à classe de declive moderado (7-16%), as quais passam a áreas de declive elevado (17-25%) e muito elevado (>25%) na

base da arriba fóssil e nas vertentes das ravinas e da arriba fóssil, respectivamente.

Carta hidrográfica

A *carta hidrográfica* é constituída pela rede de drenagem das águas pluviais e pelas cumeadas, ou linhas de separação das águas, que delimitam as bacias hidrográficas. Com excepção de alguns afluentes dos rios Cávado e Neiva, a maioria das linhas de água constitui bacias hidrogáficas de área reduzida, apresentando uma marcada sazonalidade e resposta rápida a situações de precipitação moderada a intensa, persistente. Rapidamente os seus caudais galgam as margens, inundando as áreas baixas adjacentes.

A partir da sobreposição da *carta de declives* com a *carta hidrográfica* (Figura 111) obtém-se a *carta da morfologia do terreno*.

Na *carta da morfologia do terreno* demarcam-se três zonas, nas quais os factores do ambiente (solo, água, ar, vegetação e fauna) interagem de modo diferenciado: cabeços, encostas e zonas adjacentes às linhas de água. As zonas adjacentes às linhas de água representam as zonas mais ou menos aplanadas da plataforma baixa e da plataforma alta (com declive inferior ou igual a 5%) que ocupam uma grande área da região, quer na zona planáltica, quer nos fundos dos vales e junto à orla costeira.

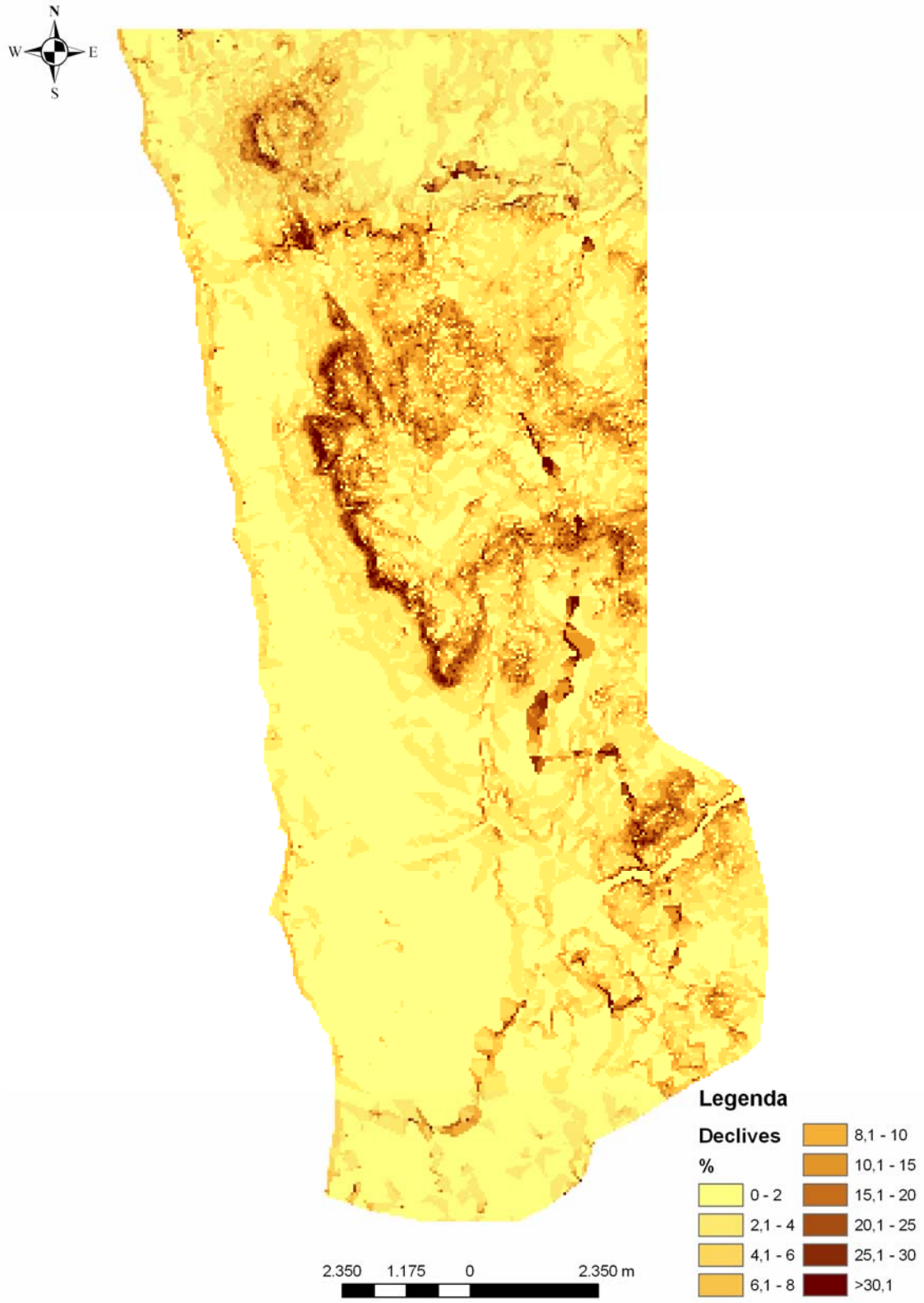



Figura 110. Carta de declives. As áreas correspondentes a classes de declive elevado a muito elevado localizam-se nas vertentes das ravinas e da arriba fóssil.

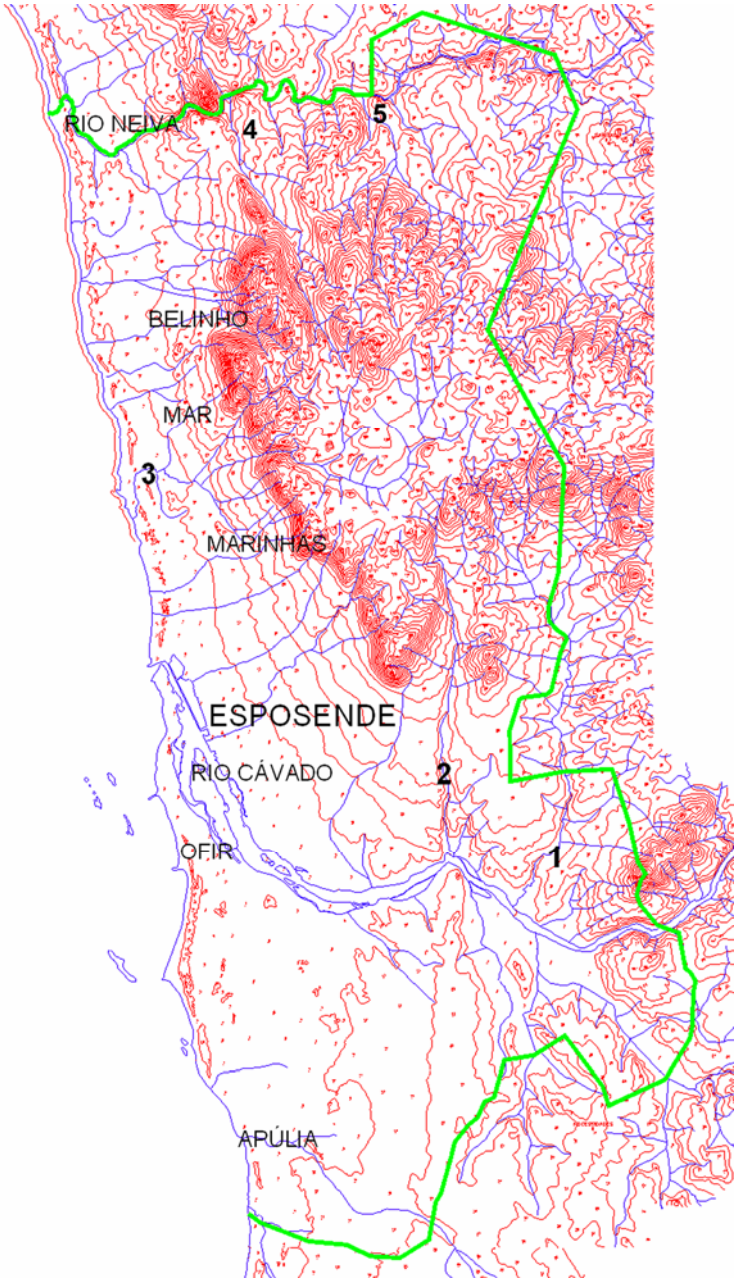



Figura 111. Carta hidrográfica do concelho de Esposende.
1- ribeiro de Rodilhões; 2- ribeiro da Reguenga;
3- ribeiro do Peralto; 4- ribeiro de Soleimas; 5- ribeiro de Pregais;
Verde- limite do concelho

## 5. DISCUSSÃO

### Cheias fluviais

O elevado risco às cheias fluviais está relacionado com o facto das zonas assinaladas -Barca do Lago, Fonteboa, Gandra, Fão, Esposende e Guilheta-Antas - ocuparem parte do leito de cheia dos rios Cávado e Neiva (Figuras 112 e 113). Pela sua proximidade do mar, além do aumento de precipitação intensa, a ocorrência de agitação marítima de tempestade coincidente com períodos de marés vivas, poderá também contribuir para um aumento do risco de cheias, devido à diminuição da capacidade de escoamento da foz dos rios.

Nas áreas peri-urbanas com características rurais (como, por exemplo, Belinho, Mar, Góios, Marinhas e Gandra e Apúlia), o aumento gradual dos efeitos da pressão urbana da construção de imóveis, a densificação de vias de circulação e de tráfego, ou tão somente o abandono e comercialização dos campos agrícolas ao sabor da especulação imobiliária, têm potenciado o risco de cheia nessas zonas. Estas alterações do uso do solo têm contribuído para aumentar a impermeabilização nas áreas de montante das bacias hidrográficas, com consequente alargamento do leito de cheia. Em períodos de chuva intensa, os elevados caudais das linhas de água, que inundam estradas, ruas e campos agrícolas, resultam não só dos valores de precipitação ocorridos mas, também, da impermeabilização dos solos (urbanização), da construção de aterros em leitos de cheia dos cursos de água, da falta de limpeza dos mesmos e de um sistema de drenagem urbano mal dimensionado e com escoamento deficiente.

### Galgamentos marinhos

As zonas de risco elevado aos galgamentos do mar distribuem-se diferenciadamente pela faixa costeira, sendo mais frequentes no sector a norte do Cávado. São conhecidas as zonas de galgamentos ocorridos na restinga e nos segmentos de Belinho (4 zonas de galgamento), Mar (2 zonas de galgamento), Rio de Moinhos (3 zonas de galgamento), Cepães-Esposende (2 zonas de galgamento) e Ramalha em Apúla (1 zona de galgamento). São áreas deprimidas (possivelmente relacionadas com antigas lagunas; ver carta geomorfológica) e geralmente associadas a pequenas linhas de água, na foz das quais a acção do mar se faz sentir mais intensamente.

Figura 112. Marginal de Fão inundada durante o inverno de 2000/2001.

Figura 113. Barca do Lago (cheia do rio Cávado durante o inverno de 2000/2001). Inundação da zona do leito de cheia.

A inexistência de uma barreira natural (afloramentos rochosos) na prépraia ou na praia, associada ao baixo declivedesta, contribui para uma grande vulnerabilidade destas zonas a situações de agitação marítima forte (ondas de altura significativa igual ou superior a 3m).

A extremidade norte da restinga de Ofir é outra área de risco elevado aos galgamentos. A forte erosão (da face oceânica e da extremidade norte) que tem sofrido nos últimos anos tem contribuído para aumentar a sua vulnerabilidade, o que se traduziu em duas rupturas, que motivaram intervenção com reposição das areias durante o período de 2001 a 2005.

Erosão costeira

Apesar do padrão erosivo ser comum a todas as praias da faixa costeira estudada, a sua distribuição espacial é diferenciada, aumentando de norte para sul. A caracterização das praias, em termos de tipos morfodinâmicos e grau de risco a tempestades, com base em associações e combinações de morfologia e dinâmica, presença ou ausência de dunas e urbanizações, leva a considerar a maioria dos sectores como sendo de risco elevado à erosão costeira e aos galgamento do mar (Figura 114). São várias as edificações e outras estruturas ameaçadas pela acção do mar na zonas de Mar, extremidade norte da restinga, Ofir, Pedrinhas e Apúlia. Este risco será muito maior em situações de eventos extremos.

As zonas consideradas com risco moderado apresentam, normalmente, uma praia com características intermédias a dissipativas e um sistema dunar mais ou menos desenvolvido, embora com urbanizações sobre as dunas mais afastada da praia, como, por exemplo, na Foz do Neiva, Cepães, Esposende e Restinga. Estas praias, normalmente após períodos de forte erosão, apresentam uma certa recuperação (de carácter sazonal) embora essa recuperação não seja total. A presença de estruturas artificiais (esporão curvo na restinga e quebra-mar em Esposende), ao permitir uma maior retenção, a norte, das areias transportadas pela deriva litoral N-S e pelos ventos do quadrante norte (principalmente de N e NO), contribui para uma certa recuperação das praiasde Esposende, da restinga, a N do esporão curvo e das Pedrinhas, a N do esporão.

As praias de Belinho, Rio de Moínhos, Cedo Bem e Apúlia sul, consideradas como de baixo risco, apresentam em comum um sistema dunar bem desenvolvido sem urbanizações.

O baixo risco considerado para a praiade Belinho, entre outros factores, é também uma consequência da existência de uma berma de praia constituída por uma crista de seixos com altura de 4 a 5m e largura variável, disposta paralelamente ao cordão dunar, que confere um novo equilíbrio morfodinâmico à praia. A sua presença atenua significativamente a acção energética das ondas sobre as arribas arenosas talhadas nas dunas, contribuindo para que os valores da erosão e recuo das arribas seja bastante reduzido comparativamente ao ocorrido nas praias arenosas.

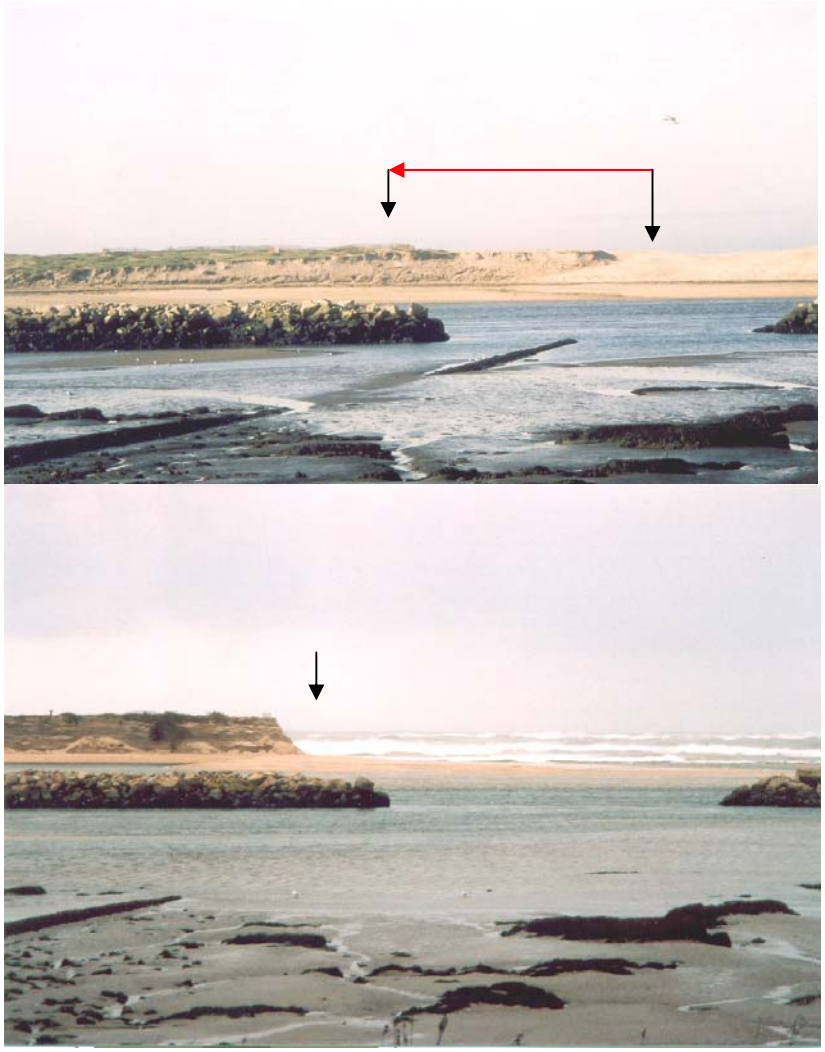


Figura 114. Extremidade N da restinga de Ofir. Em cima, situação em 2004; em baixo, situação após o galgamento do mar e a erosão ocorrida durante o inverno de 2005/2006 (Dezembro a Fevereiro). A seta a vermelho mostra o recuo ocorrido (90m) entre Junho de 2004 e Fevereiro de 2006.

Movimentos de vertente

Se as áreas afectadas pelos riscos de inundação e de galgamentos marinhos são relativamente fáceis de cartografar, dado que correspondem às áreas edificadas nos leitos de inundação dos rios e das linhas de água, e nas zonasimediatamente atrás das praias, respectivamente, os riscos de movimentos de terra são de cartografia mais difícil, face à complexa interacção dos factores que os favorecem, condicionam ou desencadeiam.

As áreas com risco elevado apresentam um declive elevado (>16%) concordante com o pendor das camadas rochosas, as quais se apresentam fortemente fracturadas e com um grau de meteorização elevado.

Na Figura 115 está representado o movimentode terra, do tipo rotacional, ocorrido em Fevereiro de 2001, no talude da auto-estrada Porto-Viana do Castelo (IC1) escavado na vertente de orientação geral E-O do monte do Faro.

A estrutura geológica que se observa na vertente corresponde a uma caixa de falha, limitada por duas falhas de direcção NE-SO, com granito esmagado e muito alterado, evidenciado pela acumulação de minerais de argila (caulinite e gibsite), entre granito não alterado.

As causas do movimentoforam, fundamentalmente, as seguintes:

- o elevado declive da vertente (superior a 25%);
- a abertura do talude;
- a fragilidade da estrutura geológica em que foi aberto o talude, onde o granito se apresenta muito meteorizado e com falhas, com indicadores (cicatrizes) de antigos movimentos.
- a elevada precipitação verificada nos meses anteriores ao evento.

Na vertente do flanco leste da Formação Ardosífera de Esposende, em Palmeira de Faro, após as fortes chuvas de Novembro/Dezembro de 2005, a intensa infiltração da água, através das superfícies de fractura existentes nos micaxistos muito alterados e sobrepostos por uma cobertura detrítica de espessura reduzida, associada ao elevado declive da vertente, provocaram um movimento translacional superficial na vertente marginal da estrada (Figura 116), o qual motivou o condicionamento do trânsito local.

Figura 115. Movimento de terra de tipo rotacional na vertente do IC1, em Palmeira de Faro (Fevereiro de 2001). Em cima, na escarpa principal, observa-se a ruptura do dreno e fendas de tracção no solo. Em baixo, na escarpa secundária observam-se duas superfícies de ruptura do desprendimento activo e a acumulação de detritos na berma da estrada.

Como factores de instabilidade geomorfológica nesta zona, referem-se: 1) a meteorização acentuada dos xistos das vertentes (Figuras 117 e 118); 2) a existência de diaclases (com 3cm de largura) nas rochas xistosas; 3) o elevado declive da encosta (Figura 119); 4) a espessura reduzida da cobertura detrítica; 5) a abertura de taludes na base da estrada para a construção das moradias; 6) o intenso trânsito de pesados (camiões) na estrada em questão (Susão, Figura 120); 7) a inexistência de uma rede de drenagem para as águas pluviais.

Figura 116. Movimento translacional superficial na vertente marginal da estrada Susão - Palmeira de Faro (Dezembro de 2005). A vertente apresenta um declive superior a 25%.

Figura 117. Rochas (micaxistos) da vertente marginal da estrada Susão-Palmeira de Faro (Dezembro de 2005). A cor avermelhada e a fracturação indiciam o elevado grau de alteração da rocha.

Figura 118. Moradia encravada na encosta do monte do Faro (Junho de 2004).
Na parte superior da figura pode ver-se um depósito de vertente de natureza xisto-argilosa, de espessura reduzida, cobrindo xistos ardosíferos fortemente fracturados e alterados.

Figura 119. Moradias nas vertentes da ravina da Abelheira (2005).

Figura 120. Urbanização na base do talude da estrada Susão - Palmeira de Faro (Dezembro de 2005). A vertente apresenta um declive superior a 25%. O piso da estrada e o muro-guia apresentam-se bastante desnivelados.

A ocorrência de acidentes motivados por factores de ordem geomorfológica é induzida pela actividade humana, a qual provoca mudanças no meio ambiente, causando impacte na estrutura do solo, no coberto vegetal, na disponibilidade da água, e induzindo outras alterações a longo prazo. A

exploração de pedreiras graníticas e de caulino, no topo da arriba fóssil (Vila Chã), contribui para alterar a estabilidade das vertentes adjacentes, na medida em que induz a ocorrência de fenómenos de colapso e abatimento dos solos das zonas envolventes, os quais potenciam o risco de futuros movimentos.

## 6. CONCLUSÃO

Das considerações efectuadas sobre as questões ligadas aos riscos naturais no concelho de Esposende, mais especificamente à erosão costeira e aos galgamentos do mar, às cheias e aos movimentos de vertente, chega-se a algumas conclusões que importa salientar.

A primeira é que os riscos naturais, ainda que associados a fenómenos regidos pelas leis dos sistemas naturais, não são estritamente naturais na sua origem, ocorrendo em áreas de forte intervenção humana.

A segunda é que a orla costeira do concelho de Esposende apresenta condições naturais favoráveis ao desenvolvimento de algumas instabilidades, potenciadoras de situações de risco, que podem implicar acidentes pessoais, danos estruturais e perturbações para as diversas actividades nele desenvolvidas, como ficou demonstrado em anos anteriores (últimas duas décadas), aquando da ocorrência das cheias na cidade de Esposende e na Vila de Fão e dos galgamentos do mar em Apúlia, Mar e Belinho.

Os danos decorrentes da instabilidade natural do solo têm sido acentuados por intervenções antrópicas desajustadas. A nível local, e particularmente em meio urbanizado (cidade, vilas e aldeias), essas transformações decorrem sobretudo de intervenções na superfície do terreno, tais como 1) destruição do coberto vegetal, 2) impermeabilização de grandes áreas, 3) encanamento e obstrução de linhas de água, 4) alteração das condições de drenagem superficial e subterrânea, 5) modificação das cargas sobre as dunas e 6) abertura de taludes, em resultado da construção de habitações, infra-estruturas e outras. Em meio rural há a salientar a exploração intensiva dos aquíferos (abertura indiscriminada de poços) para rega dos campos agrícolas situados nas áreas adjacentes ao sistema dunar.

Por outro lado, nos espaços envolventes das zonas urbanas, grande parte dos terrenos agrícolas deixaram de cumprir a sua função e são

propositadamente abandonados para um posterior processo de especulação imobiliária.

O reconhecimento das situações de perigo e a avaliação das suas consequências representam uma etapa fundamental no ordenamento do território, contribuindo para evitar ou reduzir prejuízos, mediante a tomada atempada de medidas de estabilização e de correcta gestão territorial no que respeita ao planeamento das futuras intervenções.

# V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

# V. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

As praias da zona costeira de Esposende, apesar de apresentarem comportamentos morfodinâmicos diferentes, têm em comum um balanço sedimentar negativo, embora mais elevado nas praias arenosas do que nas de seixos.

De norte para sul, verificou-se:

- uma tendência decrescente na dimensão dos sedimentos;
- uma tendência crescente do défice sedimentar;
- uma tendência crescente da vulnerabilidade das praias.

Relativamente à extremidade da restinga, seria importante tentar minimizar a sua erosão e migração para leste, o que impediria o estrangulamento do canal de acesso à foz e reduziria o assoreamento do estuário. O elevado volume de areia movimentado pelas correntes de maré enchente para a barra e interior do estuário, principalmente durante os períodos de forte agitação e marés vivas, poderia ser utilizado para reforçar a face oceânica da restinga.

O desassoreamento da barra e do estuário, a recuperação do quebra-mar na foz do Cávado, para reduzir o efeito do transporte eólico das areias da praia de Esposende para o canal da foz, e a execução de uma abertura na parte norte do molhe de protecção do rio Cávado (situação, aliás, existente no passado que contribuíria para melhorar o escoamento durante a vazante da água do rio retida a leste do molhe), contribuiriam para a redução do assoreamento da barra e do canal de acesso, melhorando a navegabilidade e permitindo uma maior circulação da água no interior do estuário, o que diminuíria a insegurança dos pescadores.

Do ponto de vista ecológico, com a melhoria da circulação da água no estuário, a actual destruição por assoreamento do sapal existente a leste do molhe de protecção do Cávado seria evitada ou atenuada, levando a uma revitalização do ecossistema estuarino.

Para minimizar os impactes da erosão e da migração das praias para o interior, a manutenção das paliçadas, assim como a limpeza das linhas de água

que desaguam na praia, dariam um contributo importante para a conservação do cordão dunar, o qual funciona como uma defesa natural contra as investidas do mar.

Considerando a vulnerabilidade aos riscos de tempestade (cheias costeiras e danos nas infraestruturas durante as tempestades; Figura 121), as praias da zona costeira de Esposende foram classificadas em termos de três graus de susceptibilidade (elevado, moderado, baixo) e, segundo as diferentes combinações dos tipos de praia, presença ou ausência de dunas, presença ou ausência de urbanização, podem diferenciar-se os seguintes segmentos costeiros:

a) a praia intermédia de Mar e as praias dissipativas de Ofir e Pedrinhas-Apúlia são as mais vulneráveis (risco elevado), pois estão expostas a um maior risco face às situações de tempestade, devido ao reduzido declive da face da praia, presença de intensa urbanização e ausência das dunas;
b) as praias intermédias de Cepães (zona de galgamento), Suave Mar e Restinga apresentam um risco moderado, pois a presença de um cordão dunar oferece, ainda, alguma defesa contra a acção das tempestades às urbanizações existentes;
c) as praias dissipativas da Foz do Neiva, Ofir-Pedrinhas e Apúlia (sul), apesar de apresentarem uma face da praia com declive suave, são menos vulneráveis à acção das tempestades, pois apresentam um sistema dunar bem desenvolvido, sem urbanizações nas proximidades;
d) as praias reflectivas de Belinho apresentam uma face da praia com declive elevado e um sistema dunar bem desenvolvido e sem construções pelo que apresentam um grau de risco baixo relativamente à acção das tempestades.

O conhecimento e a divulgação dos diferentes tipos morfodinâmicos de praia e respectivo grau de risco poderão funcionar como um agente dissuasor da implementação de novos projectos urbanísticos nas dunas costeiras e na proximidade das praias, os quais, além de não permitirem a mobilidade do sistema praia-duna, impermeabilizam o solo, facilitando a erosão também por processos continentais.

O nível de segurança das praias está relacionado com a ocorrência de correntes de retorno, a presença de afloramentos rochosos na face da praia e na zona de ressaca e o aumento da profundidade da água, principalmente no lado sul dos esporões.

É necessária a promoção de uma informação pública adequada, quer através de campanhas realizadas com os concessionários das praias, quer através da afixação de cartazes onde constem os principais indicadores de perigo das praias, assim contribuindo para o aumento da segurança dos seus utentes.

Relativamente à ocupação e uso do solo na arriba fóssil e áreas adjacentes, deverá:

- evitar-se uma expansão urbana desordenada, dando prioridade ao desenvolvimento urbano no interior dos aglomerados, através da recuperação dos espaços degradados e assegurando densidades populacio nais apropriadas;
- promover-se e aumentar-se a biodiversidade e alargar e cuidar áreas naturais especiais (praias, estuários do Cávado e Neiva, sapais) e espaços verdes;
- preservar-se os terrenos ecologicamente produtivos e promover agricultura e silvicultura sustentáveis;
- proceder-se, regularmente, à limpeza e desobstrução das linhas de água, melhorando a sua capacidade de escoamento;
- impedir-se a edificabilidade em zonas com declive elevado.

A ocorrência de inundações fluviais está relacionada com a ocupação do solo em planícies aluviais e com a construção de estruturas que representam estrangulamentos artificiais dos canais. Nestes mesmos locais existem também riscos relacionados com a erosão fluvial associada a episódios de cheias. Estas zonas devem ser consideradas *non aedificandi*, admitindo-se, eventualmente, usos referentes à edificabilidade a título precário, de carácter turístico-recreativo e piscatório, embor privilegiando os espaços verdes.

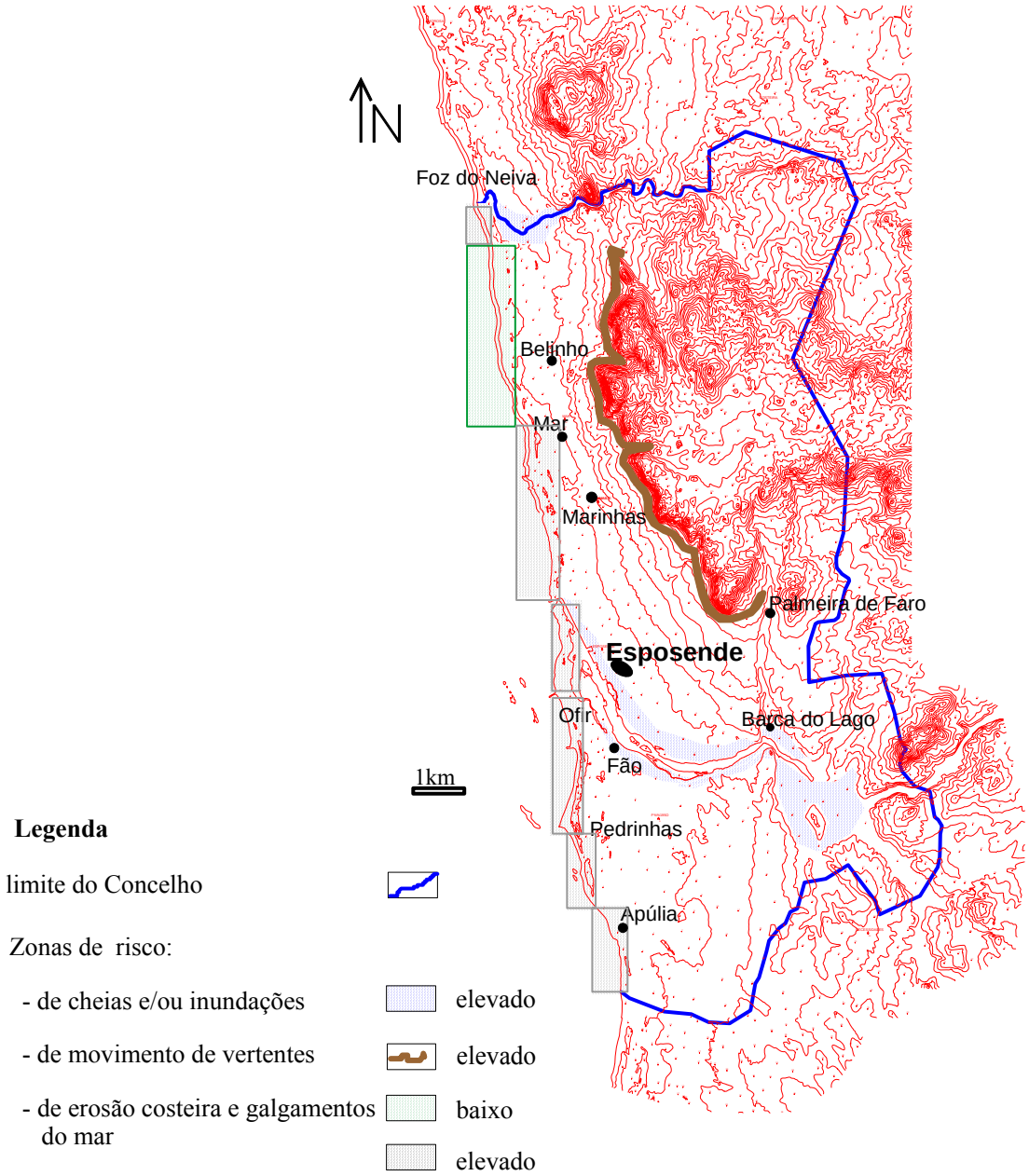



Figura 121. Carta de zonas de risco do Concelho de Esposende.

As inundações decorrentes de precipitação intensa ocorrem nas zonas de baixo/nulo declive, em áreas onde os sistemas de drenagem urbana são inexistentes ou ineficientes.

Apesar dos problemas existentes, os vales e linhas de água de Esposende ainda têm potencialidades importantes e são essenciais para melhorar ambiental e urbanisticamente o Concelho.

Destacam-se as seguintes razões para a sua recuperação:

- são zonas com solos de excelente qualidade;
- têm enorme potencial para abrigar fauna e flora específicas;
- podem ser óptimos locais para o lazer, desporto e educação ambiental;
- são elementos únicos para permitir a articulação entre os espaços naturais e o interior das áreas urbanas;
- são elementos decisivos no controlo de cheias e na redução de riscos de inundação;
- são elementos fundamentais de valorização da paisagem e do turismo do Concelho.

A integração dos riscos geológicos no Planeamento e Ordenamento do Território deverá permitir a identificação de zonas com distintos graus de vulnerabilidade (alto, médio, baixo ou nulo), de forma a que a carta final sirva como instrumento de base para a gestão da ocupação e para o reconhecimento dos locais onde infraestruturas básicas, nomeadamente vias de comunicação e abastecimento de água e energia, apresentem elevado risco de serem afectadas em caso de catástrofe.

## BIBLIOGRAFIA


ALCOFORADO, M. J. (1999). Variações climáticas no passado: chave para o entendimento do presente? Exemplo referente a Portugal (1675-1715), *Territorium* nº 6, Coimbra, p. 19-30.

ALCOFORADO, M. J., NUNES M.F., GARCIA J. C. E. e TABORDA P. T. (1994). Temperature and precipitation, reconstruction in southern Portugal during the Later Maunder Minimum (AD 1675-1715). *The Holocene* 10(3): 333-340.

ALMEIDA, C. A. B. (1990-1992). Necrópole medieval das barreiras, Fão. *Boletim Cultural de Esposende*, 17:111-126, Câmara Municipal de Esposende.

ALMEIDA, C. A. B. (1979). Salinas medievais entre o Cávado e o Neiva. *Braccara Augusta, XXXIII,* 75-76: 391-407.

ALVES A. M.C. (1996). *Causas e processos da dinâmica sedimentar na evolução actual do litoral do Alto Minho*. Tese de doutoramento, Universidade do Minho, Braga, 442 p.

ALVES A. M.C. (1997). Causas e processos da dinâmica sedimentar na evolução actual do litoral do Alto Minho.*Colectânea de Ideias sobre a zona Costeira de Portugal*. Associação EUROCOAST-PORTUGAL, Porto, pp.295-326.

ANDERSEN, B. G., BORNS, H. W. JR. (1994). *The Ice Age World,* Scandinavian University Press, Oslo, 208 p.

ANDRADE, C. (1990). *O Ambiente de Barreira da Ria Formosa*. Dissertação de doutoramento, Faculdade de Ciências de Lisboa, 645 p.

BAILARD, J. A. (1984). A simplified model for longshore sediment transport, *Proceedings of the 19th Coastal Engineering Conference*, p. 1454-1470.

BELL, M. e WALKER, M. J. C. (1992). *Late Quaternary Environmental Change. Physical e Human perspectives*. Longmn Scientific e Technical, NY, 273 p.

BENEVAVENTE J., GRACIA F. J. e LÓPEZ-AGUAYO F. (2000). Empirical model of morphodynamic beachface behaviour for low-energy mesotidal environments. *Marine Geology*, 167: 375-390.

BRANDÃO, F. A. (1991). *Anais da história de Espinho* (1985-1926). Edição patrocinada pela Câmara Municipal de Espinho e pela Junta de Freguesia de Espinho, p. 236, Espinho.

BRENNINKMEYER (1982). In: Schwartz M. L. (ed.) *The Encyclopedia of Beaches and Coastal Environments*. Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, 693-695.

BRUM, F. A. (1993). Geomorfologia e ambiente, contributo metodológico. *Estudos de Geografia Física e Ambiente*, C.E.G., Linha de Acção de Geografia Física, Rel. nº 32.

BUEMLE, J. P., SABEL, J. M, e KARLÉN, W. (2001). Rate and magnitude of past climate changes. In Gerhard L. C., Harrison W. E. e Hanson B. M. (eds.). *Geological Perspectives of Global Climate Change*. American Association of Petroleum Geologists, Kansas Geological Survey and AAPG Division of Environmental Geosciences, Tulsa, U. S. A., p. 193-211.

CABRAL, J. (1986). A neoctectónica de Portugal Continental. Estado actual dos conhecimentos. *Boletim informativo Sociedade Geológica de Portugal, Maleo*, vol. 2, nº 14, p. 3-5.

CABRAL, J. e RIBEIRO, A. (1989a). Carta neotectónica de Portugal continental, escala 1 : 1 000. Nota explicativa, *Serviços Geológicos Portugal*, 10 p.

CABRAL, J. e RIBEIRO, A. (1989b). Incipient subduction along the West-Iberia continental margin. *Abstract of the 28th International Congress*, 1/3,223.

CABRAL, J. (1995). Neotectónica em Portugal continental. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 31, 265 p.

CARDOSO, J.C., BESSA, T. A. e MARADO, M.B. (1973). *Carta dos Solos de Portugal (1: 1 000 000)*. Agronomia Lusitana, Volume XXXIII, Tomos I-IV, Oeiras, 481-602.

CARTER R. W. G., 1988. *Coastal environments.* Academic Press, london,UK

CARRILHO, I. (2003). *Neoctectónica Pós Plistocénica na zona costeira entre os rios Minho e Ave*. Dissertação de Doutoramento, Universidade do Minho, 357 p.

CARVALHO, G. S. (1964). As areias da Gândara (Portugal). Uma formação eólica quaternária. *Anais da Faculdade de Ciências do Porto, t. XLVI.*

CARVALHO, G. S. (1964). As areias superficiais de Luanda (Angola) e dos seus arredores. *Agrupamento de Estudos Ultramarinos da Faculdade de Ciências*, Porto.

CARVALHO, G. S. (1981). Uma metedologia para a análise dos depósitos quaternários. *Arqueologia*, 4: 1 -18. Porto.

CARVALHO, G. S. (1983a). Notícia sobre a eolização durante o Quaternário no litoral minhoto (Portugal). *Cadernos Arqueologia Museu D. Diogo de Sousa*. 2: 1 -11. Braga.

CARVALHO, G. S. (1983b). Consequências do frio durante o Quaternário no litoral do Minho (Portugal). *Cuadernos do Laboratorio Xeologia de Laxe*, 5: 365-380. Coruña.

CARVALHO, G. S., LEMOS, F. S. e MEIRELES, J. (1982). Estratigrafia do Quaternário e o Paleolítico do litoral minhoto (Portugal). *Cadernos de Arqueologia*, 2: 75-85, Braga.

CARVALHO, G. S. (1988). Problemas das formações quaternárias do Minho. *Genovas, Associação Portuguesa de Geólogos*, Lisboa, vol. 10, p. 107-112.

CARVALHO, G. S. (1989). Haverá mesmo índices de periglaciarismo na zona costeira do NO de Portugal? 2ª *Reunião do Quaternário Ibérico*, Madrid, Espanha.

CARVALHO, G.S., GRANJA, H. M., GOMES, P., LOUREIRO, E., HENRIQUES, R., RIBEIRO, I., COSTA, A. L., RIBEIRO, P. (2002). New data and new ideas concerning recent geomorphological changes in the NW coastal zone of Portugal. *In:* EUROCOAST Assotiation (ed), *LITTORAL 2002 6th International Symposium proceedings - The Changing Coast*, Porto, Vol 2, 339-410.

CARVALHO, G. S. (2003). A geologia e os "mitos" sobre as mudanças globais e as da zona costeira. *Geonovas*, revista da Associação Portuguesa de Geólogos, 17: 27-42, Lisboa.

CARVALHO, G.S., GRANJA, H. M. (2003). As mudanças da zona costeira pela interpretação dos sedimentos plistocénicos e holocénicos (metodologia aplicada à zona costeira do noroeste de Portugal). *Revista da Faculdade de Letras - Geografia,* I Série, vol.19: 225-236, Porto.

CARVALHO, G. S., GRANJA, H. M., LOUREIRO, E., HENRIQUES, R. (aceite, 2006). Late Pleistocene and Holocene environmental changes in the coastal zone of Northwestern Portugal. *Journal of Quaternary Science.*

CASCALHO, J. P. V. R. (2000). *Mineralogia dos sedimentos arenosos da margem continental setentrional portuguesa*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, 400 p.

CLIMAP (1984). O último oceano interglacial. *Pesquisa Quaternary*, 21:123-224.

COSTA, A. L., GRANJA, H. M. (2003). Enchimento sedimentar da albufeira da barragem da Venda Nova (rio Rabagão). *Ciências da Terra* (UNL), nº esp. V, CD-ROM, H37-H40.

COSTA, A. L. (2005). Assoreamento das albufeiras das barragens hidroelétricas e a "erosão das praias" (uma contribuição para o conhecimento dos seus sedimentos). Tese de mestrado, Universidade do Minho, Braga, 89 p.

COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER - CERC (1984). *Shore protection manual*. US Army Corps of Engineers, Washington, vol. I, 1006 p.

DALRYMPLE, R. A. e LANAN, G. A. (1976). Beach cusps formed by intersecting waves. *Geology Society American Bulletin*, 87, 57-60.

DAVIS, R.A. e HAYES, M.O. (1984). What is a wave dominated coast? *Marine Geology*, 60: 313-329.

DEAN, R.D. (1973). Heuristic models of sand transport in the surf zone. *Proceedings of engineering dynamics in the surf zone*, 208-214. Proceedings of 1st Australian conference of Coastal Engineering. Sydney, Australia.

DIAS, J. M. A. (1987). *Dinâmica sedimentar e evolução recente da plataforma continental portuguesa setentrional*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 384 p.

DIAS, J. M. A. (1990). A evolução actual do litoral português. *Geonovas* 11: 15-28, Associação Portuguesa de Geólogos, Lisboa.

DIAS, J. M. A., FERREIRA, Ó. e PEREIRA, A. R. (1994). Estudo sintético de diagnóstico da geomorfologia e da dinâmica sedimentar dos troços costeiros entre Espinho e Nazaré. Relatório para o ICN, 303 p.

DIAS, J. M. A., RODRIGUES, A. e MAGALHÃES, F. (1997). Evolução da linha de costa, em Portugal, desde o último máximo glaciário até à actualidade: síntese dos conhecimentos, *Estudos do Quaternário,* APEQ, Lisboa, 53-66.

DUPLESSY, J. C., MOREL, P. (1990). *Gros Temps Sur la Planète*, Ed. Odile Jacob, Paris, 296 p.

ENCYCLOPAEDIA UNIVERSALIS ALBIN MICHEL (1998). Dictionnaire des Sciences de la Terre. Continents, Océans, Atmosphère, 921 p.

EEA (2006). *The changing faces of Europe's coastal areas*, EEA Report No 6/2006, European Environment Agency, Copenhagen.

FELGUEIRAS, J. (1998). A Pilotagem e os Pilotos Mores da barra de Esposende. *Subsídios para a História Marítima de Esposende*. Separata do Boletim Cultural de Esposende Nº 19, 15-30.

FERREIRA, Ó., DIAS, J. M. A. e Taborda, R. (1990a). Sea level rise, sediment input and shoreline retrat: the case of Aveiro - Cabo Mondego (Portugal). *Proceedings LITTORAL 90*, 314-318.

FERREIRA, Ó., DIAS, J. M. A. e TABORDA, R. (1990b). Importância relativa das acções antrópicas e naturais no recuo da linha de costa a sul de Vagueira. *Actas do 1º Simpósio sobre a Protecção e Revalorização da faixa costeira do Minho ao Liz*,157-163.

FERREIRA, Ó. e DIAS, J. M. A. (1991). Evolução recente de alguns troços do litoral entre espinho e o Cabo Mondego. *Actas do2º Simpósio sobre Protecção e Revalorização da Faixa Costeira do Minho ao Liz*, Instituto de Hidraúlica e Recursos Hídricos, Universidade do Porto, 1 : 85-94.

FERREIRA, Ó. (1998). *Morfodinâmica de praias expostas: Aplicação ao sector costeiro Aveiro-Cabo Mondego*. Tese de doutoramento, Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos. Universidade do Algarve, 337 p.

FERREIRA, M. R. P. V. (1972). *Rochas metamórficas*. Coimbra, 203 p.

FITZGERALD, D. M. (1984). Interactions between the ebb-tidal delta and landward shoreline: Price Inlet, South Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, 4, 54,1303-1318.

GAMA, C., TABORDA, R., e DIAS, J. M. A. (1995). Factores condicionantes da sobreelevação do nível do mar de origem meteorológica, na estação maregráfica de Viana do Castelo. *Memórias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico*, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 4,189-193.

GASSIAT, L. (1989). *Hydrodynamique et évolution sédimentaire d'un système lagune-fléche littorale (Bassin d Arcachon-Cap Ferret)*. Thèse de 3$^{eme}$ cycle, Université Bordeaux I, 228 p.

GOODWIN, P. (1996). Predicting the stability of tidal inlet for wetland and estuary management. *Journal of Coastal Research*, S.I. 23, 83-102.

GORMAN, L., MORANGO, A. e LARSON, R. (1998). Monitoring the coastal environment; Part IV: Mapping, shoreline changes, and bathymetric analysis. *Journal of Coastal Research*, 14(1), 61-92.

GOODCHILD, J. S. e FUETEN, F. (1998). Edge Detection in Petrographic Images Using the Rotating Polarizer Stage. *Computers and Geosciences* Vol. 24, No. 8: 745-751.

GOURLAY, M. R. (1968). *Beach and dune tests*. Delft Hydraulics laboratory, Report M935/M936, Delft, NL.

GRANJA H. M. e CARVALHO, G. S. (1989). Quaternary sea level changes in NW Portugal. *GFF Meeting Proceedings. Geologiska Foreningens I Stockolm Forandlingar*, vol 111, 287-303

GRANJA H. M. (1990). *Repensar a geodinâmica da zona costeira. O passado e o presente. Que futuro?* Tese de doutoramento, Universidade do Minho, 347 p.

GRANJA H. M. e CARVALHO, G. S. (1991). The impact of "protection" structures on the Ofir-Apúlia coastal zone (NW Portugal). *Quaternary International*, 9, 81-85.

GRANJA H. M. (1992). Zona costeira: evolução e ordenamento. *Geonovas*, nº especial 1, Associação Portuguesa de Geológos, Lisboa, 57-63.

GRANJA, H. M, SOUSA, M. M., CARVALHO, G. S. (1992). Quaternary tectonic movements in NW coastal zone of Portugal (around Cávado estuary). *Bulletin INQUA Neotectonic Commission,* Stokolm, Sweden, 15, 12-17.

GRANJA, H.M. e CARVALHO, G. S. (1993). A synthesis of the researches about the Pleistocene evolution of the NW coaxial zone of the Portugal. *Proceedings of the First International Conference on the Mediterranean Coastal Environment*, MEDCOAST 93, Antalaya, Turquia,159-165.

GRANJA, H.M. e CARVALHO, G.S. (1994). How can the Holocene help to understand coastal zone evolution? In: *Proceedings of the Second International Symposium EUROCOAST- Litoral'94,* September, Lisbon. Vol. 1: 149 -167.

GRANJA, H. M. e CARVALHO, G. S. (1995). Is the coastline "protection" of Portugal by hard engineering structures effective? *Journal of Coastal Research*, vol. 11, nº 4, 1229-1241.

GRANJA, H. M. (1999). Evidence for Late Pleistocene and Holocene sea-level, neotectonic and climatic indicators in the northwest coastal zone of Portugal. *Geologie en Mijnbouw,* Kluwer Academic Publishers, 77 (3-4): 233-245.

GRANJA, H. M. (2002). Reconstituição paleoambiental da zona costeira, a norte da laguna de Aveiro, desde a Idade Média até à actualidade. In: *O Litoral em Perspectiva Histórica (Séc. XVI a XVIII).* Instituto de História Moderna, Universidade do Porto, 93-109.

GUZA, R. T. e INMAN, D. L. (1975) Edge waves and beach cusps. *Journal of Geophysical Research* 80: 22997-3012.

HALLERMEIER, R., J. (1978). Uses for a calculated limit depth to the beach erosion. *Proceedings of the Sixteenth Coastal Engineering Conference*, Americam Society of Civil Engineers (New York), 1493-1512.

HALLERMEIER, R., J. (1981). A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. *Coastal Engineering*, 4, 253-277.

HARDISTY, J. e LAVER, A. J. (1989). Breaking waves on a macrotidal beach: a test of McGowan's criteria. *Journal of Coastal Research*, 5, 79-82.

HAYES, M. O. (1979). Barrier islands morphology as a function of tidal and waves regime. In: S. P. Leatherman (Ed.), *Barrier islands from the Gulf of St Laurent to the Gulf of Mexico*, New York, *Academic Press*, 2, 1-28.

HOLMAN, R. A. (1985). Edge waves and conFiguration of the shoreline. In: Komar, P.D., (ed.), *CRC Handbook of Coastal Processes and Erosion*: 21-32.

HENRIQUES, R. (2003). SEDMAC/SEDPC: programa informático de apoio à análise dimensional de populações detríticas. *Ciências da Terra,* Volume Especial, VI Congresso Nacional de Geologia, Faculdade e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 40 p.

HOUGHTON, J. T. (1996). Climate change 1995. The Science of climate change. Contribution of working group I to the second assessment report of the intergovernment panel on climate change. Cambridge University Cambridge Press.

HOUGHTON, J. T., DUNGY, GRIGGS, D. J., NOGUER, M., DER LUNDEN, P. J., DAI, X., MASKELL, K., e JOHSON, C. A. (2001).

*Climate change 2001. The Scientific basis*. International Intergovernmental Panel on Climate Change. P. 881. Cambridge University Press.

HUME, T. M. e HERDENDORF (1987). Tidal inlet stability: *Proceedings of Workshop, Water and Soil*, Miscellaneous Publication, 108, Wellington, 80 p.

JOUSSAUME, S. e GUIOT, J. (1999). Reconstruire Les Chauds Et Les Froids De L'Europe, *La Recherche*, nº. 321, 54-59.

KAMPHUIS, J. W. (1993). Along shore sediment transport rate, Closure, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, 119, 3, 346-349.

KAMPHUIS, J. W., DAVIES, M. H., NAIRN R. B. e SAYO, O. J. (1986). Calculation of littoral sand transport rate. *Coastal Engineering*, 10, p.1-21.

KELLER, E. A. (2000). *Environmental Geology*. Prentice-Hall, Inc, New Jersey, 562 p.

KOMAR, P. D., e INMAN, D. L. (1970). Longshore sand transport on beaches, *Journal of Geophysical Research*, 75, 5914-5927.

KOMAR, P. D. e GAUGHAN, M. K. (1972). Airy wave theory and breaker height prediction. *Proceedings of the 13th International Conference on Coastal Engineering ASCE*, 405-418.

KOMAR, P. D. (1998). *Beach Processes and Sedimentation,* Prentice-Hall, New Jersey, 543 p.

LARANGEIRA, L. (1984). *O Furadouro, o Povoado, o Homem e o Mar*. Edição da Câmara Municipal de Ovar, 605 p.

LARSON, M. e KRAUS, M. C. (1995). Prediction of cross-shore sediment transport at different spatial and temporal scales. *Marine Geology*, 126, 111-127.

LOUREIRO, E. (1999). *Morfodinâmica das praias de seixos do Litoral de Esposende*. Tese de mestrado, Universidade do Minho, Braga, 187 p.

LOUREIRO, E. e GRANJA, H. M. (2000). Praias de Seixos do Litoral de Esposende. Comunicação apresentada no *3º Simpósio sobre a Margem Continental Ibérica - Atlântica*, Setembro 2000, Faro.

LOUREIRO E. e GRANJA H.M. (2001). Short-term morphodynamics of a shingle beach (Esposende, Northwest Portugal). In: PACKHAM, RANDALL, BARNES and NEAL (eds.), *Ecology and Geomorphology of Coastal Shingle*,148-159.

MAGALHÃES, F. (1999). *Os Sedimentos da Plataforma Continental Portuguesa: contrastes espaciais, perspectiva temporal, potencialidades económicas*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 289.

MEIRELES, J. e TEXIER, J. P. (2000). Etude morphostratigraphique dês dépôts littoraux du Minho (NW du Portugal). *Quaternaire*, 11, 1, p. 21-29.

MICHEL, M. D. (1993). *Dynamique sédimentaire en milieu littoral, évolution morphodynamique de la plage de la Salie*.D.E.A, Université de Bordeaux I, 25 p.

MICHEL, M. D. (1997). *Evolution morphodynamic d'un littoral sableux situé à l'aval d'une embouchure lagunaire*.Tese de doutoramento, Universidade de Bordeaux I, 162 p.

OLIVEIRA, M. I. B. (1990) - Erosão costeira no litoral Norte: considerações sobre a sua génese e controlo, *Actas do 1º Simpósio sobre a protecção e revalorização da faixa costeira do Minho ao Liz*, Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos, Porto, 201-221.

OLIVEIRA, M. I. B., VALLE, A. J. S. F. e MIRANDA, F. C. C. (1982). Littoral problems in the Portuguese West Coast. *Coastal Engineering* III: 1950-1969.

PASKOFF, R. (1985). *Les littoraux - impact des aménagements sur leur évolution,* Col. Géographie, Paris, Masson, 185 p.

PASKOFF, R. (1998). *Les littoraux - impact des aménagemants sur leur évolution*. Armand Colin, Paris 260 p.

PASKOFF, R. (2001). *L'élevation du Niveau de la Mer et les Espaces Côtiers*, Institut Océanographique, Col. Propos, 190 p.

PICKERING, K. T. e OWEN L. A. (1994). *An introduction to global environment issues*. Routledge, London, 390 p.

PIRES, O. e PESSANHA, L., (1986). Wave power climate of Portugal. In: Evans, D. e Falcão, A. (eds.): *hydrodinamycs of ocean wave-energy utilization*. IUTAM symposium, Lisboa, 1985, Springer, 157-167.

PRESS, W. H., FLANNERY, B. P.,TEUKOLSKY, S.A., e VETTERLING, W. T. (1988). *Numerical Recipes in C*, Cambridge University Press.

PUREZA F. G. e ARAÚJO, A. (1956b). Contribution à l'étude des sables des plages du Nord du Portugal. *Memórias e Notícias*, Publicação do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra 42:1-25.

RISER, J. (1999). *Le Quaternaire; Géologie et Milieux Naturels,* Dunod, Paris, 320 p.

RODRIGUES, A., MAGALHÃES, F. e DIAS, J. M. A., (1991). Evolution of the north Portuguese coast in the last 18000 years. *Quaternary international*, 9, 67-74.

ROMANI, J., FERREIRA, A., ZÉZERE, J., RODRIGUES, M., MONGE C. (1990). Evolucion Cuaternaria del relieve granitico en la Serra de Gerês-Xures (Minho-Portugal, Ourense-Galicia). *Cuaternario y Geomorfología*, 4, 3-12.

SANTOS, F. D., FORBES, K., e MOITA, R. (ed.) (2002). *Climate Change in Portugal. Scenaries,Impactes and adaptation measures (SIAM project)*. Gradiva Publicações, Ltd, Lisboa, 453 p.

SCHWARTZ, M. L. (ed.) (1982). *The Encyclopaedia of beaches and coastal environment* Encyclopaedia of Earth Sciences series, vol. xv. Hutchinson Ross Publishing Company, 940 p.

SHORT, A. (1999). *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*. Jonh Wiley and Sons, Ltda., 379 p.

SMITH, K. (1992). *Environmental hazards – assesssing risk and reducing disaster*. Routledge, Londen, 324 p.

SOUSA, M. L. (1989). A cartografia geológica do litoral minhoto (Esposende). *Seminário "A Geologia e o Ambiente"*, Aveiro.

STAUBLE, D. K. (1993). An overview of Southeast Florida inlets morphodynamics, *Journal of Coastal Research*, S. I. 18, 1-29.

TABORDA, R. (1993). *Modelação da dinâmica sedimentar induzida pela ondulação na plataforma continental portuguesa*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa, 126 p.

TEIXEIRA, C., MEDEIROS, A. C., e ASSUNÇÃO, C. T. (1965). *Carta geológica de Portugal na escala 1/50 000*. Notícia explicativa da folha 9-A – Póvoa de Varzim. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, 50 p.

TEIXEIRA, C., MEDEIROS, A. C., ALVES, C. A. M. e MOREIRA, M. M. (1969). *Carta geológica de Portugal na escala 1/50 000*. Notícia explicativa da folha 5C – Barcelos. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, 49 p.

TEIXEIRA, A. (1980). As invasões do mar em Espinho através dos tempos. *Boletim Cultural da Câmara Municipal de Espinho*, 7:209-248 e 8: 387-407.

TEIXEIRA, S. (1990). *Dinâmica das praias da península de Setúbal (Portugal).* Tese de mestrado, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 189 p.

TEIXEIRA, S. (1994). *Dinâmica das praias da ria de Aveiro (Portugal).* Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 396 p.

TRIGO, R. M. e PALUTIKOF, J. P. (1999). Simulation of daily temperatures for climate change scenarios over Portugal: A Neural Network Model approach. *Climate Research* (in press).

TIMMERMAN, A., OBERHUBER, J., BACHER, A., ESCH, M., LATIF, M. e ROECKNER, E. (1999). Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming. *Nature,* Vol 398, 694-696.

TRIGO, R. M. e DA CAMARA, J. P. (1999). Circulation Weather Types and their impact on the precipitation regime in Portugal. *International Journal of Climatology*.

TULLOT, I. F. (1986). Cambios climáticos en la Peninsula Ibérica durante el ultimo milenio, con especial referencia a la « Pequeña Edad Glacial ». *Quaternary Climate in Western Mediterranean. Ed. López-Vera, Universidade Autónoma de Madrid,* 237-248.

VARNES, D., J. (1984). *Landslide hazard zonation : a review of principles and practice*. UNESCO, Paris.

VELOSO, G. F., PINTO, F. T., BARBOSA, J. P., NEVES, L. e COELHO, C. (2002). High risk situation in the NW Portuguese coast: Douro river-cape Mondego, *Proceedings LITTORAL 2002*, 6th International Symposium, organized by EUROCOAST-PORTUGAL, 22-26 September 2002, Porto, II: 411-421.

WIGLEY, T., M., L., SMITH, R., L. e SANTER, B., D. (1998). Anthropogenic influence on the auto correlation structure of hemispheric-mean temperatures. *Science*, Vol. 282, No. 5394, 2285-2288.

WRIGHT, L. D., CHAPPEL, J., THOM, B. G., BRADSHAW, M. P., COWEL, P. J. (1979). Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems, Southeastern Australia. *Marine Geology*, 32, 105-140.

WRIGHT, L. D. e SHORT, A. D. (1984). Morphodynamics variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, 56, 93-118.

WRIGHT, L. D., SHORT, A. D. e GREEN, M. O. (1985). Short term changes in the morphodynamic states of beaches and surf zones: an empirical predictive model. *Marine Geology*, 62: 339-364.

ZÊZERE J. L. (1997). *Movimentos de vertente e perigosidade geomorfológica na Região a Norte de Lisboa.* Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa.

--1991. Levantamento Topo-Hidrográfico, Esposende – Foz do Cávado e Barra, Direcção Geral de Portos.

--1992. Levantamento Topo-Hidrográfico, Esposende Foz do Cávado e Barra, Direcção Geral de Portos.
--1997. Carta Militar de Portugal, escala 1:25 000, folhas 54 e 68, série M 888, Instituto Geográfico do Exército.
-- 2001. Levantamento Topo-Hidrográfico, Esposende Foz do Cávado Barra, Hidrodata.
--2001-2004. Parâmetros da agitação marítima. Instituto Hidrográfico da Marinha, Lisboa.
--2002. Relatório de observações meteorológicas. Departamento de Pilotagem do Porto de Viana do Castelo.
--2002. Relatório sobre a Zona Costeira Esposende / Ofir: Vulnerabilidade / Segurança das Ocupações Edificadas. Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende.
--2002. Relatório sobre a evolução morfodinâmica da zona costeira de Esposende. Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende.
--2003. Relatório sobre a morfodinâmica da zona costeira de Esposende. Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende.
--2004. Relatório final sobre a evolução morfodinâmica da zona costeira de Esposende. Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende.

# ANEXOS 1

## MORPHODYNAMICS OF THE CÁVADO ESTUARY INLET (NW PORTUGAL)

E. Loureiro*, H. Granja** and J. L. S. Pinho***

*University of Minho, Earth Sciences Department, Campus of Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal (eduardo.marinha@clix.pt)
**University of Minho, Earth Sciences Department, Campus of Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal (hgranja@dct.uminho.pt)
***University of Minho, Civil Engineering Department, Campus of Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal (jpinho@civil.uminho.pt)

**ABSTRACT**

The Cávado estuary inlet is situated in the coastal zone of Esposende (NW Portugal) where sandy beaches have migrated inland and thinned, and cliffs have retreated rapidly over the last years. The coastal zone of Esposende extends over 15 km from the Neiva River until Apúlia.

The coastal segment of Esposende can be considered of mixed energy and wave-dominated type, according to DAVIS and HAYES (1984). The local tide is mesotidal and semidiurnal, with a maximum equinoctial spring tide high-water level of 3.9 m, a minimum low-water level of 0.2 m, and a mean spring tide of 3.49m (data from Instituto Hidrográfico da Marinha).

The inlet is a natural feature of the Cávado estuary, subject to silting up, and enclosed between a breakwater on the northern side and the end of a migrant sandy spit on the southern side. Recently, it was suggested that the best option for decreasing silting-up and increasing navigability, would be to build two breakwaters and artificially manage the inlet. This proposal was not accepted by all concerned and is presently frozen. Behind the spit lies the town of Esposende, and so it is crucial as its natural defence against sea incursions. Several times the sea overwashed the spit, and broke through twice during the last twenty years.

The present study concerns the period between 1991 and 2003. Using the hydrographical maps of 1991, 1992 and 2001, and topo-hydrographic surveys of 2002 and 2003, the sedimentary budget of the inlet, and the morphological changes of the flood and ebb tidal deltas were calculated. Moreover, two hydrodynamic mathematical models and a sediment transport mathematical model were implemented, in order to assess the bottom morphodynamic behaviour at the inlet. The first one is a two-dimensional hydrodynamic (2DH) model that was created using the RMA2 software (WES-HL, 1996). The river stretch considered in this finite elements model begins downstream of the Angelino weir and ends in the Atlantic Ocean.

**Key words:** hydrodynamics, sediment transport, mathematical modelling

## INTRODUCTION

The study of estuaries is of great difficulty since these water systems usually involve complex geometries, hydrodynamics, and transport patterns. In fact, the interface between fresh and salt waters forced by river discharges, tides and wind presents specific characteristics that affect the sand transport patterns that usually form the estuary bottoms. There is a large variability in estuaries depending on differences in tides, river discharges, and the way these factors interact with the topography (DYER, 1997).

Inlets linking estuaries and ocean are very variable in size and shape, due to the patterns and characteristics of bi-directional flow between the ocean and the river. They are a key element of the stability of the estuary, as sediment, salinity, nutrient, and pollutant exchanges between ocean and river go through them.Bedload transport is quite sensitive to small changes in velocity, such as those brought about bytidal distortion and gravitational circulation (DRUERY, et *al*., 1983). These two mechanisms generate residual bedload flow upstream, in the lower portion of the channel, while fresh, river water drains seaward in the upper portion. Together, these two processes result in a strong net upstream transport of marine sands that forms shoals and flood tidal deltas in the lower estuarine reaches.

Waves breaking on the entrance bars bring considerable volumes of sand into suspension that can be carried into the estuary during flood tide. Much of this sand is flushed back out of the estuary during ebb tide, but a small amount is deposited into the estuary from where it is transported upstream by the net flood tidal flow caused by tidal distortion. Most of the sand transported out of the entrance by floods is deposited on or near the entrance bar from where it is carried to the updrift coastline by a process known as littoral bypassing (BRUUN, 1966).

According to HAYES (1979), most of the sandy bars are located near the mouth in the zones where the action of the waves and the tidal currents is equivalent (mixed energy), (FITZGERALD, 1984). These mouths and their sandy bars show large morphological variations.

All the river mouths situated on the west coast of Portugal show estuaries and inlets. Some of these inlets are totally or partially stabilised by engineering works. This is the case of the Cávado estuary, which inlet has a breakwater on the northern side. The behaviour of this inlet is still poorly known.

## SITE DESCRIPTION

The Cávado estuary inlet (Figure 1) is situated in the coastal zone of Esposende (NW Portugal) where sandy beaches have migrated inland and thinned, and cliffs have retreated rapidly over the last years. The coastal zone of Esposende extends over 15 km from the Neiva River until Apúlia. Palaeozoic schists and quartzite outcrops with an approximately NW-SE orientation characterise the nearshore and low-tide area. This coastal segment can be considered of the mixed energy and wave-dominated type, according to DAVIS and HAYES (1984). The local tide is mesotidal and semidiurnal, with a maximum equinoctial spring tide high-water level of 3.9 m, a minimum low-water level of 0.2 m and a mean spring-tide range (MSR) of 3.75m (data from Instituto Hidrográfico da Marinha, 2003). During the period of this study, prevailing winds were from N-NW (38%), S-SW (18%) and W (5%). The main wave climate was from NW (79%) and SW (14%) directions, mostly during fair weather conditions and winter, respectively (data from Departamento de Pilotos do Porto de Viana do Castelo, 2002). Wave conditions are of the oceanic type, with a mean significant wave height ($H_s$) of 2.12m and period of 9.3s. The maximum wave height during normal winter storms was 4.11m (data from Instituto Hidrográfico da Marinha, 2003). The wave direction is predominantly NW, causing southward longshore drift.

The estuary mouth of the Cávado river is nowadays subject to silting up, and enclosed between a breakwater on the northern side and the end of a migrating sandy spit (Ofir) on the southern side (Figure 1). Recently, it was suggested that the best option for decreasing silting-up and increasing navigability, would be to build two breakwaters and artificially manage the inlet. This proposition was not accepted by all concerned and is now held off. Behind the spit lies the town of Esposende, and so it is crucial as its natural defence against sea incursions. Several times the sea overwashed the spit, and broke through twice during the last twenty years.

The Cávado river inlet is mostly shallow, with a main channel depth ranging between 1 and 3 m in the navigable portion of the system, and about 400m width (N-S). It is E-W oriented, between a breakwater (northern side) and the end of the sandy spit of Ofir (southern side) that is fronted by a large intertidal spit platform.

From the ocean to inland, the main morphological units are: the ebb tidal delta in the entrance of the mouth, a sandy bar with the main axis oriented according to the net ebb flow; the flood tidal delta near the breakwater, a lobate sandy bar that seasonally develops in the inner part of the mouth; the main channel with variable depth (0.5 to 1 m, data of 07/ 2002), and one or two secondary, narrower and shallower channels.

Considering the mean wave breaker-height ($H_b$= 2.74m) for the study period, the seaward action limit of the littoral drift currents into the estuary inlet were situated at circa 3.5m depth (Hardisly e LAVER, 1989).

In order to prevent or to mitigate the silting-up and navigability problems, and the erosive and migratory trends of the extreme N of the Ofir spit, it is important to understand the morphodynamic behaviour of the Cávado estuary inlet. This paper represents a step in this direction through an inlet monitoring program (topo-hydrographic surveys, field inspections, wave data acquisition, sediment sampling, analysis of aerial imagery and interpretation of detailed bathymetric data) and the implementation of preliminary mathematical modelling results of the sediment transport at the Cávado River inlet in order to assess the morphodynamic behaviour at the inlet. Bottom morphodynamics are simulated for average river discharges and considering different tidal conditions.

## METHODS

The present study covers the period between 1991 and 2003. The methods used in this study consisted of: 1) topo-hydrographic surveys during 2002 and 2003, and bathymetric data analysis of hydrographic maps of 1991, 1992 and 2001; 2) GPS monitoring during July and August of 2003; 3) wave data acquisition; 4) sediment sampling; 5) hydrodynamic parameter calculations; 6) mathematical formulations to implement a hydrodynamic model and sediment transport model.

**Topo-hydrographic surveys and bathymetric analysis**

All the surveys are referred to ZH level, the national hydrographic level, 2m below mean sea level (MSL), and to Hayford/Gauss Datum. Using the data of the topo-hydrographic surveys and of the bathymetric maps (GORMAN et *al*., 1998), the sedimentary budget and the morphological changes were calculated.

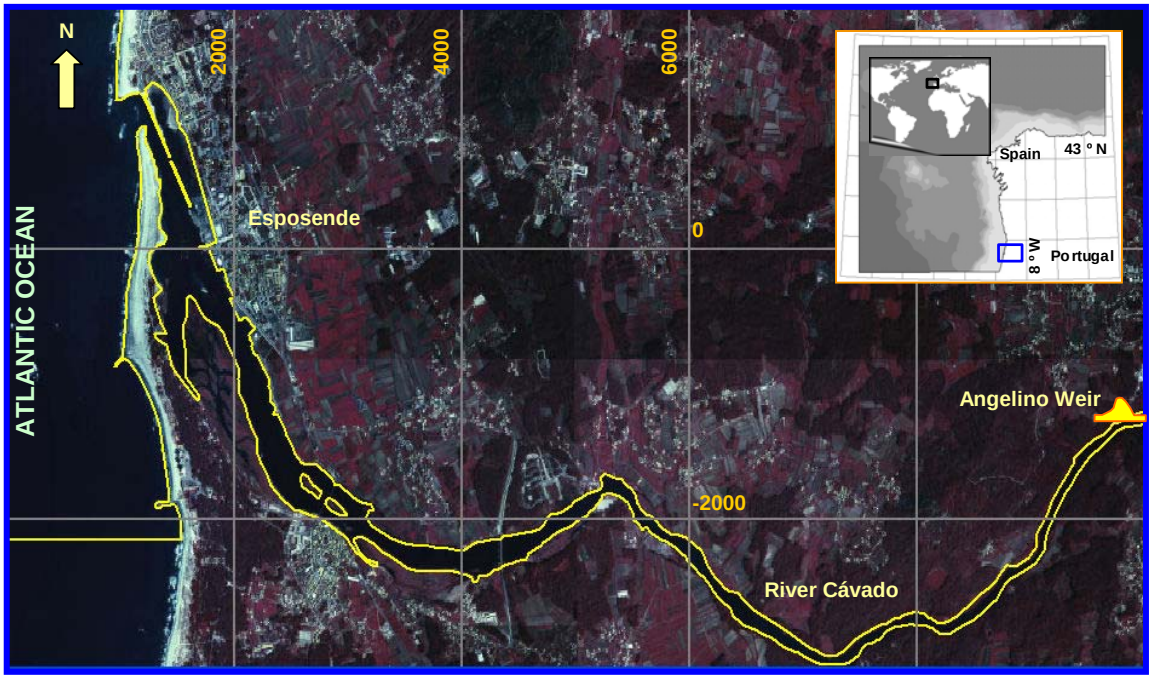



Figure 1- Location of the Cávado River estuary and inlet

.

**a) Sedimentary budget**

During the study period (1991, 1992, 2001, 2002 and 2003), topographic surveys along 4 N-S and 3 E-W lines were made, covering a 400m long and 195m wide area between the breakwater and the extreme N of the spit, to calculate the sedimentary budget at the inlet. The calculation of volumes and profile areas was done with the programs *Surfer version 8.0* and AutoCAD 2000. The volume calculation was made by *Kriging*, using the Trapezoidal, Simpson, and 3/8 of Simpson operation methods. The comparison of the values by the three modes resulted in volumes with a relative error of less than 0.06.

**b) Morphological changes of the tidal delta**

Three N-S profiles with about 40m intervals were made in the ebb tidal delta of the Cávado river mouth. These profiles were made in 1991, 1992, 2001, 2002, and 2003, at the Gauss/Hayford coordinate points 145028/508278, 145064/508286, and 145104/508280.

**GPS monitoring**

During July and August of 2003, the position changes of the ebb tidal delta were monitored with a GPS, and the wave breaker type registration was done.

**Wave data**

Wave data for 2001 to 2003, obtained from the near offshore buoy of Leixões harbour (Lat = 41º 19' 00" N; Long = 8º 59' 00" W; Depth = 83 meters), were reduced to yearly and

monthly averages. Wave breaker height ($H_b$) calculations used direct statistical averages of significant wave height and wave period records (Instituto Hidrográfico data). Breaker height was estimated in the surf zone, according to KOMAR and GAUGHAN (1972), considering the mean of significant wave height of the month prior to the beach survey (BENAVENTE et al. 2000). The yearly mean of the local tide amplitude was calculated from the Instituto Hidrográfico data.

**Sediment sampling**

Sediments were sampled on the bar-crest and seaward boundary of the bar. All samples were dry-sieved using 1-phi intervals, and size analyses were made with the software Sedmac (HENRIQUES, 2003), based on the moments method.

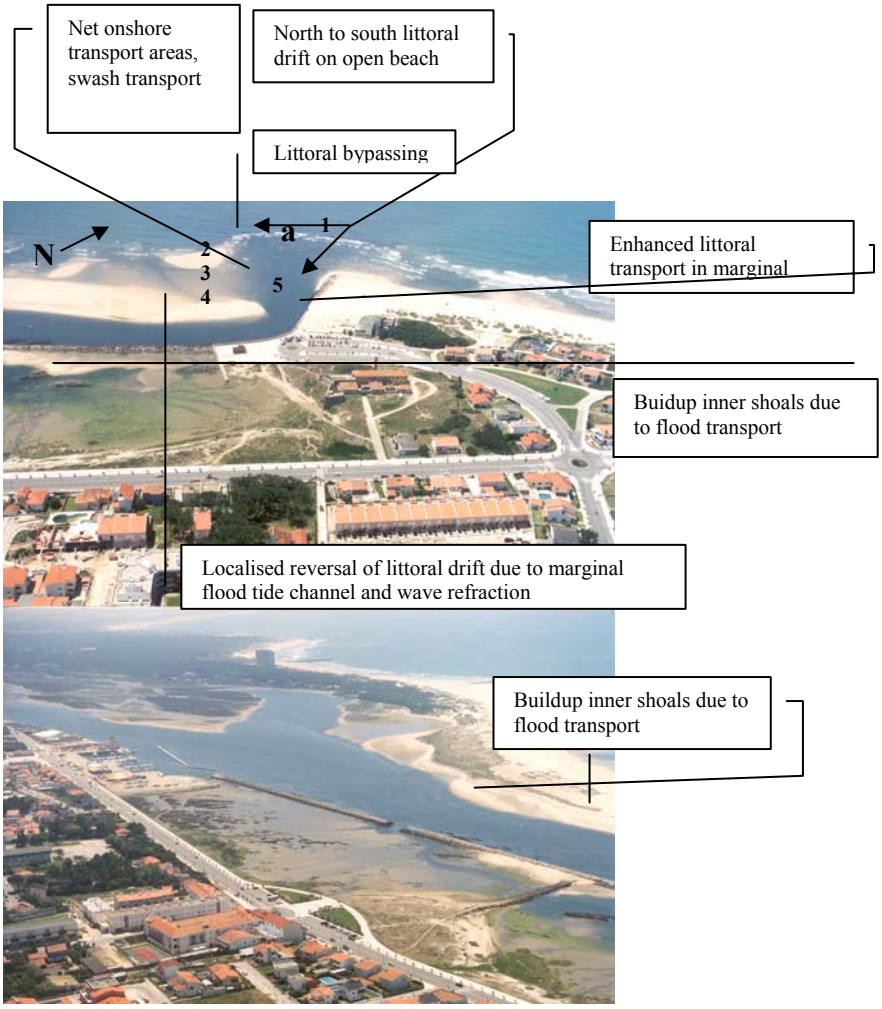



Figure 2 - Sediment pathways in the Cávado estuary mouth.
(1- Wave-dominated processes; 2, 3- Ebb tide-dominated processes; 4- Flood tide-dominated processes; 5- Main ebb tide channel; a- ebb terminal lobe)

**Hydrodynamic parameter calculations**

The parameters used to characterize the Cávado estuary inlet were: the hydrodynamic coefficient; tidal prism changes; bar changes of the ebb tidal delta; stability rate.

The hydrodynamic coefficient (HAYES, 1979) is given by the relation: yearly mean of the significant wave height / mean tide amplitude.

The tidal prism is the total amount of water flowing into or out of an estuary with movement during the spring tides through the minimum cross-sectional area of the inlet, below mean sea-level (O'BRIEN, 1931, 1969 and JARRET, 1976, in MICHEL, 1993). It depends on the spring tide amplitude and estuary dimensions (GOODWIN, 1996). The

relation between the minimum cross-sectional area of the inlet and tidal prism is given by the equation:

$A = C \cdot \Omega^n$ , where A = the minimum cross-sectional area (in $m^2$) of the inlet, below mean sea-level;

$\Omega$ = tidal prism during spring tides (in $m^3$); the minimum cross-sectional area was calculated (GASSIAT,1989). The changes of the minimum cross-sectional area were calculated comparing the same profile in 1991, 1992, 2001, 2002 e 2003.

C and n are two dimensionless constants; according to MICHEL (1993) this relation is given by the equation:

$$A = 4\ 10^{-4} \cdot \Omega^{0.9047} \text{ with a correlation } r^2 = 0.9514;$$

The stability rate is the relation tidal prism / total littoral drift ($M_{total}$) in $m^3$, corresponding to the total yearly volume of moved sediments by the action of different wave types, and any transport direction. The rate ($\Omega$ / $M_{total}$ ) represents the type of forcing between the flood tide perpendicular to the coast, and the sedimentary transport parallel to the shore, induced by waves (BRUUN and Gerritzen, 1960 and BRUUN *et al*., 1974).

With field data and using the KAMPHUIS formula (KAMPHUIS, 1993), the total littoral drift ($M_{total}$ ) was estimated to be $2.47 \times 10^6$ $m^3$/year.

**Mathematical formulations**

Sediment erosion and deposition studies must be based on a fully dynamic model description. In the absence of stratification, the RMA2/SED2D software packages (WES-HL, 1996, WES-HL, 2000) are excellent tools to predict the sand transport patterns. If vertical stratification prevails, a two-dimensional vertical modelling approach or a three-dimensional approach (PINHO, 2001) must be applied.

**Hydrodynamic model**

The two-dimensional hydrodynamic models in the horizontal plane (2DH) were implemented using the RMA2 software that is based on the finite element method (WES-HL, 1996). This model can be applied for situations where the water flow does not exhibit a significant vertical variation, as was mentioned before, and for situations that are not highly dependent on the waves action. It solves the depth-integrated equations of fluid mass and momentum conservation in two horizontal directions. The forms of the solved equations are:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial[(h+\eta)U]}{\partial x} + \frac{\partial[(h+\eta)V]}{\partial y} = 0 \tag{1}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} + U\frac{\partial U}{\partial x} + V\frac{\partial U}{\partial y} = &+fV - g\frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{g}{\rho}\frac{\partial \rho}{\partial X}\frac{h+\eta}{2} + \\ &+\frac{\rho_a k W_v^2 \cos\varphi}{h+\eta} - \frac{gU\sqrt{U^2+V^2}}{(h+\eta)C^2} + \frac{\varepsilon}{\rho}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2}\right) \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial t} + U\frac{\partial V}{\partial x} + V\frac{\partial V}{\partial y} = &-fU - g\frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{g}{\rho}\frac{\partial \rho}{\partial y}\frac{h+\eta}{2} + \\ &+\frac{\rho_a k W_v^2 sen\varphi}{h+\eta} - \frac{gV\sqrt{U^2+V^2}}{(h+\eta)C^2} + \frac{\varepsilon}{\rho}\left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2}\right) \end{aligned} \tag{3}$$

where $x$ and $y$ are the horizontal Cartesian coordinates, $t$ is the time, $U$ and $V$ are the vertical average of the horizontal velocity components, $\rho_a$ is the air density, $W_v$ is the wind velocity, $\varphi$ is the wind direction, $C$ is the Chezy coefficient and $\eta$ is the turbulent viscosity coefficient, $\rho$ is the water density, $h$ is water depth, $\omega$ is the water surface elevation, $k$ is an empirical wind shear coefficient and $f$ the Coriolis parameter.

**Sediment transport model**

The sediment transport model, SED2D (WES-HL, 2000) is applied to simulate the sediment

transport in aquatic environments. This programme can be applied to clay or sand bed sediments where flow velocities can be considered two-dimensional in the horizontal plane (i.e., the speed and direction can be satisfactorily represented as a depth-averaged velocity). It is useful for both deposition and erosion studies. The program treats two categories of sediment: noncohesive (sand), and cohesive (clay). Both clay and sand may be analyzed, but the model considers a single, effective grain size during each simulation. Therefore, a separate model run is required for each effective grain size. Fall velocity must be prescribed along with the water surface elevations, *x*-velocity, *y*-velocity, diffusion coefficients, bed density, critical shear stresses for erosion, erosion rate constants, and critical shear stress for deposition. There are four major computations, using a finite element based numerical method: convection-diffusion governing equation; bed shear stress calculation, bed source/sink term, bed strata discretization.

The basic convection - diffusion equation, reads:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U\frac{\partial C}{\partial x} + V\frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}\left(D_x \frac{\partial C}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(D_y \frac{\partial C}{\partial x}\right) + \alpha_1 C + \alpha_2 \tag{4}$$

where, $C$ is the sediment concentration, $D_x$ is the effective diffusion coefficient in $x$ - direction, $D_y$ is the effective diffusion coefficient in $y$ - direction, $\alpha_1$ is a coefficient for the source term, and $\alpha_2$ is the equilibrium concentration portion of the source term.

The bed shear stress is needed to evaluate the bed source-sink terms in the governing equation:

$$\tau_b = \rho\left(u^*\right)^2 \tag{5}$$

where, □ is the water density and $u^*$ is the shear velocity. Several options are available for computing bed shear stresses using, different formulations for $u^*$ computation: the smooth-wall log velocity profile; the Manning's shear stress equation; a Jonsson-type equation for surface shear stress; and a Bijker-type equation for total shear stress caused by waves and currents.

The form of the bed source term, is the same for deposition and erosion of both sands and clays. Methods of computing the alpha coefficients depend on the sediment type and whether erosion or deposition is occurring. For sand transport, the supply of sediment from the bed (i.e., the sediment reservoir) is controlled by the transport potential of the flow and availability of material in the bed. The bed source term is:

$$S = \frac{C_{eq} - C}{t_c} \tag{6}$$

where, $S$ is the source term, $C_{eq}$ is the equilibrium concentration (transport potential), and $t_c$ is the characteristic time for effecting the transition. The ACKERS-WHITE (1973) transport formula was adopted for calculating $C_{eq}$ for the sand size material.

Sand beds are considered to consist of a sediment reservoir of finite thickness, below which is a non erodible surface. Sediment is added to or removed from the bed at a rate determined by the value of the sink/source term at the previous and present time -steps. The mass rate of exchange with the bed is converted to a volumetric rate of change by the bed porosity parameter.

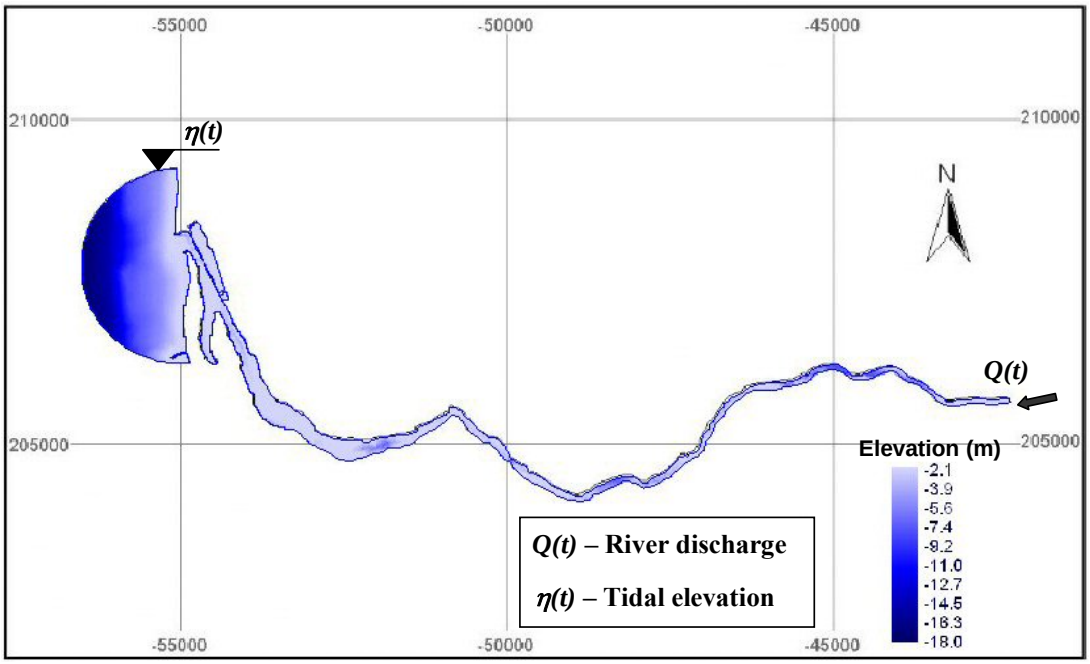
**Model implementation**

The regional hydrodynamic model beginning at the open ocean boundary and ending at the first upstream weir, was implemented using a finite element mesh with 6087 triangular quadratic elements (Figure 3b). This mesh was generated considering a minimum interior angle of 25º and a maximum element area constraint of 10000 $m^2$.

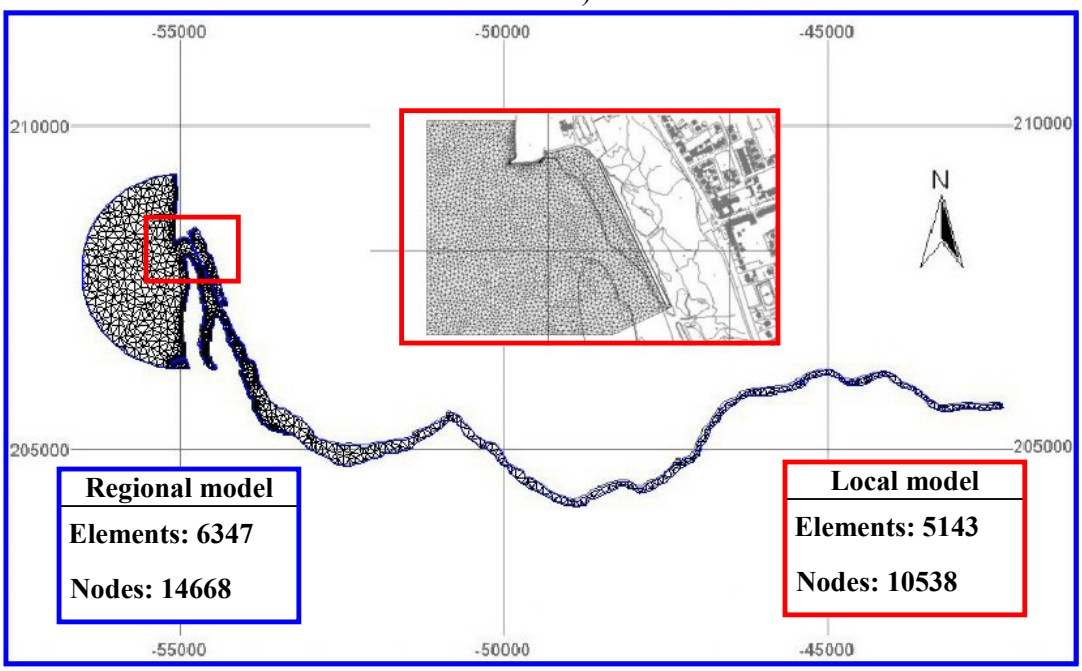
Two open boundaries were considered for the regional hydrodynamic model: an open ocean boundary at the estuary mouth, and an open river boundary at the upstream section of the river. At this location, the river discharges were considered. At the open ocean boundary

surface tide elevations were imposed, estimated according to the Topex-Poseidon satellite observation data through the SR95 program (JPL, 1996).

The solution of the regional model was used to establish the open boundary conditions of the local model, by interpolating the obtained hydrodynamic solution to the ocean and river boundaries of the local model. At these locations it was also defined concentrations in the sediment transport model.




**a**)




**b**)

Figure 3 - Hydrodynamic and sediment transport model: **a**) Bathymetry; **b**) 2DH finite element meshes

**Model Calibration and validation**

Results presented in this work are a first attempt to simulate the sediment transport patterns at the river Cávado inlet. Models calibration and validation requires significant data series that are not yet available. Meanwhile, at this work phase, model parameters were established using values determined in similar studies, available tidal data and other qualitative data observed in the field. Thus, values of 40 $m^{1/3}s^{-1}$ for the Manning-Strickler equation coefficient and 20 $m^2s^{-1}$ for the turbulent viscosity coefficient were adopted for the hydrodynamic models. Figure 4 depicts model computed (lines) and predicted (dots) tidal elevations for Esposende.

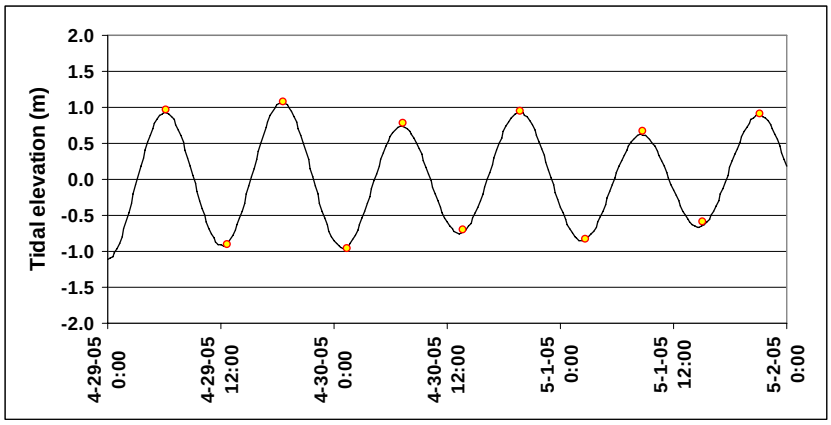



Figure 4 - Hydrodynamic model. Computed (lines) and predicted (dots) tidal elevations at Esposende.

## RESULTS

**Hydrodynamic coefficient**

Considering that the yearly (2002) mean significant height (Hs) was 2.45 m and the mean tidal amplitude (A) was 3.12 m (Instituto Hidrográfico, 2003), the hydrodynamic coefficient of the Cávado inlet (Hs/A, HAYES,1978) is 0.78. This means it is of mixed energy (wave and tide), with a prevailing action of tidal currents that promote an elongation of the tidal sandy bars of the ebb and flood tidal deltas.

**Tidal prism**

Data concerning the minimum cross-sectional area, representative of the tidal prism are given in Table 1 and Figure 5.

Using data from 1991, 1992, 2001, 2002 and 2003, tidal prism values were calculated. Data show that the minimum value for the tidal prism was reached in 1991 (5.46 x $10^5$ $m^3$ ), then increasing until 2001 when the maximum value of 8.61 x $10^6$ $m^3$ was recorded. After 2001, the trend was decreasing again.

| Year | Tidal prism ($x10^6$ $m^3$) | Minimum cross-sectional area ($m^2$) |
|---|---|---|
| 1991 | 0.55 | 62 |
| 1992 | 2.12 | 212 |
| 2001(a) | 8.61 | 752 |
| 2001(s) | 4.55 | 422 |
| 2002 | 3.41 | 325 |
| 2003 | 1.70 | 173 |

(a)– April ; (s) – September

Table 1- Values of tidal prism and of minimum channel cross-sectional area

**Stability rate**

With field data and using the KAMPHUIS formula (KAMPHUIS, 1993), the total littoral drift ($M_{total}$ ) was estimated to be $2.47x10^6$ $m^3$/year.

The stability rate for the Cávado inlet changed from a minimum of 0.22 (1991) to a maximum of 3.4 (2002), decreasing again until 2003, when the value was 0.6. Considering the average between 1991 and 2003, the stability rate was 1.4. According to MICHEL (1993), this classifies it as a very unstable inlet with easy silting-up.

**Bar changes of the ebb tidal delta**

Data from sections and profiles of emerged bars (above ZH) are presented in table 2.

| | **Cross-sectional area ($m^2$)** | | |
|---|---|---|---|
| **Year** | **Profile 1** | **Profile 2** | **Profile 3** |
| 1991 | 201 | 370 | 179 |
| 1992 | 213 | 348 | 169 |
| 2001 | 184 | 176 | 448 |
| 2002 | 203 | 216 | 191 |
| 2003 | 329 | 419 | 453 |

Table 2 –Evolution of the cross-sectional area of the bars of the ebb tidal delta.

Profile 1 – The most westward profile. The bar surface changes are irregular until 2001. From 2001 until 2003, the surface of the bars increases significantly.

Profile 2 – The intermediate profile. Between 1991 and 2001 the area of the bars has been halved, increasing again from 2001 until 2003.

Profile 3 – The most inland profile. The southern end is near the end of the spit. The surface of the bars increases significantly (about 300 $m^2$) possibly due to the erosion of the beach located north of the breakwater and of the end of sandy spit, here promoted by wave action and flood tidal flows.

Figure 6 shows two sandy ebb bars, with the longest axis oriented NE-SW, in the ebb flow direction, and an E-W oriented channel separating the smaller bar (longest axis ± 50 m) from the larger bar (longest axis ± 100 m). This bar was detached from the west face of the spit by a channel with 0.5 m of maximum depth and about 50 m wide.

The flood sandy bar (Figure 6a) situated south of the breakwater, presented an increase in area and volume from August until October 2001. From December 2001 until January 2002, the bar disappeared. In February 2002, it was formed again and remained in place until April of 2002. The spit platform covers an area of circa 400m by 300m.

During the observation period 2001/2002, the longer axis of the main flood bar changed from an E-W to a NE-SW position.

During the neap tide periods, the bars presented an E-NW to N-SE orientation, an aerial extent reduction, increase of the length of the smaller axis, vertical accretion, and a movement to the end of the spit.

During spring tide periods, the main orientation of the bar was E-W, its extension larger, its height was reduced, and the extension of the smaller axis decreased. The bar ends were sharper. The immerged bar on the north side of the mouth, presented a progression to the south and a vertical accretion, contributing to the increase of silting-up (depth= 0.5 m; sounding data, 11/08/02).

On May 2003, the spit platform was circa 500m by 180m, and its central part presented a vertical accretion of circa 2.5 m, while the oceanwards face presented a height decrease of circa 0.5 to 2.0 m (fig. 6). The river face presented an accentuated erosion through the migration from E to W of the 2m contour line.

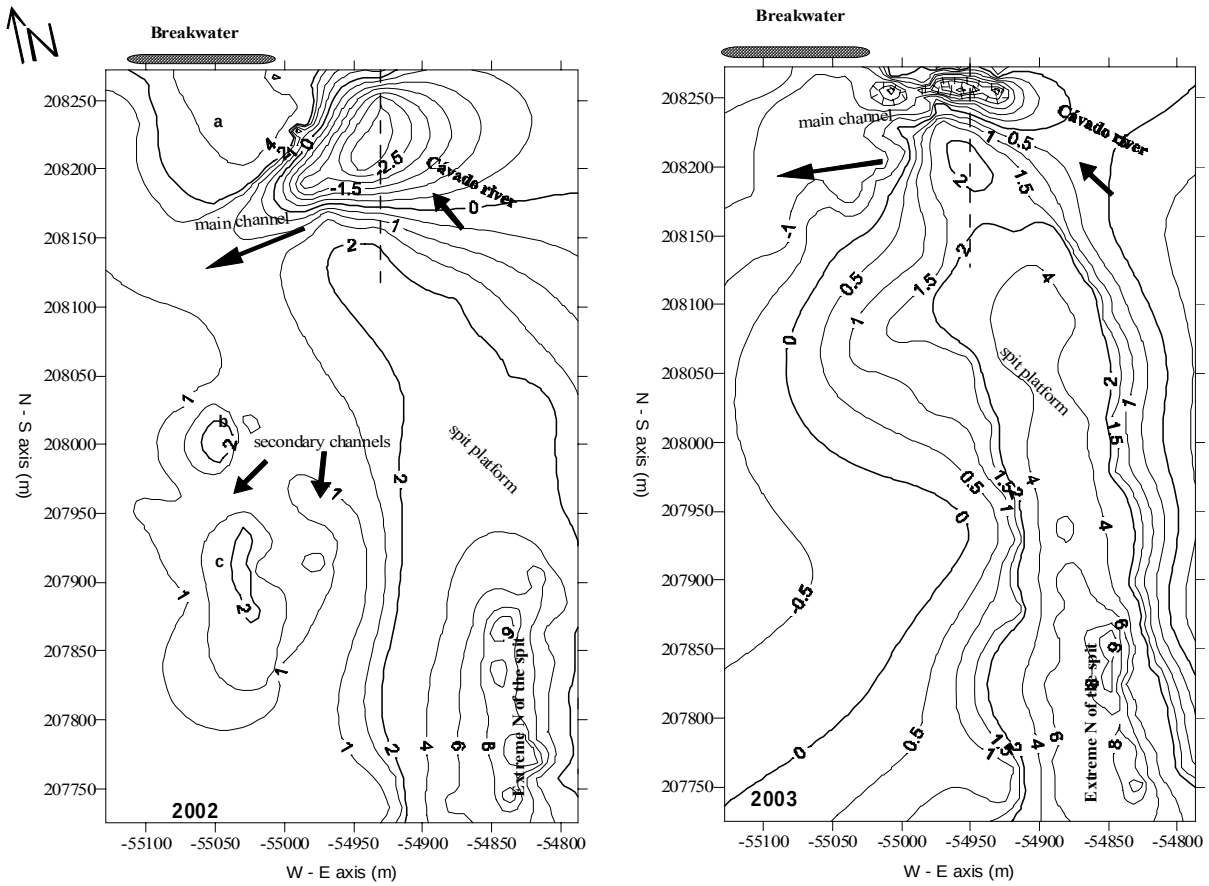



Figure 5 - Contour map of the Cávado estuary mouth (2002 and 2003). The dashed line represents the profile of the cross-sectional area (a, b, c: emerged sandy bars).

Sediments and morphological changes

Ebb tidal delta sediments are coarse to very coarse sand (mean 0.85mm) and gravels (mean 40mm).

The monitoring of ebb tidal delta changes, between July and August 2003 show that the bars of the ebb tidal delta have migrated from the north of the mouth to the SSE, close to the end of the spit. The spit platform showed ripple and dune bedforms from waves, swash, and tidal currents.

Sedimentary budget changes at the inlet

Data concerning the areas and volumes are presented in Table 3.

From table 3, it can be seen that the emerged bars (above ZH) presented increasing volumes, while the aerial extension decreased by circa 4 000m$^2$, until 1992. From 1992 until 2001, the volume and the aerial extension suffered an important decrease. Later on, their volume has increased, the maximum value being attained in 2003. The aerial extension from 1991 until 2003, presented a decreasing trend.

| Year | Volume (m$^3$) Above ZH | Volume (m$^3$) Below ZH | Area (m$^2$) Above ZH | Area (m$^2$) Below ZH |
|---|---|---|---|---|
| 1991 | 76 224 | 45 | 78 476 | 1 924 |
| 1992 | 103 172 | 687 | 73 699 | 2 681 |
| 2001 | 82 811 | 18 184 | 59 557 | 16 823 |
| 2002 | 138 623 | 18 617 | 71 426 | 12 974 |
| 2003 | 132 164 | 11 833 | 66 400 | 17 999 |

Table 3 - Volume and area changes of the sandy bars of the Cávado inlet.

The immerged bars (below ZH) from 1991 until 2003, presented an increasing trend in volume and aerial extension.

Globally, between 1991 and 2003, the morphodynamic trend of the Cávado inlet during storm and flooding situations, have shown:

- An increase of the channel depth, contributing to the increase of the tidal prism;
- An increase of the channel width, due to the erosion of the spit end;
- A sedimentary accumulation trend of the inner part of the inlet;
- During spring tide, the inlet presented an E-WNW main channel, with about 100 to 200 m width, an ebb bar with an E-W oriented long axis and a subtidal bar at the NW, promoting the silting-up of the entrance to the mouth;
- During neap tide, the inlet presented an E-W main channel and a secondary NE-SW channel; the ebb bar presented a vertical accretion and a migration to the south in the direction of the end of the spit.

The calculation of the sedimentary volume shows that during the considered period, the subtidal bars were subject to an increasing erosion trend.

**Simulated Scenarios**

Simulated scenarios were defined considering the river discharge and tide height. Adopted tide heights are representative of the neap-spring tidal range. Two different tide heights were considered: 3.05 m for spring tide and 1.00 m for neap tide. Only the average value for river discharge was adopted. The sediment transport model was used to simulate bed changes under the previous tidal regimes, considering a grain size of 2 mm.

**Hydrodynamics**

The hydrodynamic simulations were carried out in two steps: in the first step the transient solution between a hydrostatic situation and the dynamic solution was achieved; in the second step two tidal periods were computed using results corresponding to the final time step of the solution previously computed as initial conditions. Although the model calibration process has not been yet completed, it is possible to present some qualitative results (Figure 6).

The maximum current velocities occur at the river channel entrance. Depth average velocity at this location varies from 1.40 $ms^{-1}$ (S1) to 0.40 $ms^{-1}$ (S2) during flood tide and from 3.00 $ms^{-1}$ (S1) to 1.00 $ms^{-1}$ (S2) during ebb tide.

**Sediment transport**

Figure 7 shows the initial bottom topography considered in the sediment transport model simulations. Results for sediment deposition after 12.5 hours and 25 hours are presented in Figure 8.

For the spring tides simulation, two erosion zones are in evidence: one located south of the Esposende breakwater and the other located at the right of the sandy spit. The sediments deposit preferentially in two zones: the first one located between the sandy spit and the breakwater and the second one located in the ocean in front of the river inlet.

For neap tides, the erosion zones disappear (for the sediment characteristics used in the simulation) and a general tendency for deposition can be observed in the river channel.

For spring tides simulation it is apparent two erosion zones: one located south of the Esposende breakwater and the other located at right of the sandy spit. The sediments deposit preferentially at two zones: the first one located between the sandy spit and the breakwater and the second one located in the ocean in front of the river inlet.

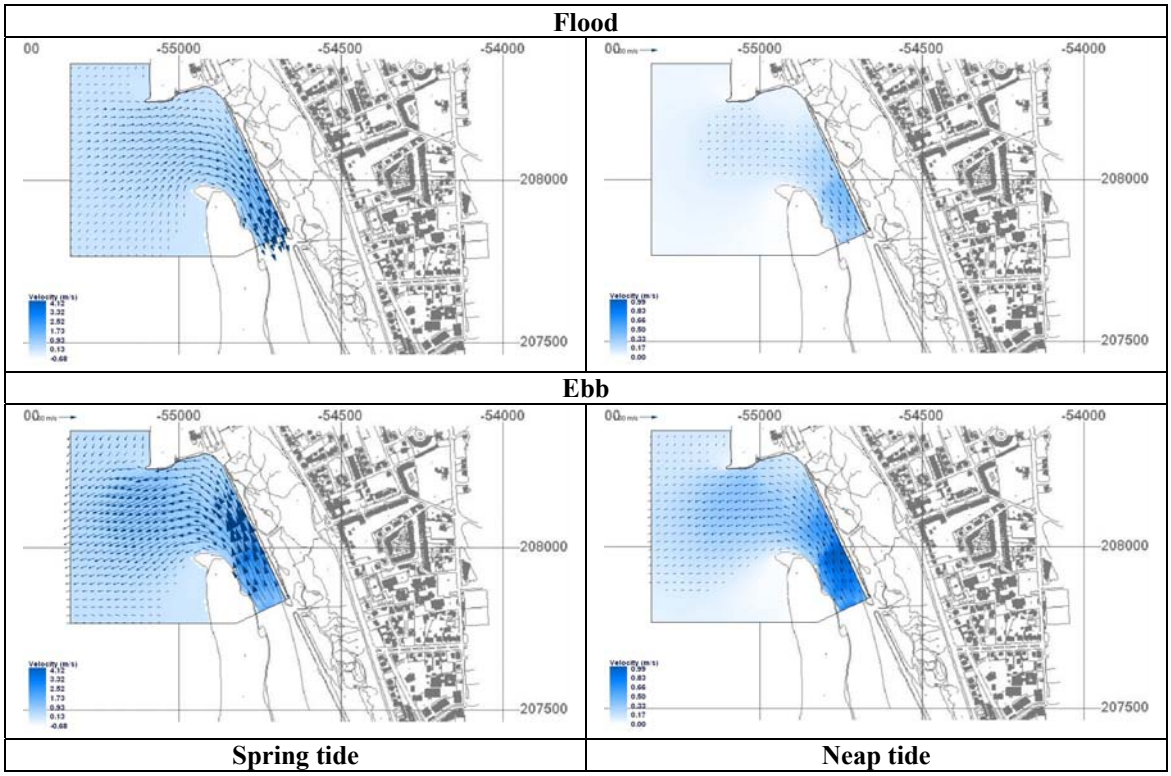



**Figure 6. Local hydrodynamic model: highest current velocities during ebb and flood.**

For neap tides the erosion zones disappear (for sediment characteristics considered in the simulation) and a general tendency for deposition can be observed in the river channel.

Figure 7. Local sediment transport model: initial bottom topography.

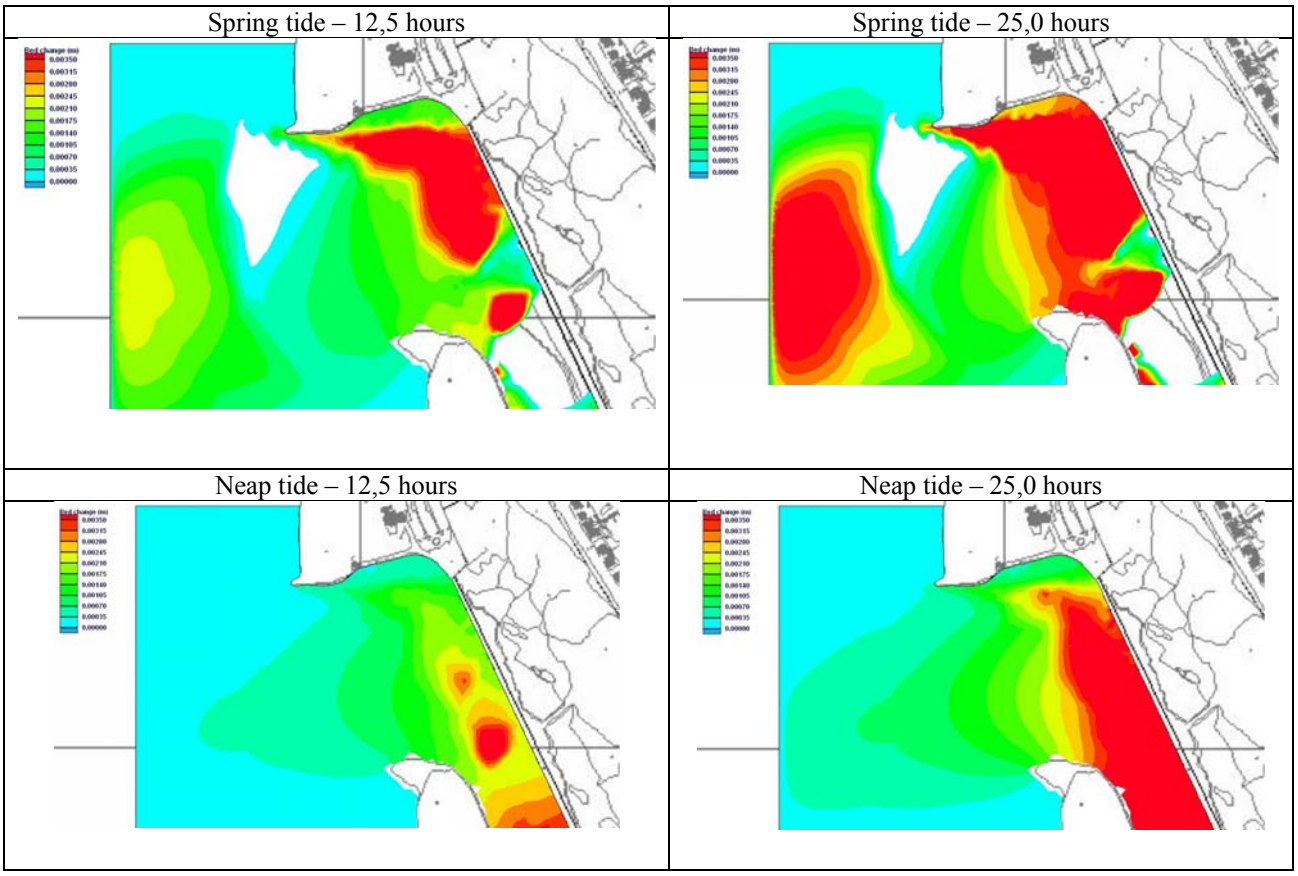



Figure 8. Local sediment transport model: bed change (deposition) under different tidal conditions.

## DISCUSSION

During the study period (1991/2003) the main change occurred during 1992, with the breaching of the spit platform and the formation of a new main channel with a width of circa 200m. The erosion of the spit beach and the washovers of the foredune by high wave action during the winter, and the discharge of floodwaters increased the scouring of the ebb currents, contributing to the breaching process of the spit.

Between 1993 and 2000, and apart from the lack of topo-hydrographic data, the periodic visual observation of the spit showed that the wet section did not show significant changes until the end of summer 2000.

On April 2001, the minimum cross-sectional area and tidal prism showed the maximum values. During the winter of 2000/2001, the floods of the Cávado River and storminess waves coincident with the springtides (February 2001) caused the breaching of the spit platform and the formation of new channel. This process contributed to increase the main channel depth and the erosion of the spit platform. Consequently, a decrease of inlet sedimentary budget of circa 20 000m$^3$ and an increase in the tidal prism and minimum cross-sectional values were observed.

From 2001 to 2003, the minimum cross-sectional area and tidal prism showed a decreasing trend. This situation was related to an increase of the sediment transport into the inlet by wave swash and flood tidal flow and a decrease of the ebb tidal flow.

During 2002, the presence of a flood tidal bar on the northern side of the inlet and two well-developed sand bars on the southern side, contributed to the increase of the sedimentary budget, the decrease of the tidal prism and of the minimum cross-sectional area in comparison with 2001 situation. During the neap tide cycle, with the decrease of wave height and prevailing spilling breakers, a vertical accretion of the ebb tidal delta bars and their migration southwards, with later weld of the bar to the spit platform, took place. This movement resulted in a greater refraction of the predominant NW and W waves around the ebb tidal delta. This

refraction caused a local reversal in dominant southward longshore sediment transport. During the spring tides of April 2002, the disappearance of the flood delta located south of the breakwater, was possibly due to the gradual transport of part of the sediments inside the estuary by a strong flood current (visual data and fishermen information point to an increase of silting-up of estuary). It is probable in addition, that another part of those sediments has contributed to the accretion by the strong ebb flow action of the ebb tidal delta bars, the aerial extension of which had increased.

Before this situation, the inlet presented an E-WNW main channel of about 100 and 200 m width, a small SW-oriented marginal channel, an ebb bar with E-W-oriented long axis, and a subtidal bar at the NW, promoting the silting-up of the entrance of the inlet. The tidal currents, partly concentrated in the northern channel, caused the erosion of the subtidal bar at the NW. Most of the alongshore sediment is trapped by the outer delta. Consequently, the lack of sediment supply and the southward migration of the marginal channel caused the erosion of the spit platform.

During 2003, the sedimentary volume in the entrance of the inlet showed that relative to 2002, the mouth presented an erosive trend. The existence of only one E-W channel contributed to a greater concentration of ebb flow, constituting a hydrodynamic obstacle to the southward drift, that was then deviated offshore. On the other side, the area of the subtidal bar at the north of the inlet increased, while the ebb bars were eroded by the main action of the waves. South of the inlet, the northwards-oriented reverse drift and the flood flow would have contributed to the vertical accretion of the spit platform, its N-S extension increase and a significant decrease of its width (about 120 m).

Considering that between 1991 and 2003, the tidal prism showed a mean value of $3.40 \times 10^6$ $m^3$, and that in 2003 its value was circa $1.70 \times 10^6$ $m^3$, this means that the inlet presents a strong trend for silting-up presently. In addition, the minimum sectional area has decreased 2.5 times and the channel width decreased 15m, which is not surprising considering that the stability rate of the Cávado mouth is 1.4 (very unstable and easily infilled).

The morphodynamic changes are the result of the intense increasing of flood and ebb tidal currents during the spring tides period associated to the wave processes and sediment amounts. The increase of wave breaker-heights and dominant plunging breakers contribute to the attack of the delta bars and the extreme N of the sandy spit by high-energy waves. The sand enters the main inlet channel by wave action or through marginal channels by tidal currents. Additional sand is transported into the inlet by flood tidal and wave-generated currents over the shallow swash platform that flanks the south side of the main channel.

The morphological and volumetric changes on the emerged and immerged bars seem to show the existence of sand transport between both. The accretion of the emerged bars will essentially result in sediment transport coming from the subtidal area, southwards drift, and erosion of the spit platform. Between 2002 and 2003, the spit platform length increased by circa 100m and its width decreased by circa 120m. Though the bars have different morphologies, they never grow oceanwards, due to the counteraction of the waves. Tide flows, on the contrary, are the main agents in the formation of the bars of the ebb tidal delta, on the boundary of the interaction of littoral drift and ebb flow.

The limit of action of littoral drift is situated at $d = H / 0.78$ (HARDISLY and LAVER, 1989), where d is depth (m) and H the wave mean height (m) when it brakes. Considering the wave mean breaker-height of 2.9m, during the period 2002-2003 (Instituto Hidrográfico data, 2003), the limit of action of littoral drift at the mouth would be at a depth of about 3.7m, estimated depth for the beginning of the ebb terminal lobe.

Presented hydrodynamic and sediment transport simulations results constitute a first attempt to understand the general behaviour of the bottom sediments in the Cávado River inlet under different river flows regimes and tidal conditions.

Waves, a key action in the sediment transport patterns, were not considered in the simulations. More detailed spatial information is needed in order to improve the simulations robustness. However, achieved results reasonably agree with observed data.

## CONCLUSION

The morphological changes of the inlet cannot be considered in isolation. They are part of changes on the spit and on the coastal shore northwards.

From 1991 to 2003, the inlet maintained approximately the same conFiguration and aerial extent. It underwent small-scale changes associated with the formation and migration of swash bars and marginal channels. The ebb main channel has been located on the north side of the inlet, presenting a small migration to the SW when the flood tidal bar was located at the northern side. The spit platform has undergone some width, height and length changes. The breaching of the spit platform commonly occurs during storm conditions coincident with spring tides.

The present state of degradation of the breakwater on the northern side of the inlet, the reduced river flow and the absence of fluvial floods since 2001, would have contributed to an increase of the silting- up of the estuary.

The silting-up of the estuary decreases the channel depth. Consequently, the tidal prism and the capacity and competence of sedimentary transport by the currents have decreased. This generates a positive feedback that progressively contributes to the infilling of the estuary. This progressive infilling and decrease of tidal prism reinforce the instability of the inlet, contributing to the collapse of estuarine ecosystems.

Presently, the Cávado inlet shows a continued infilling trend that increases with depth decrease. This fact is a risk for all type of boats, especially those of local fishermen.

Achieved results can be used as an important auxiliary source of information in order to select gauge stations for measurements of tidal water elevations, current velocity, and sediment concentrations. Once adequately calibrated, the developed models will constitute a powerful tool in assessing the bathymetric alterations under different hydrodynamic regimes, or to evaluate the efficiency of maritime works designed to protect Esposende and the sandy spit.

## *ACNOWLEDGEMENTS*

We are grateful to APPLE and to Câmara Municipal de Esposende for their support to this study.
We would like to acknowledge Dr. Th. de Groot for his valuable contribution to the revision of this paper.

## *REFERENCES*

ACKERS, P. and WHITE, W. R., 1973. Sediment Transport: New Approach and Analysis. *Journal of the Hydraulics Division*, American Society of Civil Engineers, No. HYll.

BENEVAVENTE J., GRACIA F. J. and LÓPEZ-AGUAYO F., 2000. Empirical model of morphodynamic beachface behaviour for low-energy mesotidal environments. *Marine Geology*, 167: 375-390.

BRUUN, P. and GERRITSEN, 1960. *Stability of coastal inlets*. North Holland Publ. Co., Amsterdam, 123 p.

BRUUN, P., GERRITSEN, F. and BHAKTA, N.P., 1974. Evaluation of overall entrance stability of tidal entrances. *Proc. 14th Conf. Coastal Engineering*, Copenaghen, 1566-1584.

CAMERON, W.M. and Pritchard, D.W. (1963). Estuaries. In: *The sea*. Vol. (II). M.N. Hill (ed) Interscience, New York. p306–324.

DAVIS, R.A. and HAYES, M. O., 1984. What is a wave dominated coast? *Marine Geology*, 60, 313-329.

DRUERY, B.M., DYSON, A.R. and GREENTREE, G.S. (1983). *Fundamentals of Tidal Propagation in Estuaries*. Proc. 6th Aust. Conf. Coastal and Ocean Engineering, 1983.

DYER, K.R.,1997. *Estuaries : a physical introduction*, Second Edition. J. Wiley and Sons Ltd., Chichester. 195pp.

FITZGERALD, D. M., 1984. Interactions between the ebb-tidal delta and landward shoreline: Price Inlet, South Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, 4, 54,1303-1318.

GASSIAT, L., 1989. *Hydrodynamique et évolution sédimentaire d'un système lagune-fléche littorale (Bassin d Arcachon-Cap Ferret)*. Thèse de 3eme cycle, Université Bordeaux I, 228p.

GOODWIN, P., 1996. Predicting the stability of tidal inlet for wetland and estuary management. *Journal of Coastal Research*, S.I. 23, 83-102.

GORMAN L., MORANGO A., and LARSON R., 1998. Monitoring the coastal environment; Part IV: Mapping, shoreline changes, and bathymetric analysis. *Journal of Coastal Research*, 14(1), 61-92.

HARDISTY, J. and LAVER, A. J., 1989. Breaking waves on a macrotidal beach: a test of McGowan's criteria. *Journal of Coastal Research*, 5, 79-82.

HAYES, M. O., 1979. Barrier islands morphology as a function of tidal and waves regime. In: S. P. Leatherman (Ed.), *Barrier islands from the Gulf St Laurent to the Gulf of Mexico*, New York, Academic Press, 2,p. 1-28.

HENRIQUES, R., 2003. SEDMAC/SEDPC: programa informático de apoio à análise dimensional de populações detríticas. *Ciências da Terra,* Volume Especial, VI Congresso Nacional de Geologia, Faculdade e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, p40.

JARRETT, J. T., 1976. Tidal prism-inlet area relationships. *GITI Rep. 3*, US Army CERC, Ft. Belvoir, Va., 32p.

KAMPHUIS, J. W., DAVIES, M. H., NAIRN, R. B. and SAYO, O. J., 1986. Calculation of litoral sand transport rate. *Coastal Engineering*, 10, 1-21.

KOMAR P. D. and GAUGHAN M. K., 1972. Airy wave theory and breaker height prediction. Proceedings of the 13th International Conference on Coastal Engineering ASCE, pp. 405-418.

MICHEL, D., 1993. *Dynamique sédimentaire en milieu littoral, évolution morphodynamique de la plage de la Salie*. Thèse d'État. Université de Bordeaux I, p. 24-25.

O'BRIEN, M. P., 1939. Tidal prism related to entrance areas. *Civil Engineering,* 1, 738-739.

PINHO, J. L. S., 2001. *Mathematical modelling application to hydrodynamics and water quality studies of coastal zones*. PhD Thesis. University of Minho, Braga, Portugal (in Portuguese)

PRITCHARD, D.W., 1955. Estuarine circulation patterns. *Proc. Am. Soc. Civ. Eng.*, **81**, No. 717.

JPL. A collection of global ocean tide models. Jet Propulsion Laboratory, Physical Oceanography Distributed Active Archive Center, Pasadena, CA; 1996. URL: http://podaac.jpl.nas.gov/

WES-HL, Users Guide To RMA2 Version 4.3, US Army Corps of Engineers - Waterways Experiment Station Hydraulics Laboratory, Vicksburg, USA (1996)

WES-HL, Users Guide To SED2D Version 4.5, US Army Corps of Engineers - Waterways Experiment Station Hydraulics Laboratory, Vicksburg, USA (2000)

--2002. Relatório de observações meteorológicas. Departamento de Pilotagem do Porto de Viana do Castelo.

--2003. Parâmetros da agitação marítima. Instituto Hidrográfico da Marinha, Lisboa.

## ANEXOS 2

### Levantamentos topo-hidrográficos

| | | 1994 | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 1 | -56260,39 | 215549,64 | 13,6 |
| 2 | -56262,33 | 215549,43 | 12 |
| 3 | -56275,46 | 215549,95 | 10 |
| 4 | -56278,38 | 215547,01 | 8 |
| 5 | -56289,88 | 215545,34 | 6 |
| 6 | -56303,92 | 215543,46 | 5,2 |
| 7 | -56315,26 | 215543,24 | 4,01 |
| 8 | -56325,92 | 215536,14 | 3,28 |
| 9 | -56340,63 | 215536,14 | 2 |
| 10 | -56322,45 | 215697,4 | 8,05 |
| 11 | -56336,31 | 215696,8 | 10 |
| 12 | -56338,82 | 215697,39 | 8 |
| 13 | -56352,58 | 215696,17 | 6 |
| 14 | -56363,26 | 215695,66 | 4,1 |
| 15 | -56372,65 | 215696,05 | 4 |
| 16 | -56402,43 | 215694,07 | 2,4 |
| 17 | -56417,88 | 215693,43 | 2 |
| 18 | -56226,75 | 215400,68 | 8,01 |
| 19 | -56240,94 | 215395,68 | 6 |
| 20 | -56247,23 | 215396,55 | 5,2 |
| 21 | -56260,04 | 215396,85 | 4 |
| 22 | -56279,37 | 215395,54 | 2,2 |
| 23 | -56295,23 | 215394,66 | 2 |
| 24 | -56104 | 214604 | 9 |
| 25 | -56136,23 | 214602,99 | 8 |
| 26 | -56137,23 | 214602,99 | 7,3 |
| 27 | -56144,75 | 214603,98 | 6 |
| 28 | -56164,35 | 214603,98 | 4 |
| 29 | -56181,26 | 214603,88 | 3 |
| 30 | -56189,25 | 214603,98 | 2 |
| 31 | -56126,25 | 214527,35 | 7,1 |
| 32 | -56119,64 | 214579,94 | 9,3 |
| 33 | -56177,54 | 214506,06 | 3,2 |
| 34 | -56114,76 | 214452,1 | 9,84 |
| 35 | -56124,38 | 214451,14 | 8 |
| 36 | -56139,66 | 214452,34 | 6 |
| 37 | -56160,56 | 214452,45 | 4,01 |
| 38 | -56175,03 | 214452,1 | 3,5 |
| 39 | -56200,9 | 214452,44 | 2 |
| 41 | -55988,16 | 213704,1 | 8,1 |
| 42 | -55994,22 | 213703,98 | 6,1 |
| 43 | -56001,74 | 213704,03 | 6 |
| 44 | -56006,9 | 213703,74 | 6,01 |
| 45 | -56024,17 | 213703,94 | 6,1 |
| 46 | -56038,43 | 213704,71 | 6,01 |
| 47 | -56055,12 | 213704,64 | 4,01 |
| 48 | -56072,55 | 213704,03 | 2 |
| 49 | -56076,8 | 213706,8 | 1,98 |
| 50 | -56101,25 | 213706,8 | 1,48 |
| 51 | -55989,3 | 214006,4 | 22,01 |
| 52 | -56004,92 | 214006,4 | 22 |
| 53 | -56005,94 | 214006,33 | 20 |
| 54 | -56008,62 | 214006,32 | 20 |
| 55 | -56009,93 | 214006,31 | 22 |
| 56 | -56011,76 | 214006,29 | 22 |
| 57 | -56017,28 | 214006,27 | 20 |
| 58 | -56018,97 | 214006,27 | 18 |
| 59 | -56020,76 | 214006,26 | 16 |
| 60 | -56023,33 | 214006,24 | 14 |
| 61 | -56027,26 | 214006,22 | 12 |
| 62 | -56034,66 | 214006,18 | 10 |
| 63 | -56043,82 | 214006,1 | 9 |
| 64 | -56046,68 | 214006,18 | 8 |
| 65 | -56063,18 | 214006,07 | 6 |
| 66 | -56074,06 | 214006,06 | 4 |
| 67 | -56092,2 | 214005,94 | 2,5 |
| 68 | -56101,29 | 214005,94 | 2 |
| 69 | -55967,61 | 213584,54 | 13,9 |
| 70 | -55987,24 | 213584,51 | 8,3 |
| 71 | -55993,37 | 213584,65 | 8,01 |
| 72 | -56007,68 | 213584,5 | 7,25 |
| 73 | -56043,79 | 213584,03 | 6 |
| 74 | -56069,32 | 213585,25 | 4 |
| 75 | -56085,64 | 213586,46 | 2 |
| 76 | -55970,3 | 213114,8 | 10 |
| 77 | -55992,27 | 213115,32 | 8,01 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 78 | -56001,04 | 213114,7 | 6 |
| 79 | -56015,94 | 213114,9 | 4 |
| 80 | -56032,66 | 213114,91 | 2,4 |
| 81 | -56051,52 | 213115,19 | 2 |
| 82 | -55934,21 | 212950,43 | 10 |
| 83 | -55967,36 | 212952,63 | 8 |
| 84 | -55973,97 | 212951,78 | 7,5 |
| 85 | -55989,72 | 212951,61 | 6 |
| 86 | -56010,37 | 212952,82 | 4 |
| 87 | -56034,35 | 212951,61 | 2,3 |
| 88 | -56051,12 | 212952,57 | 2 |
| 89 | -55960,07 | 212868,31 | 8,2 |
| 90 | -55967,27 | 212868,6 | 8 |
| 91 | -55981,04 | 212868,98 | 6,01 |
| 92 | -56005,43 | 212869,31 | 4 |
| 93 | -56022,02 | 212868,22 | 2,3 |
| 94 | -56038,4 | 212869,23 | 2 |
| 95 | -55969,75 | 212823,21 | 6,01 |
| 96 | -55981,2 | 212835,75 | 4,6 |
| 97 | -55998,3 | 212833,55 | 4 |
| 98 | -56015,3 | 212829,5 | 2,3 |
| 99 | -56041,45 | 212824,45 | 2 |
| 100 | -55818,86 | 212540,27 | 15,9 |
| 101 | -55827,34 | 212540,26 | 14 |
| 102 | -55829,49 | 212540,28 | 12 |
| 103 | -55831,59 | 212540,28 | 10 |
| 104 | -55839,9 | 212538,59 | 8 |
| 105 | -55860,63 | 212540,63 | 6,01 |
| 106 | -55882,89 | 212540,28 | 4 |
| 107 | -55890,03 | 212540,28 | 2,6 |
| 109 | -55713,12 | 212395,72 | 10 |
| 110 | -55720,33 | 212395,83 | 8 |
| 111 | -55725,92 | 212395,48 | 7,4 |
| 112 | -55747,27 | 212395,42 | 6,05 |
| 113 | -55754,32 | 212395,33 | 4 |
| 114 | -55766,13 | 212389,03 | 2,1 |
| 115 | -55779,21 | 212388,12 | 2 |
| 117 | -55645,9 | 212169,4 | 15,8 |
| 118 | -55648,93 | 212169,39 | 12 |
| 119 | -55657,18 | 212170,13 | 10 |
| 120 | -55674,29 | 212170,3 | 8,9 |
| 121 | -55680,3 | 212168,98 | 8 |
| 122 | -55690,87 | 212169,94 | 6 |
| 123 | -55705,56 | 212168,32 | 4 |
| 124 | -55719,36 | 212169,41 | 2,7 |
| 125 | -55733,16 | 212167,96 | 2 |
| 126 | -55501,3 | 211836,56 | 9,38 |
| 127 | -55511,52 | 211831,85 | 8 |
| 128 | -55524,83 | 211826,31 | 6,01 |
| 129 | -55546,83 | 211818,48 | 4 |
| 130 | -55573,84 | 211806,44 | 2 |
| 131 | -55486,55 | 211793,57 | 9,39 |
| 132 | -55492,65 | 211790,28 | 8 |
| 133 | -55504,77 | 211785,68 | 6,01 |
| 134 | -55521,11 | 211779,61 | 4 |
| 135 | -55533,06 | 211774,61 | 2,5 |
| 136 | -55543,72 | 211769,82 | 2 |
| 137 | -55456,64 | 211766,71 | 10,8 |
| 138 | -55472,28 | 211762,87 | 10 |
| 139 | -55479,29 | 211757,93 | 8 |
| 140 | -55496,26 | 211754,56 | 6 |
| 141 | -55511,42 | 211747,6 | 4 |
| 142 | -55534,86 | 211738,6 | 2 |
| 143 | -55444,17 | 211701,41 | 8 |
| 144 | -55461,54 | 211696,38 | 7,1 |
| 145 | -55478,35 | 211691,26 | 6,01 |
| 146 | -55499,04 | 211684,3 | 4,01 |
| 147 | -55517,41 | 211679,81 | 2,3 |
| 148 | -55534 | 211675,21 | 2 |
| 149 | -55430,37 | 211564,73 | 10,3 |
| 150 | -55439,43 | 211564,67 | 8 |
| 151 | -55446,83 | 211572,26 | 7,09 |
| 152 | -55452,96 | 211564 | 6,01 |
| 153 | -55463,37 | 211564,71 | 5,9 |
| 154 | -55488,53 | 211564,38 | 4 |
| 155 | -55496,89 | 211567,71 | 2,6 |
| 156 | -55508,71 | 211567,74 | 2 |
| 157 | -55421,38 | 211499 | 13,88 |
| 158 | -55425,28 | 211499,37 | 12 |
| 159 | -55431,03 | 211498,43 | 10 |
| 160 | -55443,55 | 211499,37 | 8,5 |
| 161 | -55454,2 | 211498,25 | 8 |
| 162 | -55465,34 | 211499,82 | 6 |
| 163 | -55485,06 | 211499,73 | 4,01 |
| 164 | -55496,39 | 211499,36 | 3,2 |
| 165 | -55509,56 | 211498,05 | 2 |
| 166 | -55419,65 | 211454,08 | 10 |
| 167 | -55425,88 | 211454,83 | 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 168 | -55441,88 | 211454,83 | 8,3 |
| 169 | -55451,96 | 211453,92 | 8 |
| 170 | -55463,32 | 211456,44 | 6 |
| 171 | -55481,03 | 211455,99 | 4 |
| 172 | -55503,16 | 211454,22 | 2 |
| 173 | -55388 | 211332,2 | 18,6 |
| 174 | -55392,64 | 211332,44 | 16 |
| 175 | -55404,52 | 211330,03 | 14 |
| 176 | -55411,51 | 211328,73 | 12 |
| 177 | -55415,68 | 211327,94 | 10 |
| 178 | -55437,94 | 211328,49 | 8 |
| 179 | -55444,26 | 211329,12 | 6,98 |
| 180 | -55450,16 | 211328,24 | 6,01 |
| 181 | -55469,14 | 211327,97 | 4 |
| 182 | -55478,31 | 211325,85 | 2,8 |
| 183 | -55486,97 | 211327,75 | 2 |
| 184 | -55393,9 | 211213,1 | 12,4 |
| 185 | -55398,63 | 211213,14 | 12 |
| 186 | -55403,18 | 211213,13 | 10 |
| 187 | -55415,11 | 211213,13 | 8,3 |
| 188 | -55423,61 | 211213,13 | 8 |
| 189 | -55437,39 | 211211,68 | 6,01 |
| 190 | -55454,96 | 211214,1 | 4,01 |
| 191 | -55465,05 | 211213,14 | 3 |
| 192 | -55473,6 | 211212,79 | 2 |
| 193 | -55387,73 | 211165,9 | 14,64 |
| 194 | -55390,43 | 211165,71 | 14 |
| 195 | -55393,28 | 211165,61 | 12 |
| 196 | -55396,11 | 211165,7 | 10 |
| 197 | -55409,54 | 211164,97 | 8 |
| 198 | -55421,99 | 211164,44 | 6,3 |
| 199 | -55432,68 | 211163,78 | 6,01 |
| 200 | -55451,98 | 211163,18 | 4 |
| 201 | -55462,88 | 211162,8 | 3 |
| 202 | -55470,32 | 211162,46 | 2 |
| 203 | -55387,53 | 211116,19 | 12 |
| 204 | -55391,09 | 211115,76 | 10 |
| 205 | -55402,47 | 211115,51 | 8 |
| 206 | -55425,04 | 211115,6 | 6,01 |
| 207 | -55445,96 | 211114,37 | 4,01 |
| 208 | -55466,93 | 211115,76 | 2 |
| 209 | -55393,6 | 211068,53 | 10 |
| 210 | -55398,95 | 211068,5 | 8 |
| 211 | -55420,18 | 211068,67 | 6 |
| 212 | -55439,04 | 211068,11 | 4 |
| 213 | -55448,65 | 211067,87 | 3,1 |
| 214 | -55460,75 | 211067,82 | 2 |
| 215 | -55368,03 | 211030,76 | 10 |
| 216 | -55376,21 | 211029,03 | 9,1 |
| 217 | -55384,17 | 211026,25 | 8 |
| 218 | -55398,67 | 211026,76 | 6 |
| 219 | -55410,87 | 211025,4 | 5,69 |
| 220 | -55435,14 | 211027,71 | 4 |
| 221 | -55443,93 | 211026,95 | 2,8 |
| 222 | -55453,48 | 211025,21 | 2 |
| 223 | -55357,55 | 210726,14 | 5,1 |
| 224 | -55400,8 | 210723,91 | 5 |
| 225 | -55414,12 | 210723,86 | 4 |
| 226 | -55433,17 | 210721,87 | 3,2 |
| 227 | -55448,18 | 210720,54 | 2 |
| 228 | -55386,31 | 210866,02 | 5,43 |
| 229 | -55420,15 | 210866,15 | 4,8 |
| 230 | -55430,39 | 210866,44 | 4 |
| 231 | -55445,5 | 210866,14 | 2,1 |
| 232 | -55464,74 | 210866,71 | 2 |
| 233 | -55381,08 | 210944,4 | 5,2 |
| 234 | -55414,55 | 210944,77 | 5,1 |
| 235 | -55431,32 | 210944,46 | 4 |
| 236 | -55449,39 | 210946,8 | 2,9 |
| 237 | -55469,1 | 210944,77 | 2 |
| 240 | -55184,64 | 210173,93 | 6 |
| 241 | -55221 | 210173 | 4,1 |
| 242 | -55238,25 | 210171,01 | 4 |
| 243 | -55267,11 | 210172,48 | 2 |
| 244 | -55276,49 | 210169 | 2 |
| 245 | -55306 | 210169,99 | 2,2 |
| 246 | -55326,06 | 210168,41 | 2 |
| 247 | -55195,82 | 210148,65 | 8 |
| 248 | -55209,93 | 210148,01 | 6 |
| 249 | -55236,84 | 210148,17 | 4 |
| 250 | -55269,79 | 210147,32 | 2,7 |
| 251 | -55305 | 210147 | 2,1 |
| 252 | -55329,17 | 210146,1 | 2 |
| 253 | -55248,78 | 210313,26 | 8 |
| 254 | -55250,84 | 210312,55 | 6 |
| 255 | -55253,47 | 210313,07 | 4 |
| 256 | -55254,63 | 210312,94 | 2 |
| 257 | -55260,34 | 210313,46 | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 258 | -55289,08 | 210307,79 | 2,3 |
| 259 | -55316,54 | 210306,82 | 2,9 |
| 260 | -55337,88 | 210304,58 | 2 |
| 261 | -55232,06 | 210274,17 | 6 |
| 262 | -55242,99 | 210271,58 | 5,8 |
| 263 | -55253,31 | 210271,55 | 4 |
| 264 | -55257,14 | 210270,19 | 2 |
| 265 | -55262,43 | 210269,47 | 2 |
| 266 | -55279,9 | 210267,07 | 3,2 |
| 267 | -55313,04 | 210261,1 | 2,7 |
| 268 | -55332,67 | 210255,28 | 2 |
| 269 | -55228,24 | 210214,87 | 4,8 |
| 270 | -55204,5 | 210210,3 | 5 |
| 271 | -55218,06 | 210233,03 | 5,8 |
| 272 | -55283,88 | 210220,72 | 2,9 |
| 273 | -55303,08 | 210180,73 | 2,2 |
| 274 | -55249,41 | 210200,93 | 4 |
| 275 | -55257,85 | 210201,54 | 2 |
| 276 | -55262,41 | 210200,89 | 2 |
| 277 | -55324,88 | 210191,14 | 2 |
| 278 | -55194,52 | 210087,97 | 8 |
| 279 | -55213,87 | 210072,8 | 6 |
| 280 | -55237,94 | 210065,48 | 4 |
| 281 | -55260,85 | 210057,81 | 2,3 |
| 282 | -55281,84 | 210050,82 | 2 |
| 283 | -55088,1 | 210087,96 | 13,59 |
| 284 | -55182,91 | 210047,9 | 10 |
| 285 | -55190,02 | 210047,26 | 8 |
| 286 | -55209,41 | 210040,29 | 6 |
| 287 | -55222,22 | 210036,67 | 4 |
| 288 | -55243,72 | 210030,05 | 2,3 |
| 289 | -55258,62 | 210024,39 | 2 |
| 290 | -55194,52 | 210087,97 | 8 |
| 291 | -55213,87 | 210072,8 | 6 |
| 292 | -55237,94 | 210065,48 | 4 |
| 293 | -55260,85 | 210057,81 | 2,3 |
| 294 | -55281,84 | 210050,82 | 2 |
| 295 | -55180,27 | 209999,44 | 8 |
| 296 | -55192,3 | 209988,07 | 6 |
| 297 | -55207,92 | 209984,53 | 4 |
| 298 | -55230,17 | 209977,87 | 2 |
| 299 | -55162,3 | 209914,17 | 8 |
| 300 | -55178,15 | 209913,3 | 6 |
| 301 | -55205,73 | 209906,55 | 4 |
| 302 | -55225,28 | 209905,18 | 2 |
| 303 | -55150,81 | 209857,02 | 8 |
| 304 | -55167,64 | 209867,64 | 6 |
| 305 | -55190,3 | 209850,1 | 4 |
| 306 | -55206,51 | 209849,58 | 2,1 |
| 307 | -55218,47 | 209847,29 | 2 |
| 308 | -55079,88 | 209675,94 | 8 |
| 309 | -55096,36 | 209672,68 | 6,2 |
| 310 | -55110,59 | 209670,76 | 6 |
| 311 | -55127,27 | 209664,86 | 4,6 |
| 312 | -55136,97 | 209661,23 | 4 |
| 313 | -55152,94 | 209657,12 | 2 |
| 314 | -55028,88 | 209496,48 | 8 |
| 315 | -55044,91 | 209492,27 | 6,4 |
| 316 | -55053,99 | 209489,68 | 6 |
| 317 | -55071,35 | 209485,95 | 4 |
| 318 | -55083,64 | 209482,23 | 2,4 |
| 319 | -55080,37 | 209480,37 | 2 |
| 320 | -54995,15 | 209416,23 | 8,4 |
| 321 | -55009,14 | 209414,81 | 8 |
| 322 | -55025,28 | 209412,54 | 7,3 |
| 323 | -55039,11 | 209410,92 | 6 |
| 324 | -55059,7 | 209408,46 | 4 |
| 325 | -55070,57 | 209407,57 | 2,8 |
| 326 | -55082,18 | 209407,26 | 2 |
| 327 | -55089,81 | 209414,15 | 1,75 |
| 328 | -55113,48 | 209414,15 | 1,005 |
| 329 | -55129,37 | 209414,15 | 0,62 |
| 330 | -54995,15 | 209416,23 | 8,4 |
| 331 | -55009,14 | 209414,81 | 8 |
| 332 | -55025,28 | 209412,54 | 7,3 |
| 333 | -55039,11 | 209410,92 | 6 |
| 334 | -55059,7 | 209408,46 | 4 |
| 335 | -55070,57 | 209407,57 | 2,8 |
| 336 | -55082,18 | 209407,26 | 2 |
| 337 | -55089,81 | 209414,15 | 1,75 |
| 338 | -55113,48 | 209414,15 | 1,005 |
| 339 | -55129,37 | 209414,15 | 0,62 |
| 340 | -54933,11 | 209285,89 | 5,5 |
| 341 | -54946 | 209286 | 2 |
| 342 | -54951 | 209286 | 2 |
| 343 | -54962,02 | 209286,9 | 5,4 |
| 344 | -54973,38 | 209284,73 | 2 |
| 345 | -54976,69 | 209284,35 | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 346 | -54991,99 | 209286,1 | 5,47 |
| 347 | -55016,17 | 209285,85 | 2 |
| 348 | -55032,93 | 209286,52 | 4 |
| 349 | -55032,26 | 209285,27 | 2 |
| 350 | -55038,62 | 209285,94 | 2 |
| 351 | -55053,48 | 209286 | 2,7 |
| 352 | -55070,52 | 209286,58 | 2 |
| 353 | -54960,85 | 209227,54 | 6,09 |
| 354 | -54994,86 | 209225,05 | 6,4 |
| 355 | -55016,46 | 209226,01 | 6 |
| 356 | -55038,85 | 209227,94 | 4 |
| 357 | -55052 | 209227 | 2,7 |
| 358 | -55061,49 | 209227,67 | 2 |
| 359 | -54961 | 209142,67 | 8 |
| 360 | -54993,34 | 209142 | 7,4 |
| 361 | -55012,13 | 209142,96 | 6,01 |
| 362 | -55029,53 | 209141,96 | 4 |
| 363 | -55039,6 | 209142,1 | 2,8 |
| 364 | -55051,45 | 209140,35 | 2 |
| 365 | -54958,12 | 209036,13 | 10 |
| 366 | -54980,66 | 209037,37 | 8 |
| 367 | -54996,19 | 209035,1 | 7,4 |
| 368 | -55013,01 | 209034,88 | 6 |
| 369 | -55025,82 | 209034,24 | 4 |
| 370 | -55034,6 | 209034,1 | 2,8 |
| 371 | -55048,93 | 209034,14 | 2 |
| 372 | -54957,62 | 208892,88 | 10 |
| 373 | -54968,03 | 208892,7 | 8 |
| 374 | -54996,49 | 208890,9 | 6,97 |
| 375 | -55018,55 | 208898,36 | 6 |
| 376 | -55028,27 | 208898,42 | 4 |
| 377 | -55045,68 | 208896,55 | 2 |
| 378 | -54965,45 | 208799,37 | 10 |
| 379 | -54992,73 | 208792,99 | 8 |
| 380 | -55004,23 | 208794,5 | 6,7 |
| 381 | -55025,81 | 208794,99 | 6 |
| 382 | -55035,57 | 208794,98 | 4 |
| 383 | -55055,84 | 208793,05 | 2 |
| 384 | -54988,97 | 208678,4 | 12 |
| 385 | -55005,59 | 208676,28 | 8 |
| 386 | -55026,47 | 208674,51 | 6,3 |
| 387 | -55041,72 | 208672,81 | 6 |
| 388 | -55051,57 | 208670,99 | 4 |
| 389 | -55070,16 | 208666,35 | 2 |
| 390 | -55013,07 | 208584,96 | 8 |
| 391 | -55033,95 | 208580,22 | 6,1 |
| 392 | -55053,63 | 208583,02 | 6 |
| 393 | -55063,74 | 208585,07 | 4 |
| 394 | -55080,34 | 208583,11 | 2 |
| 395 | -55022,34 | 208495,63 | 8 |
| 396 | -55051,39 | 208491,24 | 6 |
| 397 | -55069,04 | 208492,95 | 4 |
| 398 | -55083,61 | 208491,13 | 2 |
| 399 | -55017,8 | 208427,02 | 8 |
| 400 | -55036,39 | 208427,4 | 6,2 |
| 401 | -55045,65 | 208425,4 | 6 |
| 402 | -55063,28 | 208425,34 | 4 |
| 403 | -55076,39 | 208424,86 | 3 |
| 404 | -55084,98 | 208426,54 | 2 |

**2001**

| | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | -56326,13 | 215703,67 | 8,1 |
| 2 | -56327,13 | 215703,28 | 7,85 |
| 3 | -56329,21 | 215702,6 | 7,45 |
| 4 | -56332,44 | 215701,45 | 6,25 |
| 5 | -56351,42 | 215699,73 | 3,74 |
| 6 | -56364,83 | 215701,24 | 2 |
| 7 | -56416,7 | 215700 | 1,8 |
| 8 | -56263,56 | 215553,29 | 11,5 |
| 9 | -56266,02 | 215552,25 | 10,76 |
| 10 | -56269 | 215553 | 7,7 |
| 11 | -56274,91 | 215546,07 | 4,41 |
| 12 | -56308,08 | 215535,39 | 2 |
| 13 | -56340,9 | 215538 | 1,5 |
| 14 | -56104 | 214604 | 8,817 |
| 15 | -56132 | 214602,51 | 8,75 |
| 16 | -56134,59 | 214605,83 | 6,23 |
| 17 | -56140,52 | 214602,09 | 5,33 |
| 18 | -56151,43 | 214600,91 | 4,02 |
| 19 | -56172,12 | 214601,88 | 1,7 |
| 20 | -56197,42 | 214606,29 | 1,5 |
| 21 | -56143,21 | 214723,74 | 8,08 |
| 22 | -56144,39 | 214723,66 | 8,12 |
| 23 | -56147,08 | 214722,34 | 5,9 |
| 24 | -56151 | 214719,84 | 5,75 |
| 25 | -56156,9 | 214719 | 4 |
| 26 | -56160,01 | 214721,2 | 3,88 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 27 | -56179,66 | 214720,26 | 1,8 |
| 28 | -56211,67 | 214724,48 | 1,5 |
| 1 | -56001 | 213706 | 7,31 |
| 2 | -56008,7 | 213886,7 | 3,99 |
| 3 | -56004,2 | 213931,5 | 19,35 |
| 4 | -55999 | 213979,3 | 20,8 |
| 5 | -55975,5 | 214017,9 | 20,83 |
| 6 | -55991,6 | 214016,9 | 20,79 |
| 7 | -56016,5 | 213996,8 | 22,27 |
| 8 | -56005,43 | 214005,77 | 21,327 |
| 9 | -56024,9 | 214007,9 | 20,01 |
| 10 | -56030,9 | 214026,5 | 17,95 |
| 11 | -56045,7 | 214050,1 | 11,12 |
| 12 | -56049,8 | 214058,4 | 9,82 |
| 13 | -56053,8 | 214048,4 | 5,47 |
| 14 | -56039,2 | 213959,6 | 4,66 |
| 15 | -56024,4 | 213907,4 | 4,51 |
| 16 | -55989,1 | 213903,5 | 5,91 |
| 17 | -55967,61 | 213584,54 | 13,178 |
| 18 | -55976,8 | 213593 | 10,54 |
| 19 | -55999,7 | 213591 | 8,09 |
| 20 | -56001,9 | 213596 | 6,04 |
| 21 | -56008,1 | 213598,6 | 5,94 |
| 22 | -56018,7 | 213598 | 4,14 |
| 23 | -56025,7 | 213599 | 2,84 |
| 24 | -56034,4 | 213600,2 | 2,04 |
| 25 | -56009,1 | 213332,7 | 11,21 |
| 26 | -56159,62 | 213487,33 | 13,27 |
| 27 | -55982,4 | 213113,5 | 10,27 |
| 28 | -55988,7 | 213111 | 7,11 |
| 29 | -55991,6 | 213111,1 | 6,8 |
| 30 | -56000,6 | 213111,2 | 7,18 |
| 31 | -56003,7 | 213111,4 | 6,67 |
| 32 | -56009,2 | 213110,6 | 5,22 |
| 33 | -56016,4 | 213111 | 2,93 |
| 35 | -56031,7 | 213111,7 | 1,47 |
| 36 | -55982,7 | 212945,4 | 10,44 |
| 37 | -55988,4 | 212945,5 | 8,36 |
| 38 | -55994,8 | 212945,6 | 6,6 |
| 39 | -56005,3 | 212945,7 | 6,49 |
| 40 | -56009,4 | 212946,7 | 5,51 |
| 41 | -56012,3 | 212947,5 | 5,26 |
| 42 | -56015,7 | 212947,3 | 4,5 |
| 43 | -56020 | 212947,9 | 4,56 |
| 44 | -56033,8 | 212948 | 2,35 |
| 45 | -55926,4 | 212844,8 | 12,35 |
| 46 | -55942,8 | 212841,7 | 6,8 |
| 47 | -55959,3 | 212838,5 | 6,5 |
| 48 | -55969,4 | 212849,3 | 7,5 |
| 49 | -55985,2 | 212842 | 6,6 |
| 50 | -55988,6 | 212840,9 | 6,4 |
| 51 | -55995 | 212840,1 | 4,3 |
| 52 | -55825,7 | 212926,8 | 4,9 |
| 53 | -55922,6 | 212784,7 | 5,5 |
| 54 | -55920,1 | 212783,9 | 7,2 |
| 55 | -55935,4 | 212741,2 | 8,2 |
| 56 | -55939,4 | 212742,6 | 5,7 |
| 57 | -55903,7 | 212660,2 | 10,2 |
| 58 | -55912,8 | 212659,4 | 7,9 |
| 59 | -55844,1 | 212550 | 15,3 |
| 60 | -55844,1 | 212550,1 | 14,7 |
| 61 | -55847,3 | 212548,5 | 14,1 |
| 62 | -55838,9 | 212553,1 | 10,48 |
| 63 | -55844,1 | 212550 | 15,3 |
| 64 | -55853,2 | 212528,2 | 10,08 |
| 65 | -55836,8 | 212528,1 | 14,58 |
| 66 | -55828,5 | 212504,7 | 13,58 |
| 67 | -55821,3 | 212489,6 | 13,28 |
| 68 | -55811,4 | 212466,7 | 12,28 |
| 69 | -55801,6 | 212434 | 12,18 |
| 70 | -55804 | 212414,7 | 5,48 |
| 71 | -55815,2 | 212428,6 | 6,18 |
| 72 | -55821,7 | 212406,1 | 3,88 |
| 73 | -55836,6 | 212407,3 | 1,88 |
| 74 | -55841,6 | 212447,5 | 2,28 |
| 75 | -55856,9 | 212487,6 | 2,08 |
| 76 | -55870,2 | 212506,9 | 2,38 |
| 77 | -55889,7 | 212519,6 | 2,38 |
| 78 | -55786,8 | 212487,4 | 15,98 |
| 79 | -55661,1 | 212157,8 | 12,68 |
| 80 | -55651,3 | 212159,5 | 16 |
| 81 | -55671,8 | 212156,3 | 10,68 |
| 82 | -55677,1 | 212094,1 | 9,08 |
| 83 | -55679,3 | 212079,5 | 6,08 |
| 84 | -55701,1 | 212080,7 | 5,28 |
| 85 | -55704,9 | 212081,8 | 4,08 |
| 86 | -55692,2 | 212123,2 | 5,58 |
| 87 | -55695,8 | 212123,7 | 4,78 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 88 | -55679,2 | 212123,4 | 6,08 |
| 89 | -55689 | 212229,7 | 6,57 |
| 90 | -55693,6 | 212229,5 | 6,88 |
| 91 | -55702 | 212228,6 | 4,58 |
| 92 | -55728,6 | 212228,8 | 7,58 |
| 93 | -55675,6 | 212246,3 | 7,68 |
| 94 | -55699,4 | 212299,1 | 5,88 |
| 95 | -55706,9 | 212299,2 | 7,12 |
| 96 | -55712,7 | 212298,8 | 4,48 |
| 97 | -55643,8 | 212022 | 9,5 |
| 98 | -55649,4 | 212018,6 | 8,4 |
| 99 | -55633,8 | 211979,1 | 7,5 |
| 100 | -55584 | 211906 | 7,99 |
| 101 | -55503,2 | 211845,6 | 10,55 |
| 102 | -55514,4 | 211829,3 | 5,55 |
| 103 | -55424,3 | 211494,2 | 12,75 |
| 104 | -55429,7 | 211494,6 | 12,75 |
| 105 | -55443,7 | 211497,9 | 6,73 |
| 106 | -55456,2 | 211498,4 | 4,91 |
| 107 | -55460,8 | 211498,5 | 3,1 |
| 108 | -55493,14 | 211490,51 | 2 |
| 109 | -55437,2 | 211701,3 | 7,67 |
| 110 | -55438,1 | 211695,5 | 5,77 |
| 111 | -55446,9 | 211724,9 | 8,97 |
| 112 | -55396,1 | 211327,9 | 17,86 |
| 113 | -55388,65 | 211171,78 | 13,58 |
| 114 | -55416,95 | 211167,7 | 4,735 |
| 115 | -55437,13 | 211165,07 | 3,15 |
| 116 | -55360,5 | 211005,5 | 7,02 |
| 117 | -55209,5 | 210358,1 | 14,58 |
| 118 | -55396,1 | 211327,9 | 17,86 |
| 119 | -55425,7 | 211331,1 | 8,75 |
| 120 | -55428,7 | 211331,3 | 6,1 |
| 121 | -55436,8 | 211331,3 | 4,15 |
| 122 | -55459,1 | 211330,7 | 2,65 |
| 123 | -55479,3 | 211331,6 | 1,75 |
| 124 | -55209,5 | 210358,1 | 14,58 |
| 125 | -55374 | 210829,5 | 7,75 |
| 126 | -55385,83 | 210828,4 | 7,05 |
| 127 | -55386,5 | 210828,4 | 5,35 |
| 128 | -55393,9 | 210828,2 | 4,45 |
| 129 | -55397,6 | 210829,7 | 2,75 |
| 130 | -55413,7 | 210830,2 | 1,55 |
| 131 | -55426,7 | 210830,3 | 1,3 |
| 132 | -55353 | 210712,6 | 6,45 |
| 133 | -55358,2 | 210712 | 6,49 |
| 134 | -55359,9 | 210711,1 | 5,25 |
| 135 | -55373,7 | 210709,7 | 4,55 |
| 136 | -55396,5 | 210710,5 | 2,85 |
| 137 | -55402,5 | 210710,3 | 1,75 |
| 138 | -55437,55 | 210711,96 | 1,4 |
| 139 | -55237,7 | 210340,4 | 12,33 |
| 140 | -55234,5 | 210304,9 | 8,85 |
| 141 | -55237,3 | 210304,8 | 7,55 |
| 142 | -55243,3 | 210305,1 | 7,05 |
| 143 | -55254,3 | 210303,2 | 4,85 |
| 144 | -55270 | 210299,8 | 3,45 |
| 145 | -55272,3 | 210295,6 | 3,35 |
| 146 | -55297,3 | 210292,6 | 2,65 |
| 147 | -55521,9 | 210521,9 | 5,25 |
| 148 | -55309,5 | 210576 | 4,55 |
| 149 | -55350,15 | 210700 | 6,35 |
| 150 | -55349,2 | 210694,7 | 4,95 |
| 151 | -55272,8 | 210522,9 | 5,63 |
| 152 | -55237,7 | 210340,4 | 12,33 |
| 153 | -55246,3 | 210337 | 9,73 |
| 154 | -55252 | 210336,6 | 9,23 |
| 155 | -55256,3 | 210335,8 | 8,13 |
| 156 | -55279,3 | 210331,2 | 5,63 |
| 157 | -55281,9 | 210331,2 | 5,43 |
| 158 | -55329,4 | 210329,5 | 5,63 |
| 159 | -55315,5 | 210326,3 | 4,43 |
| 160 | -55176,1 | 210087,4 | 13,12 |
| 161 | -55185,1 | 210085,8 | 10,22 |
| 162 | -55193,4 | 210084,1 | 8,02 |
| 163 | -55199,4 | 210083,1 | 8,32 |
| 164 | -55208,5 | 210081,8 | 6,22 |
| 165 | -55225,8 | 210085,7 | 4,42 |
| 166 | -55254,1 | 210086 | 2,82 |
| 167 | -55132,2 | 209858,6 | 14,26 |
| 168 | -55138,6 | 209856,8 | 12,56 |
| 169 | -55144 | 209855 | 7,3 |
| 170 | -55160 | 209853,1 | 6,36 |
| 171 | -55177,3 | 209852,1 | 4,76 |
| 172 | -55191,25 | 209852,3 | 4,2 |
| 173 | -55202,7 | 209848,2 | 3,36 |
| 174 | -55214,8 | 209847,9 | 2,56 |
| 175 | -55031,8 | 209411,1 | 9,51 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 176 | -55036,3 | 209410,4 | 9 |
| 177 | -55042,3 | 209408,9 | 6,24 |
| 178 | -55068,7 | 209404,6 | 3,1 |
| 179 | -55134,8 | 209393,1 | 1,7 |
| 180 | -55025,5 | 209381,8 | 7,6 |
| 181 | -55028,3 | 209380 | 5,8 |
| 182 | -54974,4 | 209231,8 | 8,25 |
| 183 | -54976,7 | 209238,1 | 5,3 |
| 184 | -54956,2 | 208900,9 | 9,51 |
| 185 | -54998,1 | 208906,3 | 6,9 |
| 186 | -55051,4 | 208919,2 | 1,5 |
| 187 | -54957,1 | 208888 | 10 |
| 188 | -54997,8 | 208893,1 | 6,9 |
| 189 | -55054,6 | 208896,3 | 1,4 |
| 190 | -54820,1 | 207016,1 | 15,62 |
| 191 | -54872 | 207000,3 | 12,43 |
| 192 | -54881,8 | 207001 | 8,83 |
| 193 | -54900,5 | 207022,5 | 9,35 |
| 194 | -54906,8 | 207024,3 | 7,67 |
| 195 | -54927,3 | 207035,4 | 5,82 |
| 196 | -54956,4 | 207029,9 | 5,96 |
| 197 | -54993,2 | 207035,5 | 2,99 |
| 198 | -54811,78 | 207373,13 | 11,35 |
| 199 | -54836,5 | 207372,3 | 9,43 |
| 200 | -54847,2 | 207375 | 8,03 |
| 201 | -54877,4 | 207372,4 | 5,99 |
| 202 | -54898,6 | 207373,6 | 6,29 |
| 203 | -54923,4 | 207375,8 | 3,62 |
| 204 | -54808,24 | 207477,77 | 10,19 |
| 205 | -54839,8 | 207478,3 | 8,63 |
| 206 | -54847,2 | 207479,3 | 7,73 |
| 207 | -54870,4 | 207474,8 | 5,13 |
| 208 | -54886,3 | 207476,6 | 6,13 |
| 209 | -54917,3 | 207481,3 | 2,43 |
| 210 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 211 | -54825,7 | 207745,5 | 8,39 |
| 212 | -54848,3 | 207741,7 | 8,99 |
| 213 | -54855 | 207741,2 | 8,04 |
| 214 | -54867,3 | 207742,8 | 7,57 |
| 215 | -54888,2 | 207744,1 | 6,92 |
| 216 | -54913,8 | 207743,9 | 2,99 |
| 217 | -54826 | 207745,6 | 8,5 |
| 218 | -54836,3 | 207770,7 | 9 |
| 219 | -54865 | 207836,5 | 8,08 |
| 220 | -54862,6 | 207843,6 | 5,42 |
| 221 | -54870,1 | 207886,7 | 2,32 |
| 222 | -54825,8 | 207869 | 4,52 |
| 223 | -54812,6 | 207909 | 2,23 |
| 224 | -54801,9 | 207860,3 | 2,72 |
| 225 | -54824,8 | 207838,5 | 2,19 |
| 226 | -54837,1 | 207828,5 | 2,21 |
| 227 | -54855,2 | 207827,2 | 4,37 |
| 228 | -54856,1 | 207773 | 7,38 |
| 230 | -54815 | 207477,5 | 8,91 |
| 231 | -54829,5 | 207479,2 | 8,88 |
| 232 | -54845,8 | 207481,1 | 7,83 |
| 233 | -54855,1 | 207481,7 | 7,13 |
| 234 | -54869,9 | 207480,2 | 6,73 |
| 235 | -54887,5 | 207479,9 | 4,53 |
| 236 | -54902,6 | 207480,6 | 2,23 |
| 237 | -54812,8 | 207474,7 | 8,98 |
| 238 | -54807,5 | 207476,9 | 9,83 |
| 239 | -54805,8 | 207492 | 9,58 |
| 240 | -54810,5 | 207490 | 9,03 |
| 241 | -54808,1 | 207516,4 | 9,13 |
| 242 | -54791,7 | 207527,6 | 9,03 |
| 243 | -54791,6 | 207548 | 8,83 |
| 244 | -54806,6 | 207537,2 | 8,93 |
| 245 | -54844,6 | 207514,6 | 7,73 |
| 246 | -54870,5 | 207518 | 7,33 |
| 247 | -54844,9 | 207515,5 | 7,73 |
| 248 | -54842,6 | 207515,4 | 8,03 |
| 249 | -54847,5 | 207540,5 | 7,73 |
| 250 | -54852,7 | 207723,7 | 8,33 |
| 251 | -54858,3 | 207723,4 | 7,93 |
| 252 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 253 | -54855,2 | 207741,9 | 8,13 |
| 254 | -54858 | 207742,3 | 7,93 |
| 255 | -54859 | 207742,5 | 7,18 |
| 256 | -54883,6 | 207745,1 | 0,18 |
| 257 | -54902,3 | 207745,74 | -0,07 |
| 258 | -54809,5 | 207661,1 | 9,39 |
| 259 | -54798,9 | 207612,1 | 9,2 |
| 260 | -54817,7 | 207603,2 | 9,36 |
| 261 | -54828,2 | 207654 | 9,53 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 262 | -54844,7 | 207546,5 | 7,93 |
| 263 | -54835,9 | 207556,4 | 8,03 |
| 264 | -54849,3 | 207576,1 | 7,93 |
| 265 | -54850,7 | 207614 | 8,03 |
| 266 | -54847,4 | 207630,4 | 8,43 |
| 267 | -54851,4 | 207638,9 | 8,13 |
| 268 | -54855,8 | 207668,2 | 8,03 |
| 269 | -54854,7 | 207690,6 | 8,09 |
| 270 | -54858,8 | 207690,5 | 7,83 |
| 271 | -54854,5 | 207707,4 | 8,33 |
| 272 | -54836,4 | 207700,1 | 9,53 |
| 273 | -54821,5 | 207705,6 | 9,49 |
| 274 | -54830 | 207751 | 8,83 |
| 275 | -54829 | 207751,4 | 8,63 |
| 276 | -54838,9 | 207745,8 | 9,53 |
| 277 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 278 | -54847,5 | 207786,8 | 9,13 |
| 279 | -54847,1 | 207791,3 | 8,2 |
| 280 | -54841,6 | 207825,6 | 7,93 |
| 281 | -54836,1 | 207823,2 | 5,63 |
| 282 | -54808,6 | 207876,1 | 4,93 |
| 283 | -54808 | 207877,3 | 4,23 |
| 284 | -54795,4 | 207921,8 | 2,53 |
| 285 | -54791,1 | 207886,4 | 3,53 |
| 286 | -54806,5 | 207854,2 | 3,23 |
| 287 | -54811,3 | 207815,7 | 2,83 |
| 288 | -54820,3 | 207776,6 | 1,19 |
| 289 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 290 | -54847,5 | 207786,8 | 9,13 |
| 291 | -54847,1 | 207791,3 | 8,2 |
| 292 | -54841,6 | 207825,6 | 7,93 |
| 293 | -54836,1 | 207823,2 | 5,63 |
| 294 | -54808,6 | 207876,1 | 4,93 |
| 295 | -54808 | 207877,3 | 4,23 |
| 296 | -54795,4 | 207921,8 | 2,53 |
| 297 | -54791,1 | 207886,4 | 3,53 |
| 298 | -54806,5 | 207854,2 | 3,23 |
| 299 | -54811,3 | 207815,7 | 2,83 |
| 300 | -54820,3 | 207776,6 | 1,19 |
| | **Restinga** | **19-10-2001** | |
| 1 | -54820,1 | 207016,1 | 15,62 |
| 2 | -54910 | 207007,8 | 7,53 |
| 3 | -54928,1 | 207012,2 | 6,03 |
| 4 | -54952,9 | 207017,7 | 6,53 |
| 5 | -54999,7 | 207030,5 | 1,8 |
| 6 | -54811,78 | 207373,13 | 11,35 |
| 7 | -54836,5 | 207372,3 | 9,43 |
| 8 | -54847,2 | 207375 | 8,03 |
| 9 | -54879,1 | 207377 | 7,13 |
| 10 | -54921 | 207385,1 | 2,13 |
| 11 | -54808,24 | 207477,77 | 10,19 |
| 12 | -54839,8 | 207478,3 | 8,63 |
| 13 | -54847,2 | 207479,3 | 7,73 |
| 14 | -54865,4 | 207480,9 | 6,22 |
| 15 | -54875,4 | 207482,5 | 7,03 |
| 16 | -54914,3 | 207486,6 | 2,53 |
| 17 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 18 | -54848,9 | 207742,2 | 9,03 |
| 19 | -54855 | 207742,2 | 8,13 |
| 20 | -54864,5 | 207742,3 | 7,83 |
| 21 | -54876,6 | 207743 | 4,92 |
| 22 | -54902,1 | 207738,1 | 1,63 |
| 23 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 24 | -54826 | 207745,6 | 8,5 |
| 25 | -54838,1 | 207773,2 | 9,08 |
| 26 | -54856,9 | 207813,5 | 8,6 |
| 27 | -54855 | 207819,5 | 5,7 |
| 28 | -54873 | 207887,1 | 1,07 |
| 29 | -54877,1 | 207922,2 | 0,45 |
| 30 | -54849,1 | 207933 | 0,85 |
| 31 | -54804,7 | 207945,8 | 0,85 |
| 32 | -54788,2 | 207915,1 | 3,25 |
| 33 | -54787,2 | 207915,3 | 1,25 |
| 34 | -54798,1 | 207848,5 | 3,05 |
| 35 | -54829,2 | 207854,1 | 1,15 |
| 36 | -54806 | 207828,5 | 1,15 |
| 37 | -54806,2 | 207837,7 | 3,08 |
| 38 | -54834,3 | 207810 | 3,15 |
| 39 | -54833,8 | 207807,2 | 1,75 |
| 40 | -54834,8 | 207863,9 | 4,75 |
| 41 | -54863,5 | 207779,5 | 6,15 |
| 42 | -54865,9 | 207780 | 5,25 |
| 43 | -54865,9 | 207692 | 6,73 |
| 44 | -54869 | 207692,5 | 5,55 |
| 45 | -54787,2 | 209901,14 | 2,6 |
| 46 | -54799,6 | 209901,14 | 3,05 |
| 47 | -54812,04 | 209901,14 | 3,01 |
| 48 | -54824,46 | 209901,14 | 2,83 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 49 | -54849,3 | 209901,14 | 2 |
| 50 | -54861,93 | 209901,14 | 1,39 |
| 51 | -54874,16 | 209901,14 | 0,89 |
| 52 | -54936,27 | 209901,14 | 0,6 |
| 53 | -55048 | 209901,14 | 0,01 |
| 54 | -55128 | 209901,14 | -0,19 |
| 55 | -54849,3 | 207738,37 | 8,8 |
| 56 | -54849,3 | 207748,5 | 8,9 |
| 57 | -54849,3 | 207768,89 | 8,29 |
| 58 | -54849,3 | 207770,97 | 7,9 |

**Restinga Setembro 2001**

| | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | -54847,2 | 207004,49 | 15,62 |
| 2 | -54872 | 207000,3 | 12,43 |
| 3 | -54881,8 | 207001 | 8,83 |
| 4 | -54900,5 | 207022,5 | 9,35 |
| 5 | -54906,8 | 207024,3 | 7,67 |
| 6 | -54927,3 | 207035,4 | 5,82 |
| 7 | -54956,4 | 207029,9 | 5,96 |
| 8 | -54993,2 | 207035,5 | 2,99 |
| 11 | -54811,78 | 207373,13 | 11,35 |
| 12 | -54836,5 | 207372,3 | 9,43 |
| 13 | -54847,2 | 207375 | 8,03 |
| 14 | -54877,4 | 207372,4 | 5,99 |
| 15 | -54898,6 | 207373,6 | 6,29 |
| 16 | -54923,4 | 207375,8 | 3,62 |
| 18 | -54808,24 | 207477,77 | 10,19 |
| 19 | -54839,8 | 207478,3 | 8,63 |
| 20 | -54847,2 | 207479,3 | 7,73 |
| 21 | -54870,4 | 207474,8 | 5,13 |
| 22 | -54886,3 | 207476,6 | 6,13 |
| 23 | -54917,3 | 207481,3 | 2,43 |
| 24 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 25 | -54825,7 | 207745,5 | 8,39 |
| 26 | -54848,3 | 207741,7 | 8,99 |
| 27 | -54855 | 207741,2 | 8,04 |
| 28 | -54867,3 | 207742,8 | 7,57 |
| 29 | -54888,2 | 207744,1 | 6,92 |
| 30 | -54913,8 | 207743,9 | 2,99 |
| 31 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 32 | -54826 | 207745,6 | 8,5 |
| 33 | -54836,3 | 207770,7 | 9 |
| 34 | -54865 | 207836,5 | 8,08 |
| 35 | -54862,6 | 207843,6 | 5,42 |
| 36 | -54870,1 | 207886,7 | 2,32 |
| 37 | -54825,8 | 207869 | 4,52 |
| 38 | -54812,6 | 207909 | 2,23 |
| 39 | -54801,9 | 207860,3 | 2,72 |
| 40 | -54824,8 | 207838,5 | 2,19 |
| 41 | -54837,1 | 207828,5 | 2,21 |
| 59 | -54849,3 | 207784,15 | 7,08 |
| 60 | -54849,3 | 207809,58 | 6,32 |
| 61 | -54849,3 | 207819,75 | 5,2 |
| 62 | -54849,3 | 207828,93 | 4,19 |
| 63 | -54849,3 | 207860,44 | 3,64 |
| 64 | -54849,3 | 207880,79 | 3,056 |
| 65 | -54849,3 | 207901,14 | 2 |
| 66 | -54849,3 | 207931,65 | 0,88 |
| 67 | -54849,3 | 207952,01 | 0,439 |
| 68 | -54849,3 | 207982,52 | -0,01 |
| 42 | -54855,2 | 207827,2 | 4,37 |
| 43 | -54856,1 | 207773 | 7,38 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **-54847,2** | **207004,49** | 15,62 |
| 2 | -54872 | 207000,3 | 12,43 |
| 3 | -54881,8 | 207001 | 8,83 |
| 4 | -54899,9 | 207004,7 | 9,23 |
| 5 | -54910 | 207007,8 | 7,53 |
| 6 | -54928,1 | 207012,2 | 6,03 |
| 7 | -54952,9 | 207017,7 | 6,53 |
| 8 | -54999,7 | 207030,5 | 1,8 |
| 11 | -54811,78 | 207373,13 | 11,35 |
| 12 | -54836,5 | 207372,3 | 9,43 |
| 13 | -54847,2 | 207375 | 8,03 |
| 14 | -54879,1 | 207377 | 7,13 |
| 15 | -54921 | 207385,1 | 2,13 |
| 18 | -54808,24 | 207477,77 | 10,19 |
| 19 | -54839,8 | 207478,3 | 8,63 |
| 20 | -54847,2 | 207479,3 | 7,73 |
| 21 | -54865,4 | 207480,9 | 6,22 |
| 22 | -54875,4 | 207482,5 | 7,03 |
| 23 | -54914,3 | 207486,6 | 2,53 |
| 26 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 27 | -54848,9 | 207742,2 | 9,03 |
| 28 | -54856 | 207742,2 | 8,13 |
| 29 | -54864,5 | 207742,3 | 7,83 |
| 30 | -54876,6 | 207743 | 4,92 |
| 31 | -54902,1 | 207738,1 | 1,63 |
| 33 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 34 | -54826 | 207745,6 | 8,5 |
| 35 | -54838,1 | 207773,2 | 9,08 |
| 36 | -54856,9 | 207813,5 | 8,6 |
| 37 | -54855 | 207819,5 | 5,7 |
| 38 | -54873 | 207887,1 | 1,07 |
| 39 | -54877,1 | 207922,2 | 0,45 |
| 40 | -54849,1 | 207933 | 0,85 |
| 41 | -54804,7 | 207945,8 | 0,85 |
| 42 | -54788,2 | 207915,1 | 3,25 |
| 43 | -54787,2 | 207915,3 | 1,25 |
| 44 | -54798,1 | 207848,5 | 3,05 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 45 | -54829,2 | 207854,1 | 1,15 |
| 46 | -54806 | 207828,5 | 1,15 |
| 47 | -54806,2 | 207837,7 | 3,08 |
| 48 | -54834,3 | 207810 | 3,15 |
| 49 | -54833,8 | 207807,2 | 1,75 |
| 50 | -54834,8 | 207863,9 | 4,75 |
| 51 | -54863,5 | 207779,5 | 6,15 |
| 52 | -54865,9 | 207780 | 5,25 |
| 53 | -54865,9 | 207692 | 6,73 |
| 54 | -54869 | 207692,5 | 5,55 |

**Dezembro 2001**

| | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | -54900 | 207006,6 | 15,62 |
| 2 | -54908,5 | 207008,2 | 7,76 |
| 3 | -54929,3 | 207012,5 | 6,06 |
| 4 | -54952 | 207016,4 | 6,66 |
| 5 | -54995 | 207022,6 | 2,66 |
| 6 | -55010,9 | 207023,9 | 2,36 |
| 7 | -55024,8 | 207026,7 | 2,33 |
| 8 | -55047,4 | 207029,9 | 1,66 |
| 9 | -54877,7 | 207207,9 | 7,85 |
| 10 | -54869,2 | 207252,1 | 8,1 |
| 11 | -54861,1 | 207269,9 | 8,46 |
| 12 | -54863,3 | 207284,4 | 7,84 |
| 13 | -54860 | 207311,5 | 7,93 |
| 14 | -54853,2 | 207316 | 8,43 |
| 15 | -54855,2 | 207322 | 8,08 |
| 16 | -54853,5 | 207365,1 | 7,83 |
| 17 | -54846,5 | 207379,9 | 8,01 |
| 18 | -54852,9 | 207400,6 | 7,66 |
| 19 | -54811,78 | 207373,13 | 11,35 |
| 20 | -54848,1 | 207372,8 | 8,03 |
| 21 | -54861,8 | 207375,5 | 7,21 |
| 22 | -54875,3 | 207376,7 | 7,29 |
| 23 | -54890,4 | 207377,6 | 4,76 |
| 24 | -54913,6 | 207380,7 | 1,56 |
| 25 | -54872,8 | 207417,7 | 7,26 |
| 26 | -54849,9 | 207418,2 | 7,76 |
| 27 | -54836,8 | 207433,2 | 8,16 |
| 28 | -54849,2 | 207459,2 | 7,96 |
| 29 | -54873,7 | 207462 | 7,32 |
| 30 | -54845,9 | 207482,2 | 7,76 |
| 31 | -54836 | 207484,1 | 8,26 |
| 73 | -54808,6 | 207876,1 | 4,93 |
| 74 | -54808 | 207877,3 | 4,23 |
| 75 | -54795,4 | 207921,8 | 2,53 |
| 76 | -54791,1 | 207886,4 | 3,53 |
| 32 | -54837,5 | 207497,1 | 7,96 |
| 33 | -54840,9 | 207498,4 | 8,16 |
| 34 | -54808,24 | 207477,77 | 10,16 |
| 35 | -54815 | 207477,5 | 8,91 |
| 36 | -54829,5 | 207479,2 | 8,88 |
| 37 | -54845,8 | 207481,1 | 7,83 |
| 38 | -54855,1 | 207481,7 | 7,13 |
| 39 | -54869,9 | 207480,2 | 6,73 |
| 40 | -54887,5 | 207479,9 | 4,53 |
| 41 | -54902,6 | 207480,6 | 2,23 |
| 42 | -54844,6 | 207514,6 | 7,73 |
| 43 | -54870,5 | 207518 | 7,33 |
| 44 | -54844,9 | 207515,5 | 7,73 |
| 45 | -54842,6 | 207515,4 | 8,03 |
| 46 | -54847,5 | 207540,5 | 7,73 |
| 47 | -54852,7 | 207723,7 | 8,33 |
| 48 | -54858,3 | 207723,4 | 7,93 |
| 49 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 50 | -54855,2 | 207741,9 | 8,13 |
| 51 | -54858 | 207742,3 | 7,93 |
| 52 | -54859 | 207742,5 | 7,18 |
| 53 | -54883,6 | 207745,1 | 0,18 |
| 54 | -54902,3 | 207749,5 | -0,07 |
| 55 | -54844,7 | 207546,5 | 7,93 |
| 56 | -54835,9 | 207556,4 | 8,03 |
| 57 | -54849,3 | 207576,1 | 7,93 |
| 58 | -54850,7 | 207614 | 8,03 |
| 59 | -54847,4 | 207630,4 | 8,43 |
| 60 | -54851,4 | 207638,9 | 8,13 |
| 61 | -54855,8 | 207668,2 | 8,03 |
| 62 | -54854,7 | 207690,6 | 8,09 |
| 63 | -54858,8 | 207690,5 | 7,83 |
| 64 | -54854,5 | 207707,4 | 8,33 |
| 65 | -54836,35 | 207700,11 | 9,53 |
| 66 | -54829,98 | 207751,02 | 9,48 |
| 67 | -54829,03 | 207751,45 | 9,28 |
| 68 | -54835,5 | 207743,9 | 9,88 |
| 69 | -54847,5 | 207786,8 | 9,13 |
| 70 | -54847,1 | 207791,3 | 8,2 |
| 71 | -54841,6 | 207825,6 | 7,93 |
| 72 | -54836,1 | 207823,2 | 5,63 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 77 | -54806,5 | 207854,2 | 3,23 |
| 78 | -54811,3 | 207815,7 | 2,83 |
| 79 | -54820,3 | 207776,6 | 1,19 |

## Levantamentos dos bancos de enchente na foz do Cávado.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **10-2001-08** | | |
| | **X** | **Y** | **Z** |
| 1 | -55062,3 | 208241,5 | 2 |
| 2 | -55053,4 | 208241,4 | 1,6 |
| 3 | -55024,3 | 208245,9 | 1,6 |
| 4 | -54995,3 | 208242,9 | 1,5 |
| 5 | -54967,3 | 208277,4 | 3,9 |
| 6 | -54964,8 | 208268,5 | 3,6 |
| 7 | -54960,8 | 208247,8 | 1,5 |
| 8 | -54941,2 | 208259,5 | 1,5 |
| 9 | -54930,3 | 208264,3 | 1,6 |
| 10 | -54912,9 | 208271,4 | 1,8 |
| 11 | -54917,4 | 208282 | 2,8 |
| 12 | -54920,7 | 208291,4 | 3,8 |
| 13 | -54907,2 | 208293,1 | 3,3 |
| 14 | -54902,7 | 208281,2 | 1,8 |
| 15 | -54892,2 | 208288,6 | 1,9 |
| 17 | | | |
| 18 | | **20-2001-09** | |
| 20 | -54866,5 | 208254,7 | 2,61 |
| 21 | -54874,5 | 208248,8 | 1,55 |
| 22 | -54881,2 | 208271 | 4,05 |
| 23 | -54898,6 | 208251,5 | 1,68 |
| 24 | -54894,2 | 208282,3 | 5,05 |
| 25 | -54911,8 | 208288,5 | 4,65 |
| 26 | -54925,1 | 208253,9 | 1,65 |
| 27 | -54964,3 | 208255,6 | 1,88 |
| 28 | -54980,6 | 208252,9 | 1,68 |
| 29 | -54988,9 | 208268,9 | 3,15 |
| 30 | -55012,1 | 208261,3 | 2,85 |
| 31 | -55010,3 | 208245,3 | 1,32 |
| 32 | -55033,3 | 208241,3 | 1,2 |
| 33 | -55036,9 | 208254,6 | 2,75 |
| 34 | -55071,5 | 208237,5 | 1,25 |
| 35 | -55074,4 | 208245 | 2,15 |
| 36 | -55098,8 | 208240,6 | 4,66 |
| 37 | -55096,4 | 208226,6 | 1,1 |
| 42 | | | |
| 43 | | **18-2001-09** | |
| 44 | -55104,1 | 208239,5 | 1,78 |
| 45 | -55102 | 208215,9 | 1,18 |
| 46 | -55069,5 | 208230,3 | 1,25 |
| 47 | -55071,4 | 208243,7 | 2,42 |
| 48 | -55037,9 | 208254,6 | 3,28 |
| 49 | -55032,1 | 208235,4 | 1,53 |
| 50 | -55009,5 | 208243,4 | 1,93 |
| 51 | -55011,8 | 208262,1 | 3,67 |
| 52 | -54954,4 | 208259,1 | 2,17 |
| 53 | -54957,3 | 208271 | 3,6 |
| 54 | -54942,4 | 208255,5 | 1,35 |
| 55 | -54920,9 | 208254,8 | 1,28 |
| 56 | -54921 | 208258,3 | 2,32 |
| 57 | -54909,7 | 208288,1 | 4,22 |
| 58 | -54901,8 | 208257,6 | 2,42 |
| 59 | -54900,4 | 208253,3 | 1,35 |
| 60 | -54887,3 | 208258,9 | 2,38 |
| 61 | -54887,1 | 208256,4 | 1,25 |
| 62 | -54890,7 | 208277,9 | 4,15 |
| 63 | -54866,8 | 208253,3 | 1,96 |
| 64 | -54905,6 | 208286,6 | 1,15 |
| 66 | -54875 | 208255,4 | 1,85 |
| 68 | -54875,5 | 208254,2 | 1,25 |
| 69 | | **23-10-2001** | |
| 70 | -55102,62 | 208241,9 | 2,32 |
| 71 | -55085,8 | 208234,5 | 2,42 |
| 72 | -55006,46 | 208266,76 | 2,92 |
| 73 | -55004,85 | 208263,08 | 2,12 |
| 74 | -54975,36 | 208275,3 | 3,02 |
| 75 | -54974,53 | 208270,66 | 2,42 |
| 76 | -54923,75 | 208289,2 | 4,62 |
| 77 | -54927,71 | 208248,85 | 2,32 |
| 78 | -54898,36 | 208284,36 | 5,62 |
| 79 | -54904,81 | 208238,37 | 2,12 |
| 80 | -54864,93 | 208252,25 | 4,92 |
| 81 | -54880,43 | 208227,72 | 2,22 |
| 82 | -54851,9 | 208219,02 | 3,22 |
| 83 | -54861,67 | 208211,92 | 2,12 |
| 84 | -54828,5 | 208171,04 | 2,52 |
| 85 | -54837,98 | 208176,02 | 2,12 |
| 87 | -54850,02 | 208196,67 | 2,12 |
| 88 | -54842,8 | 208201,79 | 3,02 |
| 89 | | **12-06-2002** | |
| 90 | **X** | **Y** | **Z** |
| 91 | -54856,02 | 208257,11 | 3,2 |
| 92 | -54850,23 | 208243 | 3,05 |
| 93 | -54840,83 | 208239,6 | 3,05 |
| 94 | -54838,7 | 208236,8 | 3,44 |
| 95 | -54836,19 | 208225,6 | 3,28 |
| 96 | -54823,79 | 208210 | 3,08 |
| 97 | -54808,09 | 208189 | 2,94 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 98 | -54792,67 | 208151,7 | 2,88 |
| 99 | -54785,9 | 208142,7 | 2,79 |
| 100 | -54778,06 | 208138,1 | 2,7 |
| 101 | -54760,75 | 208144,4 | 2,98 |
| 102 | -54759,17 | 208167,9 | 3,13 |
| 103 | -54757,06 | 208176,5 | 3,31 |
| 104 | -54764,84 | 208189,3 | 3,22 |
| 105 | -54774,3 | 208204,8 | 3,29 |
| 106 | -54794,77 | 208221,2 | 3,4 |
| 107 | -54805,75 | 208234,6 | 3,6 |
| 108 | -54810,07 | 208237,5 | 3,51 |
| 109 | -54819,75 | 208232,1 | 3,58 |
| 110 | -54838,19 | 208237,2 | 3,42 |
| 111 | -54837,71 | 208240 | 2,98 |
| 112 | -54836,53 | 208245,4 | 3,48 |
| 113 | -54826,56 | 208237,4 | 2,98 |
| 114 | -54827,24 | 208246,4 | 2,88 |
| 115 | -54815,25 | 208243,4 | 3,08 |
| 116 | -54820,79 | 208253,8 | 3,58 |
| 117 | -54815,96 | 208256,9 | 3,38 |
| 118 | -54816,58 | 208261,6 | 3,38 |
| 119 | -54823,69 | 208263,5 | 3,48 |
| 120 | -54831,1 | 208268,5 | 3,58 |
| 121 | -54836,28 | 208273,7 | 3,38 |
| 122 | -54842,85 | 208268,8 | 3,75 |
| 123 | -54837,34 | 208253 | 3,64 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 126 | -54801,13 | 208204,2 | 3,38 |
| 127 | -54812,42 | 208228,3 | 3,6 |
| 128 | | **03-11-2001** | |
| 129 | -54856,8 | 208259,6 | 4,48 |
| 130 | -54854 | 208260,5 | 4,64 |
| 131 | -54836,4 | 208232,7 | 3,93 |
| 132 | -54800,2 | 208173,3 | 2,94 |
| 133 | -54792,8 | 208207,7 | 2,97 |
| 134 | -54820,8 | 208246,1 | 3,03 |
| 135 | -54832,1 | 208262,7 | 3,83 |
| 136 | -54832,1 | 208263,4 | 3,03 |
| 137 | -54846,4 | 208271,1 | 3,86 |
| 138 | -54844,1 | 208272,5 | 3,17 |
| 139 | -54851,7 | 208267,9 | 4,36 |
| 140 | -54857,1 | 208264,9 | 4,93 |
| 141 | -54764 | 205686,8 | 0,8 |
| 142 | -54635,7 | 205567,3 | 6,8 |
| 143 | -54643,7 | 205565,7 | 6 |
| 144 | -54647,6 | 205564,8 | 5,5 |
| 145 | -54651,9 | 205563,3 | 5,3 |
| 146 | -54664,3 | 205561,9 | 3,8 |
| 147 | -54714,4 | 205554,9 | 1,2 |

**junho**

| Restinga | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | -54801,1 | 207384,7 | 10,9 |
| 2 | -54870,9 | 207121,9 | 9,3 |
| 2 | -54884,3 | 207123,6 | 6,8 |
| 3 | -54919,2 | 207130,7 | 5,2 |
| 3 | -54925,6 | 207132,6 | 4,3 |
| 4 | -54933,7 | 207135,4 | 4,2 |
| 4 | -54959,5 | 207141,8 | 1,3 |
| 5 | -54966,5 | 207145 | 0,8 |
| 5 | -54877,3 | 207081,3 | 8,5 |
| 6 | -54886,4 | 207081,3 | 9,3 |
| 6 | -54899 | 207083,8 | 7,2 |
| 7 | -54919 | 207088,5 | 6,7 |
| 7 | -54942,9 | 207094,2 | 5,6 |
| 8 | -54975,7 | 207105,1 | 1,9 |
| 8 | -54986,1 | 207107,3 | 1,3 |
| 9 | -55037,4 | 207103,3 | 1,1 |
| 9 | -54906,9 | 207050,8 | 6,9 |
| 10 | -54930,7 | 207055,3 | 6 |
| 10 | -54924,9 | 207055,1 | 6,6 |
| 11 | -54952,5 | 207060,6 | 5,4 |
| 11 | -54988,3 | 207072,9 | 2,1 |
| 12 | -55010,1 | 207078 | 1,4 |
| 12 | -55029 | 207081,4 | 1,5 |
| 13 | -55044,7 | 207085,5 | 1,2 |
| 13 | -54915,2 | 207004,4 | 6,8 |
| 14 | -54931,7 | 207007,2 | 6,3 |
| 14 | -54945,4 | 207009,4 | 5,7 |
| 15 | -54961,4 | 207013,3 | 5,6 |
| 15 | -54977,1 | 207017,2 | 4,6 |
| 16 | -55004,2 | 207022,2 | 2,1 |
| 16 | -55026,5 | 207028 | 1,5 |
| 17 | -55030,9 | 207028,9 | 1,3 |
| 17 | -55042,1 | 207031,7 | 1,5 |
| 18 | -55056 | 207033,1 | 1,3 |
| 18 | -55067,9 | 207034,7 | 1 |
| 19 | -55063,7 | 207024,7 | 1,1 |
| 19 | -54918,3 | 206988,5 | 6,7 |
| 20 | -54925,6 | 206989,4 | 6,6 |
| 20 | -54939,4 | 206991,3 | 5,9 |
| 21 | -54954,5 | 206993,5 | 5,7 |
| 21 | -54976,5 | 206998 | 4,6 |
| 22 | -55003,2 | 207001,2 | 2,3 |
| 22 | -55021,7 | 207002,2 | 1,7 |
| 23 | -55034,9 | 207002,8 | 1,4 |
| 23 | -55053 | 207001,6 | 1,5 |
| 24 | -55069,7 | 207004 | 1,1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 24 | -54908,4 | 206963,4 | 9,2 |
| 25 | -54922,8 | 206965,8 | 6,9 |
| 25 | -54934,7 | 206967,5 | 6,4 |
| 26 | -54945,1 | 206970,3 | 5,8 |
| 26 | -54959,7 | 206972,5 | 5,7 |
| 27 | -54972,6 | 206975,5 | 4,8 |
| 27 | -54984,8 | 206977,1 | 4,2 |
| 28 | -55007,3 | 206979,2 | 2,3 |
| 28 | -55028,7 | 206982,2 | 1,6 |
| 29 | -55046 | 206982,9 | 1,5 |
| 29 | -55061,6 | 206983,5 | 1,3 |
| 30 | -55073,5 | 206984,1 | 1,1 |
| 30 | -55069,5 | 206946,5 | 0,9 |
| 31 | -55048,1 | 206946,1 | 1,4 |
| 31 | -55028,4 | 206944,9 | 1,8 |
| 32 | -55013 | 206943,6 | 2,3 |
| 32 | -54986,5 | 206940,5 | 4,3 |
| 33 | -54963 | 206938,7 | 5,8 |
| 33 | -54950,9 | 206935,8 | 5,8 |
| 34 | -54934,9 | 206933,1 | 6,3 |
| 34 | -54926,7 | 206931,8 | 6,7 |
| 35 | -54915,2 | 206901,7 | 7 |
| 35 | -54931,4 | 206904,4 | 6,7 |
| 36 | -54961,8 | 206908,2 | 6,1 |
| 36 | -54981,1 | 206911,5 | 4,5 |
| 37 | -54993,3 | 206913,6 | 4 |
| 50 | -55081,3 | 206743,9 | 0,9 |
| 51 | -55068 | 206759,4 | 1,1 |
| 51 | -55056,6 | 206788,3 | 1,2 |
| 52 | -55036,1 | 206784,7 | 1,6 |
| 52 | -55035 | 206784,6 | 1,5 |
| 53 | -55049,4 | 206767,3 | 1,6 |
| 53 | -54885,2 | 207042,2 | 8,9 |
| 54 | -54889,8 | 207002,6 | 8,6 |
| 54 | -54903,8 | 206924,1 | 8,3 |
| 37 | -55014,6 | 206917,2 | 2,3 |
| 38 | -55031,9 | 206917,6 | 2,1 |
| 38 | -55041,9 | 206920 | 1,9 |
| 39 | -55050,7 | 206930,3 | 1,6 |
| 39 | -55060,2 | 206920,7 | 1,1 |
| 40 | -55070,3 | 206932,9 | 1,4 |
| 40 | -55085,7 | 206923,7 | 1,8 |
| 41 | -54936,4 | 206862,7 | 6,5 |
| 42 | -54956,3 | 206863,3 | 6,2 |
| 42 | -54977,2 | 206865,2 | 4,8 |
| 43 | -54987,3 | 206865,1 | 4,3 |
| 43 | -55014,7 | 206865,7 | 2,6 |
| 44 | -55038,6 | 206866,9 | 1,8 |
| 44 | -55046,4 | 206866,5 | 1,7 |
| 45 | -55089,5 | 206870,1 | 1,6 |
| 45 | -55112,5 | 206873,5 | 1,1 |
| 46 | -55022 | 206799,2 | 1,7 |
| 46 | -55053,2 | 206800,5 | 1,3 |
| 47 | -55054 | 206800,5 | 1,2 |
| 47 | -55055,6 | 206798 | 1,1 |
| 48 | -55064,1 | 206793,3 | 1,1 |
| 48 | -55090,4 | 206798,4 | 1,2 |
| 49 | -55076,5 | 206770,8 | 0,8 |
| 49 | -55087,6 | 206748,8 | 1,1 |
| 50 | -55085,3 | 206747,9 | 0,8 |

| restinga | | **Julho** | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 1 | -54911,1 | 206862 | 8,5 |
| 2 | -54801,7 | 207382,8 | 11,4 |
| 3 | -54801,1 | 207384,7 | 11,4 |
| 4 | -54870,9 | 207121,9 | 9,7 |
| 5 | -54884,3 | 207123,6 | 7,2 |
| 6 | -54919,2 | 207130,7 | 5,6 |
| 7 | -54925,6 | 207132,6 | 4,8 |
| 8 | -54933,7 | 207135,4 | 4,6 |
| 9 | -54959,5 | 207141,8 | 1,8 |
| 10 | -54966,5 | 207145 | 1,3 |
| 11 | -54877,3 | 207081,3 | 9 |
| 12 | -54891,3 | 207082,5 | 7 |
| 13 | -54910,7 | 207085,7 | 6,5 |
| 14 | -54936,1 | 207090,8 | 5,3 |
| 15 | -54949,2 | 207087,6 | 4,9 |
| 16 | -54971,6 | 207096,1 | 2 |
| 17 | -54991,8 | 207108,8 | 1,3 |
| 18 | -54885,2 | 207042,2 | 9,4 |
| 19 | -54896,6 | 207045 | 7 |
| 20 | -54917,3 | 207048,3 | 6,4 |
| 21 | -54948,3 | 207055,6 | 5,2 |
| 22 | -54957,9 | 207057,7 | 4,7 |
| 23 | -54983,5 | 207063,7 | 2,1 |
| 24 | -55005,8 | 207066,8 | 1,7 |
| 25 | -55029,3 | 207070,8 | 1,3 |
| 26 | -54889,8 | 207002,6 | 9,1 |
| 27 | -54904,6 | 207004 | 6,9 |
| 28 | -54931,7 | 207009,2 | 5,7 |
| 29 | -54957,8 | 207013,2 | 4,9 |
| 30 | -54969,9 | 207014,9 | 4,7 |
| 31 | -54994,7 | 207019,7 | 1,9 |
| 32 | -55011,4 | 207025,3 | 1,7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 33 | -55037,1 | 207030,6 | 1,3 |
| 34 | -54903,8 | 206924,1 | 8,8 |
| 35 | -54919 | 206926,6 | 6,8 |
| 36 | -54951,6 | 206930,9 | 5,7 |
| 37 | -54970,1 | 206933 | 4,5 |
| 38 | -54980,6 | 206934,2 | 4,6 |
| 39 | -55001,4 | 206936,5 | 2 |
| 40 | -55028,2 | 206939,9 | 1,8 |
| 41 | -55051,6 | 206942,8 | 1,3 |
| 42 | -54908,2 | 206901,9 | 9,7 |
| 43 | -54923,5 | 206906,5 | 6,7 |
| 44 | -54957,2 | 206911 | 5,8 |
| 45 | -54974 | 206912 | 4,4 |
| 46 | -54982,3 | 206913,1 | 4,5 |
| 47 | -55005 | 206913,9 | 2,3 |
| 48 | -55025,4 | 206928,8 | 1,5 |
| 49 | -55025,3 | 206924,2 | 1,6 |
| 50 | -55026,9 | 206918 | 1,8 |
| 51 | -55054 | 206922,9 | 1,3 |
| 52 | -54930,4 | 206861,5 | 6,3 |
| 53 | -54951 | 206862 | 6 |
| 54 | -54974,9 | 206862,5 | 4,4 |
| 55 | -54983,9 | 206861,4 | 4,4 |
| 56 | -55007,8 | 206861,8 | 2,6 |
| 57 | -55030,5 | 206863,1 | 2 |
| 58 | -55061 | 206865 | 1,3 |
| 59 | -54923,8 | 206790,8 | 6,3 |
| 60 | -54927,2 | 206828,4 | 6,3 |
| 61 | -54950,9 | 206830,1 | 6 |
| 62 | -54976,8 | 206830,7 | 4,5 |
| 63 | -54981,7 | 206831 | 4,5 |
| 64 | -54999,8 | 206833,4 | 2,1 |
| 65 | -54999,2 | 206834,4 | 2,4 |
| 66 | -55031,5 | 206836,5 | 2 |
| 67 | -55065,8 | 206842 | 1,2 |
| 68 | -54951,2 | 206789,3 | 5,8 |
| 69 | -54968,9 | 206788,7 | 4,7 |
| 70 | -54980,1 | 206788,3 | 4,4 |
| 71 | -54999,8 | 206787,8 | 2,2 |
| 72 | -55001,1 | 206787,2 | 2 |
| 73 | -55009,6 | 206786,1 | 1,8 |
| 74 | -55010,7 | 206786,1 | 2,1 |
| 75 | -55029,8 | 206786,4 | 2,1 |
| 76 | -55067 | 206784 | 1,3 |
| 78 | -54922,5 | 206716,4 | 6,7 |
| 79 | -54946,7 | 206718,7 | 5,5 |
| 80 | -54965,7 | 206722,4 | 4,4 |
| 81 | -54978,2 | 206724,7 | 4,6 |
| 82 | -55005,7 | 206727,8 | 1,7 |
| 83 | -55014,1 | 206728,2 | 1,4 |
| 84 | -55033,7 | 206732,4 | 1,2 |
| 85 | -55035,7 | 206733,2 | 1,7 |
| 86 | -55069,2 | 206742,7 | 1,4 |
| 87 | -55050 | 206737,7 | 1,8 |
| 88 | -54919,2 | 206673,9 | 6,8 |
| 89 | -54949,5 | 206674,7 | 5,4 |
| 90 | -54968,4 | 206674,8 | 4,4 |
| 91 | -54992,2 | 206678,5 | 4,3 |
| 92 | -55017,1 | 206681,3 | 1,9 |
| 93 | -55035,3 | 206684,5 | 1,4 |
| 94 | -55047,1 | 206684,9 | 1,2 |
| 95 | -55058,9 | 206686,2 | 1,4 |
| 96 | -55066,1 | 206687,3 | 1,7 |
| 97 | -55081,2 | 206688,1 | 1,3 |
| 98 | -54918 | 206642,7 | 6,1 |
| 99 | -54967,4 | 206636,9 | 4,1 |
| 100 | -54988,8 | 206636,3 | 4,5 |
| 101 | -55004,4 | 206637,2 | 3,8 |
| 102 | -55031,8 | 206642,1 | 1,9 |
| 103 | -55044,7 | 206644,9 | 1,7 |
| 104 | -55075,1 | 206653 | 1,4 |
| 105 | -55074,9 | 206650,5 | 1,3 |
| 106 | -55074,9 | 206648,1 | 1,4 |
| 107 | -55087,2 | 206651,6 | 1,3 |
| 108 | -54879 | 206433,3 | 8,9 |
| 109 | -54887,5 | 206438 | 6,5 |
| 110 | -54939,4 | 206444,4 | 4,7 |
| 111 | -54969,3 | 206433,5 | 4,1 |
| 112 | -54990 | 206427,6 | 3,6 |
| 113 | -55019,4 | 206422,4 | 3,4 |
| 114 | -55037,4 | 206415,6 | 3,2 |
| 115 | -55062,8 | 206406,1 | 2,3 |
| 116 | -55093,8 | 206398,2 | 1,4 |
| 117 | -55104,8 | 206394,9 | 1,1 |
| 118 | -55108,6 | 206394,9 | 1,3 |
| 119 | -55114,7 | 206395 | 1,4 |
| 120 | -55118,1 | 206394,4 | 1,2 |
| 121 | -55100,6 | 206430 | 1,4 |
| 122 | -55106,8 | 206432,1 | 1,6 |
| 123 | -55115,7 | 206433,1 | 1,3 |
| 124 | -55092,9 | 206435,6 | 1 |
| 125 | -55068,9 | 206445,1 | 1,5 |
| 126 | -55021,6 | 206462 | 3,6 |
| 127 | -55017,4 | 206491,7 | 3,8 |
| 128 | -55044,4 | 206499,5 | 1,8 |
| 129 | -55076,4 | 206507,1 | 1,3 |
| 130 | -55082,6 | 206507,4 | 1,2 |
| 131 | -55086,7 | 206507,3 | 1,2 |
| 132 | -55088,8 | 206507,6 | 1,5 |
| 133 | -55094,4 | 206508,2 | 1,7 |
| 134 | -55083,7 | 206520,2 | 1,6 |
| 135 | -55082,4 | 206519,4 | 1,3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 136 | -55071,8 | 206529,6 | 1,3 |
| 137 | -55073 | 206531,2 | 1,7 |
| 138 | -55061,5 | 206541,2 | 1,4 |
| 139 | -55062,5 | 206542,1 | 1,9 |
| 140 | -55048,9 | 206553,1 | 1,5 |
| 141 | -55049,7 | 206554,5 | 2 |
| 142 | -55030,7 | 206563,5 | 2,2 |
| 143 | -55030,7 | 206560,9 | 1,8 |
| 144 | -55018,6 | 206560,7 | 2,6 |
| 145 | -54999,1 | 206563,8 | 4,5 |
| 146 | -54997,1 | 206583,8 | 4,4 |
| 147 | -55010,5 | 206587 | 3,2 |
| 148 | -55043,9 | 206583,4 | 2,3 |
| 149 | -55086,4 | 206582,7 | 1,4 |
| 150 | -55063,7 | 206604,2 | 1,4 |
| 151 | -55051,3 | 206625,9 | 1,7 |
| 152 | -54887,5 | 206438 | 6,5 |
| 154 | -54904,6 | 207004 | 6,8 |
| 155 | -54931,7 | 207009,2 | 5,7 |
| 156 | -54957,8 | 207013,2 | 4,9 |
| 157 | -54969,9 | 207014,9 | 4,6 |
| 158 | -54994,7 | 207013,7 | 1,8 |
| 159 | -55011,4 | 207014,2 | 1,6 |
| 160 | -55037,1 | 207016 | 1,2 |
| 162 | -54919 | 206926,6 | 6,8 |
| 163 | -54951,6 | 206930,9 | 5,7 |
| 164 | -54970,1 | 206933 | 4,5 |
| 165 | -54980,6 | 206934,2 | 4,6 |
| 166 | -55001,4 | 206936,5 | 2 |
| 167 | -55028,2 | 206939,9 | 1,8 |
| 168 | -55051,6 | 206942,8 | 1,3 |
| 170 | -54923,5 | 206906,5 | 6,2 |
| 171 | -54957,2 | 206911 | 5,4 |
| 172 | -54974 | 206912 | 3,9 |
| 173 | -54982,3 | 206913,1 | 4,1 |
| 174 | -55005 | 206913,9 | 1,8 |
| 175 | -55025,4 | 206928,8 | 1 |
| 176 | -55025,3 | 206924,2 | 1,2 |
| 177 | -55026,9 | 206918 | 1,4 |
| 178 | -55054 | 206922,9 | 0,8 |
| 180 | -54930,4 | 206861,5 | 5,8 |
| 181 | -54951 | 206862 | 5,5 |
| 182 | -54974,9 | 206862,5 | 4 |
| 183 | -54983,9 | 206861,4 | 3,9 |
| 184 | -55007,8 | 206861,8 | 2,1 |
| 185 | -55030,5 | 206863,1 | 1,5 |
| 186 | -55061 | 206865 | 0,8 |
| 187 | -55065,8 | 206842 | 0,8 |
| 188 | -55031,5 | 206836,5 | 1,6 |
| 189 | -54999,2 | 206834,4 | 2 |
| 190 | -54999,8 | 206833,4 | 1,7 |
| 191 | -54981,7 | 206831 | 4 |
| 192 | -54976,8 | 206830,7 | 4,1 |
| 193 | -54950,9 | 206830,1 | 5,5 |
| 194 | -54927,2 | 206828,4 | 5,8 |
| 195 | -54923,8 | 206790,8 | 5,9 |
| 196 | -54951,2 | 206789,3 | 5,4 |
| 197 | -54968,9 | 206788,7 | 4,3 |
| 198 | -54980,1 | 206788,3 | 4 |
| 199 | -54999,8 | 206787,8 | 1,8 |
| 200 | -55001,1 | 206787,2 | 1,5 |
| 201 | -55009,6 | 206786,1 | 1,4 |
| 202 | -55010,7 | 206786,1 | 1,6 |
| 203 | -55029,8 | 206786,4 | 1,6 |
| 204 | -55067 | 206784 | 0,8 |
| 205 | -55069,2 | 206742,7 | 0,9 |
| 206 | -55050 | 206737,7 | 1,3 |
| 207 | -55035,7 | 206733,2 | 1,3 |
| 208 | -55033,7 | 206732,4 | 0,7 |
| 209 | -55014,1 | 206728,2 | 0,9 |
| 210 | -55005,7 | 206727,8 | 1,3 |
| 211 | -54978,2 | 206724,7 | 4,2 |
| 212 | -54965,7 | 206722,4 | 4 |
| 213 | -54946,7 | 206718,7 | 5,1 |
| 214 | -54922,5 | 206716,4 | 6,2 |
| 215 | -54919,2 | 206673,9 | 6,3 |
| 216 | -54949,5 | 206674,7 | 4,9 |
| 217 | -54968,4 | 206674,8 | 3,9 |
| 218 | -54992,2 | 206678,5 | 3,8 |
| 219 | -55017,1 | 206681,3 | 1,5 |
| 220 | -55035,3 | 206684,5 | 0,9 |
| 221 | -55047,1 | 206684,9 | 0,8 |
| 222 | -55058,9 | 206686,2 | 1 |
| 223 | -55066,1 | 206687,3 | 1,2 |
| 224 | -55081,2 | 206688,1 | 0,8 |
| 225 | -55087,2 | 206651,6 | 0,9 |
| 226 | -55074,9 | 206648,1 | 0,9 |
| 227 | -55074,9 | 206650,5 | 0,8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 228 | -55075,1 | 206653 | 0,9 |
| 229 | -55044,7 | 206644,9 | 1,3 |
| 230 | -55031,8 | 206642,1 | 1,4 |
| 231 | -55004,4 | 206637,2 | 3,4 |
| 232 | -54988,8 | 206636,3 | 4,1 |
| 233 | -54967,4 | 206636,9 | 3,7 |
| 234 | -54918 | 206642,7 | 5,6 |
| 235 | -54939,4 | 206444,4 | 4,3 |
| 236 | -54969,3 | 206433,5 | 3,6 |
| 237 | -54990 | 206427,6 | 3,1 |
| 238 | -55019,4 | 206422,4 | 3 |
| 239 | -55037,4 | 206415,6 | 2,8 |
| 240 | -55062,8 | 206406,1 | 1,8 |
| 241 | -55093,8 | 206398,2 | 0,9 |
| 242 | -55104,8 | 206394,9 | 0,6 |
| 243 | -55108,6 | 206394,9 | 0,8 |
| 244 | -55114,7 | 206395 | 1 |
| 245 | -55118,1 | 206394,4 | 0,8 |
| 246 | -55100,6 | 206430 | 1 |
| 247 | -55106,8 | 206432,1 | 1,1 |
| 248 | -55115,7 | 206433,1 | 0,8 |
| 249 | -55092,9 | 206435,6 | 0,6 |
| 250 | -55068,9 | 206445,1 | 1 |
| 251 | -55021,6 | 206462 | 3,2 |
| 252 | -55017,4 | 206491,7 | 3,4 |
| 253 | -55044,4 | 206499,5 | 1,3 |
| 254 | -55076,4 | 206507,1 | 0,9 |
| 255 | -55082,6 | 206507,4 | 0,8 |
| 256 | -55086,7 | 206507,3 | 0,7 |
| 257 | -55088,8 | 206507,6 | 1 |
| 258 | -55094,4 | 206508,2 | 1,2 |
| 259 | -55083,7 | 206520,2 | 1,1 |
| 260 | -55082,4 | 206519,4 | 0,8 |
| 261 | -55071,8 | 206529,6 | 0,9 |
| 262 | -55073 | 206531,2 | 1,3 |
| 263 | -55061,5 | 206541,2 | 1 |
| 264 | -55062,5 | 206542,1 | 1,4 |
| 265 | -55048,9 | 206553,1 | 1 |
| 266 | -55049,7 | 206554,5 | 1,6 |
| 267 | -55030,7 | 206563,5 | 1,8 |
| 268 | -55030,7 | 206560,9 | 1,4 |
| 269 | -55018,6 | 206560,7 | 2,2 |
| 270 | -54999,1 | 206563,8 | 4 |
| 271 | -54997,1 | 206583,8 | 3,9 |
| 272 | -55010,5 | 206587 | 2,8 |
| 273 | -55043,9 | 206583,4 | 1,8 |
| 274 | -55086,4 | 206582,7 | 0,9 |
| 275 | -55063,7 | 206604,2 | 0,9 |
| 276 | -55051,3 | 206625,9 | 1,3 |
| | **Dezembro** | | |
| | X | Y | Z |
| 1 | -54801,6 | 207382,8 | 11,4 |
| 2 | -54838,5 | 207381,9 | 7,8 |
| 3 | -54853,4 | 207383 | 7,1 |
| 4 | -54867,7 | 207384 | 6,5 |
| 5 | -54903,8 | 207389,4 | 1,3 |
| 6 | -54913,5 | 207388,6 | 1 |
| 7 | -54851,1 | 207412,1 | 7 |
| 8 | -54856,2 | 207443,3 | 7,3 |
| 9 | -54893,9 | 207449 | 1,4 |
| 10 | -54905,3 | 207452,7 | 1,1 |
| 11 | -54836,2 | 207480,4 | 7,9 |
| 12 | -54843,3 | 207482,5 | 7,4 |
| 13 | -54849,1 | 207483,7 | 7,3 |
| 14 | -54892 | 207489,1 | 1,7 |
| 15 | -54836 | 207549,5 | 7,5 |
| 16 | -54855,8 | 207548,4 | 7 |
| 17 | -54893,4 | 207547,7 | 1,5 |
| 18 | -54899,9 | 207549,3 | 1,1 |
| 19 | -54909,4 | 207586,7 | 0,9 |
| 20 | -54901,1 | 207586,6 | 1,5 |
| 21 | -54863,2 | 207589,7 | 6,5 |
| 22 | -54853 | 207591,7 | 6,9 |
| 23 | -54836,6 | 207593,3 | 7,5 |
| 24 | -54838,1 | 207626,1 | 7,5 |
| 25 | -54861,7 | 207626,4 | 7 |
| 26 | -54898,3 | 207624,1 | 1,3 |
| 27 | -54902,1 | 207624,1 | 1,1 |
| 28 | -54930,5 | 207692,5 | 1,4 |
| 29 | -54910,3 | 207693,1 | 1,5 |
| 30 | -54866,7 | 207694,4 | 6,9 |
| 31 | -54858,1 | 207695,7 | 6,9 |
| 32 | -54846,4 | 207697,5 | 7 |
| 33 | -54827,1 | 207751,4 | 9,8 |
| 34 | -54821,1 | 207752,3 | 9,1 |
| 35 | -54840 | 207751,2 | 8,7 |
| 36 | -54841,4 | 207751,5 | 7,2 |
| 37 | -54850,8 | 207752,2 | 6,5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 38 | -54871,7 | 207753,7 | 7 |
| 39 | -54914,5 | 207754,1 | 1,5 |
| 40 | -54921,7 | 207755,5 | 1,3 |
| 41 | -54870,9 | 207119,8 | 9,7 |
| 42 | -54882,8 | 207121 | 7,5 |
| 43 | -54892,8 | 207122,9 | 6,9 |
| 44 | -54923,7 | 207128,3 | 5,7 |
| 45 | -54962,6 | 207136,7 | 1,5 |
| 46 | -54964,3 | 207137,7 | 1,3 |
| 47 | -54877,2 | 207079,2 | 8,9 |
| 48 | -54889,7 | 207079,7 | 7,4 |
| 49 | -54904,6 | 207083,1 | 6,7 |
| 50 | -54934,5 | 207084,9 | 5,4 |
| 51 | -54972,1 | 207087,2 | 1,4 |
| 52 | -54984,7 | 207088,4 | 1,3 |
| 53 | -54885 | 207040,1 | 9,3 |
| 54 | -54895,2 | 207042,5 | 7,2 |
| 55 | -54913,3 | 207046 | 6,6 |
| 56 | -54938,7 | 207048,1 | 5,5 |
| 57 | -54973,5 | 207051,5 | 1,5 |
| 58 | -54978,4 | 207051,1 | 1,3 |
| 59 | -54943,2 | 207066,1 | 5,6 |
| 60 | -54944,4 | 207018 | 5,7 |
| 61 | -54889,6 | 207000,6 | 9 |
| 62 | -54901,3 | 207001,9 | 7,4 |
| 63 | -54914 | 207003,7 | 6,6 |
| 64 | -54939,1 | 207004,3 | 5,5 |
| 65 | -54977,5 | 207005,5 | 1,7 |
| 66 | -54916,2 | 206951 | 7 |
| 67 | -54927,4 | 206953,5 | 6,3 |
| 68 | -54943,2 | 206955,8 | 5,7 |
| 69 | -54984,2 | 206963,2 | 1,5 |
| 70 | -54926,2 | 206879,6 | 6,8 |
| 71 | -54937,9 | 206881,6 | 6,1 |
| 72 | -54980 | 206880,3 | 4,2 |
| 73 | -55005,3 | 206879,1 | 2 |
| 74 | -55024,5 | 206880 | 1,6 |
| 75 | -54910,6 | 206859,9 | 9,3 |
| 76 | -54928,6 | 206859,3 | 7,2 |
| 77 | -54944,5 | 206860,6 | 6 |
| 78 | -54985,8 | 206859,1 | 4 |
| 79 | -55010,9 | 206861,7 | 2 |
| 80 | -55022,7 | 206860,9 | 1,6 |
| 81 | -54921,6 | 206794,2 | 6,9 |
| 82 | -54956,2 | 206792 | 4,9 |
| 83 | -54988,2 | 206793,6 | 3,8 |
| 84 | -55017,2 | 206794,4 | 1,8 |
| 85 | -55030,7 | 206790,9 | 1,6 |
| 86 | -54947 | 207018,8 | 5,5 |
| 87 | -54943,6 | 207066,8 | 5,6 |
| 88 | -54936,6 | 207107,2 | 5,7 |
| 89 | -54925,5 | 207142,3 | 5,8 |
| 90 | -54909,7 | 207178,6 | 6,3 |
| 91 | -54898,3 | 207223 | 6,3 |
| 92 | -54894,8 | 207261,9 | 6,4 |
| 93 | -54892,9 | 207305 | 6,2 |
| 94 | -54879 | 206433,3 | 8,9 |
| 131 | -54911,1 | 206862,2 | 9,1 |
| 132 | -54909,3 | 206798,9 | 9,4 |
| 133 | -54923,5 | 206797,5 | 7,3 |
| 134 | -54945,8 | 206797,8 | 5,5 |
| 135 | -54971,1 | 206798,4 | 4 |
| 136 | -54986,3 | 206799,6 | 4,2 |
| 137 | -55019 | 206802 | 1,5 |
| 138 | -55034,4 | 206800,7 | 1,5 |
| 139 | -55064,2 | 206800,8 | 1,3 |
| 140 | -55073,1 | 206742,9 | 1,4 |
| 141 | -55046,9 | 206740,1 | 1,8 |
| 142 | -55014,8 | 206737,6 | 2 |
| 143 | -54989,7 | 206735,5 | 3,4 |
| 144 | -54977,4 | 206733,9 | 3,4 |
| 145 | -54957,8 | 206733,1 | 4,5 |
| 146 | -54919,7 | 206726,2 | 7 |
| 147 | -54916,1 | 206659,6 | 6,9 |
| 148 | -54950,5 | 206656,3 | 4,8 |
| 149 | -54986,8 | 206657,7 | 2,8 |
| 150 | -55004,6 | 206658,2 | 2,5 |
| 151 | -55027,7 | 206661,6 | 2 |
| 152 | -55029,5 | 206662,3 | 1,9 |
| 153 | -55032,1 | 206660,8 | 2 |
| 154 | -55048,6 | 206660,7 | 2 |
| 155 | -55074,2 | 206657,8 | 1,4 |
| 156 | -55072,5 | 206596,2 | 1,6 |
| 157 | -55058,3 | 206594,6 | 1,7 |
| 158 | -55052 | 206595,2 | 1,5 |
| 159 | -55043,7 | 206593,8 | 1,7 |
| 160 | -55011,9 | 206591 | 2,1 |
| 161 | -54974,7 | 206589,9 | 3,1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 162 | -54942,5 | 206588,3 | 4,5 |
| 163 | -54900,4 | 206578,8 | 6,5 |
| 164 | -54899,2 | 206542,2 | 6,6 |
| 165 | -54935,7 | 206537,6 | 4,6 |
| 166 | -54976,2 | 206535,8 | 3 |
| 167 | -54991,2 | 206534,5 | 2,8 |
| 168 | -55005,3 | 206533,7 | 1,9 |
| 169 | -55017,9 | 206533,1 | 1,5 |
| 170 | -55027,7 | 206535,9 | 1,7 |
| 171 | -55045,8 | 206539,6 | 2 |
| 172 | -55064,7 | 206540,7 | 1,5 |
| 173 | -55074,5 | 206499,9 | 1,6 |
| 174 | -55051,9 | 206497,4 | 1,9 |
| 175 | -55036,1 | 206494,7 | 1,5 |
| 176 | -55033,1 | 206494,5 | 1,5 |
| 177 | -55024,9 | 206493,5 | 1,7 |
| 178 | -55014,8 | 206493,9 | 1,9 |
| 179 | -54994,4 | 206492,9 | 2,7 |
| 180 | -54971,1 | 206493,6 | 3,1 |
| 181 | -54929 | 206494,4 | 4,6 |
| 182 | -54888,1 | 206493,3 | 6,9 |
| 183 | -54926,1 | 206440,3 | 4,9 |
| 184 | -54971,6 | 206440,7 | 2,9 |
| 185 | -55008,1 | 206441,1 | 2,1 |
| 186 | -55040,2 | 206445,6 | 1,5 |
| 187 | -55045,8 | 206444 | 1,4 |
| 188 | -55067,9 | 206446,4 | 1,7 |
| 189 | -55075,8 | 206442,3 | 1,5 |
| 190 | -54934,6 | 206420,5 | 4,5 |
| 191 | -54995,1 | 206394,4 | 2,6 |
| 192 | -55039,2 | 206367,7 | 2,1 |
| 193 | -55054,6 | 206355,4 | 1,7 |
| 194 | -55008,5 | 206316,4 | 1,6 |
| 195 | -54958,2 | 206337,2 | 2,3 |
| 196 | -54928,3 | 206348,8 | 2,8 |
| 197 | -54900,8 | 206359,6 | 4,3 |
| 128 | -54680,8 | 207359,7 | 1,8 |
| 129 | -54670 | 207321,9 | 2,1 |
| 130 | -54668,4 | 207322,6 | 1,8 |
| 131 | -54836,2 | 207009,1 | 15,5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 198 | -54877,8 | 206373,2 | 6,1 |
| 199 | -54898,7 | 206422,2 | 6,2 |
| 94 | -54747,3 | 207377,9 | 5 |
| 95 | -54758,5 | 207321,8 | 5,1 |
| 96 | -54757,5 | 207321 | 3,7 |
| 97 | -54755 | 207320,7 | 3,4 |
| 98 | -54752,5 | 207320,1 | 2,7 |
| 99 | -54725,6 | 207316,1 | 2,5 |
| 100 | -54667,1 | 207305,4 | 2,1 |
| 101 | -54664 | 207305,6 | 1,6 |
| 102 | -54662,7 | 207274,7 | 1,7 |
| 103 | -54667,1 | 207273,9 | 2,1 |
| 104 | -54664,8 | 207244,5 | 1,7 |
| 105 | -54685,3 | 207247,3 | 2,7 |
| 106 | -54701,7 | 207208,3 | 3 |
| 107 | -54688,1 | 207199,2 | 1,7 |
| 108 | -54720,4 | 207168,4 | 1,8 |
| 109 | -54726,5 | 207174,2 | 3,3 |
| 110 | -54755,8 | 207157,6 | 3,5 |
| 111 | -54754,5 | 207143,4 | 2,1 |
| 112 | -54781,8 | 207158,2 | 3,7 |
| 113 | -54767,6 | 207195,9 | 4 |
| 114 | -54763,9 | 207223,7 | 3,8 |
| 115 | -54764,2 | 207224 | 4,3 |
| 116 | -54761,2 | 207235,2 | 3,7 |
| 117 | -54762 | 207235,4 | 4,7 |
| 118 | -54760,9 | 207269,6 | 3,6 |
| 119 | -54760,2 | 207295,2 | 3,6 |
| 120 | -54758 | 207295,4 | 3 |
| 121 | -54747,6 | 207371,5 | 4,4 |
| 122 | -54747,2 | 207371,3 | 3,6 |
| 123 | -54744,1 | 207370,7 | 2,9 |
| 124 | -54726,9 | 207369,2 | 2,5 |
| 125 | -54725,3 | 207368,2 | 2 |
| 126 | -54703,9 | 207363,9 | 2 |
| 127 | -54681,5 | 207359,5 | 1,9 |

## Banco rio/Março

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | -54755,9 | 207277,66 | 5,02 |
| 2 | -54755,85 | 207298,87 | 5,309 |
| 3 | -54753,9 | 207298,7 | 4,82 |
| 4 | -54754,99 | 207320 | 5,143 |
| 5 | -54755,72 | 207256,88 | 4,87 |
| 6 | -54765,24 | 207226,74 | 4,734 |
| 7 | -54824,26 | 207100,43 | 4,734 |
| 8 | -54813,91 | 207098,27 | 3,624 |
| 9 | -54804,64 | 207095,6 | 2,563 |
| 10 | -54790,38 | 207117,47 | 2,508 |
| 11 | -54794,1 | 207390,03 | 3,145 |
| 12 | -54819,57 | 207144,61 | 4,752 |
| 13 | -54794,59 | 207160,4 | 4,579 |
| 14 | -54793,05 | 207155,48 | 3,922 |
| 15 | -54783,75 | 207151,81 | 3,234 |
| 16 | -54768,76 | 207140,34 | 2,891 |
| 17 | -54766,49 | 207137,9 | 2,476 |
| 18 | -54744,38 | 207157,6 | 2,485 |
| 19 | -54748,3 | 207165,1 | 2,766 |
| 20 | -54750,94 | 207169,71 | 3,504 |
| 21 | -54779,71 | 207195,25 | 4,73 |
| 22 | -54761,64 | 207226,21 | 4,176 |
| 23 | -54704,71 | 207215,22 | 2,976 |
| 24 | -54700,96 | 207212,99 | 2,409 |
| 25 | -54692,7 | 207231,29 | 2,371 |
| 26 | -54695,83 | 207233,06 | 2,863 |
| 27 | -54754,48 | 207256,63 | 4,121 |
| 28 | -54754,65 | 207277,5 | 3,492 |
| 29 | -54673,49 | 207283,26 | 2,355 |
| 30 | -54673,87 | 207305,28 | 2,462 |
| 31 | -54715,95 | 207314,09 | 2,601 |
| 32 | -54750,78 | 207320,21 | 2,715 |
| 33 | -54753,26 | 207319,25 | 4,002 |
| 34 | -54761,75 | 207235,7 | 4,759 |
| 35 | -54758,7 | 207235,6 | 4,16 |

## Banco/Dezembro (rio)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 95 | -54758,55 | 207321,77 | 5,051 |
| 96 | -54757,5 | 207321,02 | 3,674 |
| 97 | -54755,03 | 207320,67 | 3,366 |
| 98 | -54752,45 | 207320,15 | 2,656 |
| 99 | -54725,57 | 207316,13 | 2,45 |
| 100 | -54667,07 | 207305,4 | 2,118 |
| 101 | -54663,99 | 207305,61 | 1,592 |
| 102 | -54662,67 | 207274,69 | 1,664 |
| 103 | -54667,07 | 207273,92 | 2,087 |
| 104 | -54664,81 | 207244,49 | 1,656 |
| 105 | -54685,28 | 207247,29 | 2,652 |
| 106 | -54701,71 | 207208,27 | 3,014 |
| 107 | -54688,13 | 207199,25 | 1,698 |
| 108 | -54720,36 | 207168,41 | 1,81 |
| 109 | -54726,49 | 207174,19 | 3,269 |
| 110 | -54755,82 | 207157,6 | 3,492 |
| 111 | -54754,46 | 207143,42 | 2,066 |
| 112 | -54781,78 | 207158,19 | 3,697 |
| 113 | -54767,55 | 207195,86 | 3,973 |
| 114 | -54763,87 | 207223,67 | 3,822 |
| 115 | -54764,2 | 207223,96 | 4,31 |
| 116 | -54761,25 | 207235,2 | 3,678 |
| 117 | -54762,05 | 207235,38 | 4,692 |
| 118 | -54760,92 | 207269,63 | 3,568 |
| 119 | -54760,25 | 207295,23 | 3,581 |
| 120 | -54757,99 | 207295,35 | 2,969 |
| 121 | -54747,65 | 207371,51 | 4,386 |
| 122 | -54747,25 | 207371,34 | 3,552 |
| 123 | -54744,13 | 207370,7 | 2,897 |
| 124 | -54726,87 | 207369,2 | 2,54 |
| 125 | -54725,26 | 207368,21 | 1,965 |
| 126 | -54703,89 | 207363,89 | 1,96 |
| 127 | -54681,49 | 207359,53 | 1,901 |
| 128 | -54680,76 | 207359,74 | 1,767 |
| 129 | -54669,98 | 207321,94 | 2,063 |
| 130 | -54668,42 | 207322,57 | 1,759 |

## Levantamento geral- 2003- Junho

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | -54982,8 | 209421,4 | 9,9 |
| 2 | -54999 | 209418,3 | 8,7 |
| 3 | -55003,7 | 209416,8 | 5,1 |
| 4 | -55021,5 | 209412,6 | 3,5 |
| 5 | -55039,3 | 209408,1 | 2,1 |
| 6 | -55063,3 | 209405,4 | 1,2 |
| 7 | -55096,5 | 209400,3 | 0,1 |
| 23 | -54994,7 | 209544,8 | 10,2 |
| 22 | -55023,3 | 209540,9 | 6,6 |
| 21 | -55041,2 | 209537,4 | 4,4 |
| 20 | -55054,5 | 209534,4 | 3,1 |
| 17 | -55072,8 | 209532,6 | 1,9 |
| 9 | -55096,5 | 209523,1 | 1 |
| 8 | -55123,9 | 209514,1 | 0,1 |
| 10 | -55095,7 | 209524,4 | 1,8 |
| 12 | -55099,8 | 209534,8 | 0,9 |
| 14 | -55087,9 | 209549,9 | 1,3 |
| 15 | -55081,6 | 209548,5 | 1,5 |
| 16 | -55078,7 | 209545,1 | 1,6 |
| 19 | -55071,7 | 209529,3 | 1,7 |
| 18 | -55072,6 | 209522,2 | 1,6 |
| 11 | -55098,1 | 209528,5 | 1 |
| 13 | -55095,5 | 209544,8 | 1 |
| 24 | -55049,4 | 209695,8 | 8,4 |
| 25 | -55071,1 | 209690,8 | 6,3 |
| 26 | -55089,1 | 209687,3 | 4,5 |
| 27 | -55098,2 | 209686 | 3,5 |
| 28 | -55115 | 209682,9 | 1,8 |
| 29 | -55117,3 | 209682,4 | 1,4 |
| 30 | -55120,5 | 209681,5 | 1,2 |
| 31 | -55142,8 | 209671,7 | 1,1 |
| 32 | -55174,1 | 209663 | 0,6 |
| 33 | -55197,3 | 209651,2 | 0,1 |
| 34 | -55113,3 | 209861,6 | 13,4 |
| 35 | -55113,3 | 209861,6 | 13,4 |
| 36 | -55133,2 | 209854,7 | 6,9 |
| 37 | -55136,2 | 209854,1 | 5,2 |
| 38 | -55144,5 | 209850,5 | 4,3 |
| 39 | -55150,2 | 209848,6 | 3,6 |
| 40 | -55165,6 | 209843,2 | 2,1 |
| 41 | -55166,1 | 209843 | 1,9 |
| 48 | -55130,8 | 209905,9 | 8,6 |
| 47 | -55141,8 | 209902,6 | 6,8 |
| 46 | -55145,3 | 209901,1 | 5,5 |
| 45 | -55162,6 | 209897,3 | 3,8 |
| 44 | -55180,9 | 209892,7 | 2,1 |
| 43 | -55183,2 | 209891,8 | 1,8 |
| 42 | -55184 | 209891,5 | 1,5 |
| 49 | -55167 | 209997,3 | 7,8 |
| 50 | -55169,3 | 209996 | 5,3 |
| 51 | -55175,4 | 209995,1 | 4,4 |
| 52 | -55189,8 | 209991,2 | 2,8 |
| 57 | -55187,6 | 210073,1 | 7 |
| 56 | -55190,6 | 210074,6 | 5,2 |
| 55 | -55195,5 | 210072,5 | 4,7 |
| 54 | -55212,1 | 210074,3 | 3 |
| 53 | -55225,1 | 210074,6 | 2,1 |
| 58 | -55328,7 | 210250,6 | 0,5 |
| 59 | -55297,3 | 210257 | 1,3 |
| 60 | -55288,6 | 210259,1 | 1,2 |
| 61 | -55279,5 | 210262,1 | 2,1 |
| 62 | -55259 | 210268,2 | 3,9 |
| 63 | -55248 | 210271,7 | 4,5 |
| 64 | -55234,4 | 210277,9 | 5,5 |
| 65 | -55232,7 | 210277,5 | 6,9 |
| 66 | -55204,4 | 210351,4 | 13,1 |
| 67 | -55248,4 | 210331,9 | 7,4 |
| 68 | -55252,9 | 210332 | 5,5 |
| 69 | -55268,3 | 210328,6 | 4,6 |
| 70 | -55281,9 | 210326,4 | 3,1 |
| 71 | -55307,4 | 210322,6 | 1,2 |
| 72 | -55315,6 | 210320,9 | 1 |
| 73 | -55329,5 | 210319,4 | 0,4 |
| 74 | -55204,4 | 210351,4 | 13,1 |
| 75 | -55185,3 | 210226,7 | 6,2 |
| 76 | -55185,6 | 210225,8 | 5,3 |
| 77 | -55193,1 | 210234,2 | 5,5 |
| 78 | -55192,2 | 210235,1 | 6,4 |
| 79 | -55202 | 210244,9 | 6,6 |
| 80 | -55203,5 | 210243,4 | 5,6 |
| 81 | -55209,1 | 210249,9 | 6,6 |
| 82 | -55210,4 | 210248,8 | 5,6 |
| 83 | -55219,3 | 210259,2 | 6,4 |
| 84 | -55220,9 | 210258 | 5,6 |
| 85 | -55228,3 | 210270,4 | 6,7 |
| 86 | -55229,2 | 210268,9 | 5,6 |
| 87 | -55208,6 | 210169,8 | 3,8 |
| 88 | -55207,7 | 210166,3 | 3,6 |
| 89 | -55204,8 | 210155,6 | 4 |
| 90 | -55195,4 | 210140,5 | 4,9 |
| 91 | -55194,5 | 210140 | 5,4 |
| 92 | -55191,1 | 210151 | 5,6 |
| 93 | -55191,7 | 210151,9 | 4,8 |
| 94 | -55184,8 | 210161,4 | 5,9 |
| 95 | -55184,9 | 210162 | 5,6 |
| 96 | -55203,7 | 210183,4 | 4,2 |
| 97 | -55193,7 | 210219,6 | 5,1 |
| 98 | -55197,6 | 210555,6 | 7,3 |
| 99 | -55197,6 | 210555,6 | 7,3 |
| 100 | -55300,5 | 210732,1 | 9,6 |
| 101 | -55300,5 | 210732,1 | 9,6 |
| 102 | -55282,4 | 210518,3 | 7 |
| 103 | -55290,2 | 210520 | 6,4 |
| 104 | -55292,6 | 210520,3 | 4,7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 105 | -55359,9 | 210709,1 | 6,3 |
| 106 | -55361,8 | 210708,4 | 5,9 |
| 107 | -55362,2 | 210708,2 | 5,3 |
| 108 | -55374,1 | 210705,2 | 4,5 |
| 109 | -55383,2 | 210703,2 | 3,9 |
| 110 | -55396,3 | 210699,6 | 2,5 |
| 111 | -55410,1 | 210696,3 | 1,2 |
| 112 | -55416,1 | 210694,8 | 1,2 |
| 113 | -55421,7 | 210693,9 | 0,9 |
| 120 | -55378 | 210852,7 | 6,7 |
| 119 | -55375,5 | 210778,5 | 6,2 |
| 118 | -55376,5 | 210778,1 | 5,4 |
| 117 | -55384,6 | 210776,9 | 4,7 |
| 116 | -55389,1 | 210775,9 | 4,2 |
| 115 | -55410,5 | 210771,3 | 2,1 |
| 114 | -55425,5 | 210768,5 | 1,1 |
| 121 | -55380,3 | 210852,1 | 5,6 |
| 122 | -55388,6 | 210851,7 | 4,7 |
| 123 | -55399,2 | 210850,7 | 3,6 |
| 124 | -55420,6 | 210847,5 | 1,5 |
| 125 | -55422 | 210846,2 | 1,7 |
| 126 | -55430,7 | 210843,9 | 1,7 |
| 127 | -55439,6 | 210841,2 | 1,1 |
| 128 | -55441,3 | 210841,3 | 0,8 |
| 129 | -55448,4 | 210839,4 | 0,9 |
| 137 | -55388,2 | 211014,4 | 8,8 |
| 136 | -55394,7 | 211011,4 | 4,5 |
| 135 | -55398,9 | 211009 | 4,6 |
| 134 | -55402 | 211007 | 3,7 |
| 133 | -55414,1 | 211003,2 | 2,7 |
| 132 | -55444,1 | 210995,8 | 1,3 |
| 131 | -55480,9 | 210979,8 | 0,1 |
| 130 | -55481,1 | 210980 | 0,1 |
| 138 | -55390,5 | 211034,5 | 9,9 |
| 139 | -55391,7 | 211063,7 | 10,7 |
| 140 | -55395,4 | 211098,1 | 10,2 |
| 141 | -55400,6 | 211125,3 | 10,2 |
| 142 | -55405,4 | 211160,7 | 13,3 |
| 143 | -55413,3 | 211232,1 | 12,3 |
| 144 | -55401,6 | 211330,3 | 18,2 |
| 145 | -55401,6 | 211330,3 | 18,2 |
| 146 | -55438,4 | 211324,3 | 9,6 |
| 147 | -55447,3 | 211354,2 | 5,7 |
| 148 | -55457,6 | 211352,7 | 4,4 |
| 149 | -55469,2 | 211352,1 | 3 |
| 150 | -55484,2 | 211350,4 | 1,5 |
| 151 | -55489,5 | 211351,3 | 0,9 |
| 156 | -55460,2 | 211465,4 | 5,6 |
| 155 | -55464,7 | 211465,5 | 4,6 |
| 154 | -55473,7 | 211465,1 | 3,9 |
| 153 | -55481,7 | 211464,5 | 2,9 |
| 152 | -55500,6 | 211463,2 | 1,5 |
| 157 | -55463,7 | 211534,5 | 8,2 |
| 158 | -55451,2 | 211490,8 | 11,4 |
| 159 | -55456,9 | 211472,8 | 8,8 |
| 160 | -55451,2 | 211490,8 | 11,4 |
| 161 | -55458,1 | 211491,4 | 9,4 |
| 162 | -55457,7 | 211504 | 8,6 |
| 163 | -55460,3 | 211507 | 5,6 |
| 164 | -55459,3 | 211512,1 | 5,8 |
| 165 | -55458,6 | 211515,4 | 9 |
| 166 | -55463,7 | 211534,5 | 8,2 |
| 167 | -55464,5 | 211534,5 | 7,9 |
| 168 | -55466,8 | 211534,4 | 5,6 |
| 169 | -55479,5 | 211533 | 3,6 |
| 170 | -55502,1 | 211531,7 | 1,6 |
| 171 | -55516,5 | 211529,7 | 1 |
| 172 | -55465,6 | 211556,1 | 8 |
| 173 | -55458,7 | 211565,9 | 8,2 |
| 174 | -55459,7 | 211568,4 | 7 |
| 175 | -55467,9 | 211605,7 | 4,6 |
| 176 | -55468,9 | 211627,4 | 4,4 |
| 177 | -55485,4 | 211621,9 | 4,4 |
| 178 | -55487,8 | 211622,1 | 3,7 |
| 179 | -55506,8 | 211621 | 2,1 |
| 180 | -55468,7 | 211663,7 | 6,3 |
| 181 | -55469,3 | 211663,4 | 5,3 |
| 182 | -55474 | 211673,5 | 7 |
| 183 | -55477,9 | 211670 | 6,1 |
| 184 | -55479,6 | 211688,9 | 7,6 |
| 185 | -55485 | 211688,4 | 5,8 |
| 186 | -55481,6 | 211689,3 | 6,3 |
| 187 | -55481,9 | 211706,9 | 9,2 |
| 188 | -55485,3 | 211723,9 | 9,6 |
| 189 | -55489 | 211738,6 | 10,9 |
| 190 | -55495,5 | 211756,6 | 10,5 |
| 191 | -55501,9 | 211766,4 | 10,4 |
| 192 | -55508 | 211778,3 | 9,6 |
| 193 | -55511,9 | 211781,3 | 9,3 |
| 194 | -55516 | 211782,8 | 9 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 195 | -55520,8 | 211782,4 | 8,8 |
| 196 | -55519,2 | 211777,9 | 5,1 |
| 198 | -55513,2 | 211772,6 | 5,2 |
| 201 | -55503,1 | 211754,8 | 5,7 |
| 202 | -55509,3 | 211751,5 | 4,7 |
| 203 | -55499,7 | 211729,6 | 5,1 |
| 204 | -55493,2 | 211731,7 | 5,8 |
| 205 | -55487 | 211713 | 6,2 |
| 206 | -55493,1 | 211710,2 | 5,5 |
| 207 | -55486,8 | 211686,8 | 5,2 |
| 208 | -110837,3 | 211705,1 | 4,6 |
| 209 | -55497,6 | 211715,9 | 3,8 |
| 210 | -55507,3 | 211740,7 | 3,7 |
| 199 | -55510,2 | 211765,4 | 5 |
| 200 | -55515,6 | 211762,9 | 4 |
| 211 | -55517,5 | 211762,5 | 3,7 |
| 212 | -55536,5 | 211754,8 | 1,1 |
| 197 | -55520,2 | 211776,9 | 5,3 |
| 215 | -55527,2 | 211777,6 | 3,3 |
| 214 | -55536,1 | 211771,4 | 2,2 |
| 213 | -55542,9 | 211765,2 | 1,2 |
| 216 | -55536 | 211801,7 | 4,5 |
| 217 | -55544,3 | 211797,6 | 3 |
| 218 | -55554,5 | 211792,4 | 1,6 |
| 219 | -55648,7 | 212176,8 | 15 |
| 220 | -55648,7 | 212176,8 | 15 |
| 221 | -55656,5 | 212101 | 8,9 |
| 222 | -55666,4 | 212098,4 | 8,1 |
| 223 | -55664,1 | 212116,9 | 8,6 |
| 224 | -55662,8 | 212143,4 | 9,2 |
| 225 | -55663,4 | 212169,5 | 10,2 |
| 226 | -55670,4 | 212171,5 | 6,7 |
| 227 | -55675,5 | 212172,2 | 5,9 |
| 228 | -55680 | 212172,3 | 6,2 |
| 229 | -55685,8 | 212172,7 | 4,7 |
| 230 | -55699,6 | 212170,8 | 1,7 |
| 231 | -55679,5 | 212222,2 | 7,2 |
| 232 | -55679,8 | 212222,4 | 6,1 |
| 233 | -55686,9 | 212221,2 | 6,3 |
| 234 | -55690,1 | 212221,1 | 5,7 |
| 235 | -55708 | 212219,2 | 1,9 |
| 242 | -55688,1 | 212269,5 | 5,1 |
| 241 | -55691,9 | 212268,4 | 5,9 |
| 240 | -55697 | 212266,9 | 6,2 |
| 239 | -55699,6 | 212266,2 | 5,4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 238 | -55711 | 212263,3 | 2,3 |
| 237 | -55717,1 | 212262,9 | 1,6 |
| 236 | -55718,7 | 212262,9 | 1,1 |
| 243 | -55715,7 | 212376,9 | 5,7 |
| 244 | -55723 | 212374,9 | 6,1 |
| 245 | -55726,8 | 212374,2 | 5,7 |
| 246 | -55729,2 | 212373,8 | 4,8 |
| 247 | -55732,1 | 212373,1 | 4,3 |
| 248 | -55745,3 | 212368,9 | 1,5 |
| 249 | -55709,2 | 212373,1 | 6,9 |
| 250 | -55714,7 | 212391,2 | 12 |
| 251 | -55724,1 | 212406,4 | 11,7 |
| 252 | -55750 | 212440,1 | 13 |
| 253 | -55753 | 212451 | 14 |
| 254 | -55756,7 | 212459,6 | 13,3 |
| 255 | -55761,8 | 212462,1 | 11,1 |
| 256 | -55773,7 | 212462,3 | 11,2 |
| 257 | -55789,5 | 212466,5 | 9,9 |
| 258 | -55802,5 | 212477,5 | 8,5 |
| 259 | -55787,6 | 212490,2 | 15,4 |
| 260 | -55802,9 | 212477,7 | 8,3 |
| 261 | -55806,3 | 212475 | 5,1 |
| 262 | -55810,8 | 212471,9 | 5,6 |
| 263 | -55816,2 | 212469,5 | 4,9 |
| 264 | -55817,9 | 212468,2 | 4,2 |
| 265 | -55819,7 | 212467,8 | 4,1 |
| 266 | -55828,9 | 212462,7 | 2,2 |
| 267 | -55827,9 | 212506,3 | 7,5 |
| 268 | -55839,1 | 212518,4 | 7,8 |
| 269 | -55846,4 | 212550,9 | 14,9 |
| 270 | -55857,9 | 212543,5 | 7,6 |
| 271 | -55860,5 | 212541,8 | 5,6 |
| 272 | -55867,9 | 212537,5 | 6 |
| 273 | -55870,1 | 212536,9 | 5,6 |
| 274 | -55874 | 212535,3 | 4,6 |
| 275 | -55875,6 | 212534,7 | 4,5 |
| 276 | -55884 | 212531,2 | 2,5 |
| 277 | -55846,4 | 212550,9 | 14,9 |
| 278 | -55870,1 | 212560 | 7,4 |
| 279 | -55900,5 | 212623,3 | 7,6 |
| 280 | -55906,8 | 212626,4 | 7,2 |
| 281 | -55918,2 | 212652,3 | 7,9 |
| 282 | -55926,8 | 212677,9 | 6,4 |
| 283 | -55931,2 | 212683,5 | 7,8 |
| 284 | -55937 | 212703,9 | 7,6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 285 | -55938,8 | 212715,5 | 5,6 |
| 286 | -55943,5 | 212738,8 | 7,7 |
| 287 | -55936,6 | 212756,9 | 7 |
| 288 | -55939,2 | 212759 | 5,3 |
| 289 | -55950,4 | 212780,3 | 4,9 |
| 290 | -55975,3 | 212778,4 | 6,1 |
| 291 | -55950,6 | 212818,9 | 5,7 |
| 292 | -55936,9 | 212843,4 | 12,1 |
| 293 | -55940,8 | 212842,3 | 11,4 |
| 294 | -55948,8 | 212841,3 | 7 |
| 295 | -55958,6 | 212839,6 | 6,1 |
| 296 | -55971,4 | 212833,7 | 5,7 |
| 297 | -55981,6 | 212832,3 | 5,1 |
| 298 | -55994,5 | 212829,9 | 6,3 |
| 299 | -56000 | 212828,8 | 5,9 |
| 300 | -56005,6 | 212828,1 | 3,7 |
| 301 | -56016 | 212825,8 | 2,1 |
| 302 | -55979,7 | 212846,6 | 7,2 |
| 303 | -55988,8 | 212873,2 | 8,8 |
| 304 | -55996,6 | 212907 | 8,6 |
| 305 | -56001,6 | 212907,6 | 6,2 |
| 306 | -56007 | 212907,4 | 5,9 |
| 307 | -56015,2 | 212906,6 | 6,1 |
| 308 | -56018,2 | 212906,1 | 5,2 |
| 309 | -56020,5 | 212905,8 | 4,3 |
| 310 | -56033,6 | 212903,4 | 2,6 |
| 311 | -55995,8 | 212942,5 | 10,1 |
| 312 | -56003,7 | 212941,7 | 6,7 |
| 313 | -56011,6 | 212940,9 | 5,9 |
| 314 | -56020 | 212940,1 | 6,3 |
| 315 | -56022,2 | 212939,8 | 5,6 |
| 316 | -56024,2 | 212939,5 | 5,3 |
| 317 | -56028,6 | 212939,4 | 3,8 |
| 318 | -56036,3 | 212938,9 | 2,8 |
| 319 | -56047,4 | 212938,6 | 1,5 |
| 320 | -55903,1 | 213047,9 | 18,6 |
| 321 | -55882,1 | 213053,3 | 18,6 |
| 322 | -55883,6 | 213068,3 | 17,2 |
| 323 | -55928,7 | 213064,7 | 11,2 |
| 324 | -55946,3 | 213061,6 | 9,8 |
| 325 | -55970,5 | 213053,6 | 8,5 |
| 326 | -55974,9 | 213052,2 | 7,6 |
| 327 | -55970,3 | 213114,8 | 10 |
| 328 | -55975,9 | 213115,5 | 10 |
| 329 | -55882,1 | 213053,3 | 18,6 |
| 330 | -55982,8 | 213115,7 | 6,5 |
| 331 | -55986,7 | 213116,4 | 6,4 |
| 332 | -55993,1 | 213116,2 | 6,6 |
| 333 | -55994,8 | 213116,6 | 6,3 |
| 334 | -55998,1 | 213117,1 | 5,1 |
| 335 | -56023,4 | 213116,2 | -0,1 |
| 336 | -55994,6 | 213136 | 6,9 |
| 337 | -55992,1 | 213143,3 | 6,4 |
| 338 | -55995,8 | 213151 | 6,8 |
| 339 | -55997,8 | 213165,7 | 6,9 |
| 340 | -55991,5 | 213173 | 8,5 |
| 341 | -55995,8 | 213194 | 8,2 |
| 342 | -55998,5 | 213208,1 | 8,3 |
| 343 | -56001,9 | 213239,8 | 8 |
| 344 | -56003,3 | 213255,5 | 8,2 |
| 345 | -56007,8 | 213275,5 | 7,3 |
| 346 | -56011 | 213303,5 | 7,5 |
| 347 | -56014 | 213321,4 | 7,8 |
| 348 | -56017,7 | 213336,6 | 8,2 |
| 349 | -56019,9 | 213351 | 7,2 |
| 350 | -56021,4 | 213351,4 | 5,1 |
| 351 | -56024,6 | 213351,8 | 4,9 |
| 352 | -56046,8 | 213341,9 | 2 |
| 353 | -56062,8 | 213336,9 | 0 |
| 354 | -56065,4 | 213336,7 | -0,3 |
| 355 | -56020,2 | 213353,7 | 7,1 |
| 356 | -56020 | 213363,2 | 7,6 |
| 357 | -56021,3 | 213394,4 | 7,3 |
| 358 | -56017,4 | 213445,9 | 7,5 |
| 359 | -56012,6 | 213472 | 9,9 |
| 360 | -56007,6 | 213505,7 | 10,2 |
| 361 | -56002,8 | 213530,6 | 11,5 |
| 362 | -56003,5 | 213551,5 | 9,4 |
| 363 | -56003 | 213585,5 | 8 |
| 364 | -55996,8 | 213619,9 | 10,7 |
| 365 | -55974,6 | 213591,1 | 13,2 |
| 367 | -55969,8 | 213594,2 | 13 |
| 366 | -55967,6 | 213591,1 | 13,2 |
| 368 | -55998 | 213596,4 | 7,5 |
| 369 | -56001,2 | 213596,9 | 6,2 |
| 370 | -56005,6 | 213599,2 | 6,2 |
| 371 | -56009 | 213600,3 | 5,2 |
| 372 | -56012,9 | 213601 | 4,5 |
| 373 | -56017,3 | 213600,8 | 3,2 |
| 374 | -56042 | 213602 | 0,3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 375 | -55995,8 | 213660,6 | 7,7 |
| 376 | -55991,1 | 213711,7 | 8 |
| 377 | -55991,9 | 213711,7 | 7,2 |
| 378 | -55992,3 | 213711,8 | 6,6 |
| 379 | -55999,3 | 213712,2 | 7,2 |
| 380 | -56002,5 | 213712,2 | 6,5 |
| 381 | -56004,2 | 213712,2 | 6 |
| 382 | -56014,5 | 213712,3 | 2,5 |
| 383 | -56030 | 213712,5 | 0,7 |
| 384 | -55994,9 | 213788,4 | 6,3 |
| 385 | -56001,2 | 213788,9 | 6,7 |
| 386 | -56003,8 | 213789,3 | 6,2 |
| 387 | -56006,9 | 213789,6 | 6,5 |
| 388 | -56009,6 | 213789,7 | 5,6 |
| 389 | -56012,3 | 213789,6 | 5,4 |
| 390 | -56022,5 | 213789,6 | 2,5 |
| 391 | -56035,6 | 213788,6 | 0,5 |
| 392 | -55999,7 | 213891,1 | 5,7 |
| 393 | -55987 | 213895,3 | 6,3 |
| 394 | -55986,7 | 213901,4 | 8,2 |
| 395 | -55989 | 213907,2 | 10,6 |
| 396 | -55991,8 | 213914,2 | 13,4 |
| 397 | -55991,1 | 213921,6 | 15,1 |
| 398 | -55991,8 | 213930,1 | 16,8 |
| 399 | -55991,7 | 213933 | 17 |
| 400 | -55991,2 | 213940,2 | 18,8 |
| 401 | -55990,8 | 213943,8 | 19,1 |
| 402 | -55993 | 213944,8 | 19,1 |
| 403 | -55996,4 | 213957,5 | 19,3 |
| 404 | -56001,2 | 213970,1 | 18,4 |
| 405 | -56003 | 213988,3 | 20,2 |
| 406 | -56001,4 | 214004,2 | 21,9 |
| 409 | -56005,8 | 214011,2 | 21 |
| 410 | -56011,8 | 214015,7 | 18,7 |
| 411 | -56011,6 | 214019,8 | 20,1 |
| 412 | -56012,7 | 214024,8 | 19,7 |
| 413 | -56016,8 | 214029,7 | 17,6 |
| 414 | -56017,7 | 214033,5 | 18 |
| 415 | -56021,6 | 214037 | 14,7 |
| 416 | -56022,6 | 214039 | 15 |
| 417 | -56026 | 214044,1 | 13,4 |
| 418 | -56028,8 | 214051,6 | 12,8 |
| 419 | -56033,9 | 214058,5 | 10,8 |
| 420 | -56039,4 | 214069 | 9,2 |
| 421 | -56044,5 | 214082,9 | 8,9 |
| 422 | -56050,8 | 214080,9 | 5 |
| 423 | -56044,6 | 214071,1 | 5,5 |
| 424 | -56039,7 | 214055,2 | 5,3 |
| 425 | -56033,9 | 214027,6 | 4,8 |
| 439 | -55989,3 | 214006,4 | 21,2 |
| 408 | -56000,7 | 214005 | 21,9 |
| 426 | -56026,5 | 214002,8 | 5,2 |
| 427 | -56041,6 | 213999,2 | 3,5 |
| 428 | -56063,8 | 213993,1 | 1,5 |
| 429 | -56022,7 | 213979,8 | 4,9 |
| 430 | -56019,5 | 213969,1 | 4,8 |
| 431 | -56015,9 | 213951 | 4,9 |
| 432 | -56010,3 | 213935,7 | 5,9 |
| 433 | -56006 | 213916,4 | 5,7 |
| 434 | -56003,4 | 213903,5 | 5,7 |
| 435 | -55987,9 | 214007,3 | 21,8 |
| 436 | -55993,1 | 214023,9 | 22,3 |
| 437 | -55993,1 | 214023,9 | 22,2 |
| 438 | -55993,1 | 214023,9 | 22,2 |
| 440 | -56052,5 | 214100 | 7,8 |
| 441 | -56055,3 | 214098,6 | 5,5 |
| 442 | -56067,8 | 214095,3 | 3,7 |
| 443 | -56080,9 | 214089,8 | 2,6 |
| 444 | -56073,1 | 214150,5 | 7,4 |
| 445 | -56082,9 | 214177,1 | 7 |
| 446 | -56089,8 | 214202,9 | 7,9 |
| 447 | -56096,8 | 214237 | 8,2 |
| 448 | -56104,1 | 214283,3 | 8,8 |
| 449 | -56109,5 | 214316,4 | 8,3 |
| 450 | -56114,6 | 214316,1 | 5,8 |
| 451 | -56122,2 | 214314,8 | 4,6 |
| 452 | -56137,6 | 214313,3 | 3 |
| 453 | -56153,7 | 214311,2 | 1,5 |
| 454 | -56118,1 | 214360,1 | 7,9 |
| 455 | -56121,6 | 214406,6 | 8,6 |
| 456 | -56124,4 | 214448,1 | 8,3 |
| 457 | -56127,8 | 214447,8 | 6 |
| 458 | -56142,1 | 214445,4 | 3,8 |
| 459 | -56162,9 | 214444,2 | 2,1 |
| 460 | -56170 | 214443,7 | 1,3 |
| 461 | -56121,3 | 214459,9 | 8,1 |
| 462 | -56111,2 | 214495,6 | 7,5 |
| 463 | -56116,8 | 214495,6 | 7,7 |
| 464 | -56118,3 | 214495,6 | 6,8 |
| 465 | -56131,6 | 214497,3 | 6,1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 466 | -56163,6 | 214497,7 | 1,9 |
| 467 | -56184,4 | 214496 | 1,2 |
| 468 | -56200,2 | 214495 | 0,6 |
| 469 | -56096,9 | 214610 | 9 |
| 470 | -56104,9 | 214604 | 9 |
| 471 | -56126,9 | 214601,4 | 9,5 |
| 472 | -56129,1 | 214597,1 | 7,6 |
| 473 | -56135,6 | 214595,4 | 6,1 |
| 474 | -56144,9 | 214593 | 5,6 |
| 475 | -56167 | 214586,1 | 2,9 |
| 476 | -56195 | 214578 | 1,3 |
| 477 | -56215,2 | 214572,5 | 0,2 |
| 478 | -56168,1 | 214590,5 | 1,9 |
| 479 | -56127,9 | 214650,3 | 8,9 |
| 480 | -56126,7 | 214660,4 | 8,8 |
| 481 | -56130,4 | 214695,6 | 9,6 |
| 482 | -56134,2 | 214722,3 | 8,4 |
| 483 | -56137,1 | 214728 | 8,4 |
| 484 | -56141,2 | 214762,3 | 8 |
| 485 | -56139,8 | 214797,9 | 8,6 |
| 486 | -56146,1 | 214812,3 | 7,5 |
| 487 | -56150,8 | 214855,4 | 8,8 |
| 488 | -56153,6 | 214910,9 | 8,7 |
| 489 | -56153,6 | 214956,8 | 8,8 |
| 490 | -56154,8 | 215020,9 | 10,6 |
| 491 | -56157,2 | 215072,7 | 10,5 |
| 492 | -56152,8 | 215077,1 | 11,6 |
| 493 | -56157,4 | 215086,3 | 11,1 |
| 494 | -56162 | 215135,9 | 10 |
| 495 | -56164,7 | 215174,5 | 10,6 |
| 496 | -56167,8 | 215211,2 | 9,6 |
| 497 | -56172,4 | 215244,1 | 9,7 |
| 498 | -56153,6 | 215287,9 | 11,8 |
| 499 | -56182,3 | 215440,5 | 14,5 |
| 500 | -56182,3 | 215440,5 | 14,5 |
| 501 | -56186,3 | 215320,5 | 9 |
| 502 | -56195,4 | 215359,8 | 8,7 |
| 503 | -56207,4 | 215405,2 | 8,9 |
| 504 | -56207,4 | 215405,2 | 8,9 |
| 505 | -56208,4 | 215405,2 | 8,9 |
| 506 | -56212,3 | 215405,2 | 6,1 |
| 507 | -56232,4 | 215398,3 | 3,2 |
| 508 | -56278,4 | 215378,3 | 0,8 |
| 509 | -56247 | 215527,7 | 9,7 |
| 510 | -56255,9 | 215524,6 | 5,5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 511 | -56276,3 | 215519,8 | 2,6 |
| 512 | -56318,5 | 215510,6 | 0,8 |
| 513 | -56207,4 | 215405,2 | 8,9 |
| 514 | -56249,5 | 215558,9 | 13,6 |
| 515 | -56259,2 | 215554,8 | 10,7 |
| 5155 | -56262,2 | 215554,2 | 6,6 |
| 516 | -56269,3 | 215553 | 4,8 |
| 517 | -56282,1 | 215549,5 | 3,1 |
| 518 | -56324,2 | 215537,1 | 1 |
| 519 | -56286,8 | 215610,9 | 9,8 |
| 520 | -56286,2 | 215617,3 | 9,8 |
| 521 | -56294,4 | 215613,7 | 4,7 |
| 522 | -56305,7 | 215610,3 | 3 |
| 523 | -56328,6 | 215602,9 | 1,7 |
| 524 | -56348,2 | 215593,4 | 1,1 |
| 529 | -56323,4 | 215705,3 | 8,3 |
| 528 | -56329 | 215701,1 | 5 |
| 527 | -56348,5 | 215695,3 | 2,6 |
| 526 | -56362,4 | 215689,3 | 2 |
| 525 | -56399,3 | 215676,5 | 1 |
| 530 | -56313,1 | 215676,8 | 9 |
| 531 | -56304,7 | 215660,7 | 10,4 |
| 532 | -56301,2 | 215659,8 | 11,6 |
| 533 | -56292,5 | 215642,3 | 13,2 |
| 534 | -56294,5 | 215640,4 | 12,6 |
| 535 | -56295,1 | 215637,7 | 12,2 |
| 536 | -56286,8 | 215630,3 | 13,3 |
| 537 | -56274,5 | 215625,4 | 14,2 |
| 538 | -55006,6 | 208268,2 | 6,1 |
| | -55015,3 | 208275,7 | 7,4 |
| 539 | -55019,5 | 208275,4 | 5 |
| 540 | -55034,6 | 208271 | 3,3 |
| 541 | -55048,6 | 208268,4 | 3,8 |
| 542 | -55066,4 | 208265,7 | 4 |
| 543 | -55075,7 | 208264,8 | 3,7 |
| 544 | -55098 | 208260,1 | 1,8 |
| 545 | -55118,3 | 208257,5 | 1,3 |
| 546 | -55015,3 | 208365,7 | 7,4 |
| 547 | -55031,6 | 208365,9 | 6,8 |
| 548 | -55100,7 | 208355,3 | 1,8 |
| | -55003,4 | 208273,2 | 7,4 |
| 549 | -55020,3 | 208274,7 | 4,9 |
| 550 | -55027,2 | 208272,7 | 4,1 |
| 551 | -55031,3 | 208271,9 | 3,8 |
| 552 | -55031,6 | 208271,6 | 3,4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 553 | -55047,8 | 208268,8 | 3,8 |
| 554 | -55063,9 | 208266,7 | 4,2 |
| 555 | -55089,2 | 208263,7 | 2,7 |
| 556 | -55105,8 | 208263 | 1,4 |
| 557 | -55075,1 | 208327,8 | 3,8 |
| 558 | -55006,6 | 208268,2 | 6,1 |
| 559 | -55014,2 | 208429,7 | 8,6 |
| 560 | -55025,7 | 208430,2 | 7,1 |
| 561 | -55057,2 | 208433,1 | 3,7 |
| 562 | -55098,3 | 208432,4 | 1,9 |
| 563 | -55106,5 | 208434,6 | 1,4 |
| 571 | -54969,3 | 208691,9 | 11,9 |
| 570 | -54989 | 208678,4 | 11,6 |
| 569 | -54997,3 | 208675,8 | 8,3 |
| 568 | -55013,4 | 208672,4 | 7,2 |
| 567 | -55025,4 | 208670,3 | 5,4 |
| 566 | -55041,3 | 208668,6 | 4,2 |
| 565 | -55067,4 | 208664,5 | 2,8 |
| 564 | -55087,5 | 208660,2 | 1,6 |
| 572 | -54957,6 | 208901,8 | 8,5 |
| 573 | -54986,5 | 208902,3 | 6,8 |
| 574 | -55002,9 | 208904,5 | 4,8 |
| 575 | -55013,5 | 208905,7 | 4,2 |
| 576 | -55034,7 | 208907,9 | 2,5 |
| 577 | -55042,7 | 208911,1 | 1,8 |
| 578 | -55050 | 208912 | 0,7 |
| 584 | -54978,4 | 209147,4 | 7,5 |
| 583 | -54987,2 | 209147,3 | 6,8 |
| 582 | -55003,3 | 209146,7 | 4,8 |
| 581 | -55022,3 | 209146,9 | 3,6 |
| 580 | -55045,3 | 209149,1 | 2,1 |
| 579 | -55055 | 209149 | 0,7 |
| 585 | -54973,9 | 209229,9 | 6,2 |
| 586 | -55043,2 | 209234,6 | 2,2 |
| 587 | -55021,7 | 209236,6 | 3,6 |
| 588 | -54992,7 | 209239,1 | 3,6 |
| 589 | -54978,1 | 209238,9 | 4,6 |
| 590 | -54967,9 | 209240,8 | 7,5 |
| 591 | -54976,4 | 209250,1 | 3,3 |
| 592 | -54982,2 | 209273 | 3,4 |
| 593 | -54988,9 | 209312,1 | 3,8 |
| 594 | -54998,2 | 209373 | 4,8 |
| 595 | -54963,9 | 209381,1 | 7 |
| 596 | -54979,2 | 209399,9 | 7,5 |
| 597 | -55021,2 | 209384,2 | 2,3 |
| 598 | -55004,7 | 209382,2 | 3,3 |
| 599 | -54992,9 | 209380,3 | 3,8 |
| 600 | -54993 | 209336,5 | 3,2 |
| 601 | -54976,4 | 209340,6 | 3,7 |
| 602 | -54972,6 | 209332,4 | 6,1 |
| 603 | -54975,5 | 209344 | 6,4 |
| 604 | -54982,6 | 209355 | 6,6 |
| 605 | -54985,2 | 209357 | 6,6 |
| 606 | -54989,9 | 209360,7 | 7,2 |
| 607 | -55003,3 | 209365,7 | 7,4 |
| 608 | -55012,5 | 209370,8 | 7 |
| 609 | -55019,2 | 209380,3 | 7,4 |
| 610 | -55022,9 | 209385,6 | 8 |
| 611 | -54836,2 | 207009,1 | 15,6 |
| 612 | -54826,8 | 207751,5 | 9,8 |
| 613 | -54840,2 | 207748,4 | 8,5 |
| 614 | -54841,3 | 207748,5 | 7,2 |
| 615 | -54849,4 | 207747,6 | 6,8 |
| 616 | -54869,8 | 207745 | 7,3 |
| 617 | -54884,3 | 207743,9 | 7 |
| 618 | -54901,1 | 207742,7 | 3,5 |
| 619 | -54916,2 | 207741,8 | 1,3 |
| 620 | -54928 | 207741,6 | 0,8 |
| 621 | -54940,6 | 207740,3 | 1,1 |
| 622 | -54958,5 | 207738,9 | 1,3 |
| 623 | -54983,2 | 207733,3 | 1,1 |
| 624 | -54808,2 | 207510 | 10,3 |
| 625 | -54831,5 | 207510,5 | 7,7 |
| 626 | -54869,3 | 207505,9 | 6,9 |
| 627 | -54852,7 | 207508,1 | 6,6 |
| 628 | -54842,4 | 207508,9 | 7,4 |
| 629 | -54878 | 207504,4 | 6,2 |
| 630 | -54906,5 | 207500,9 | 1,8 |
| 631 | -54915,2 | 207500,4 | 1,4 |
| 632 | -54801,6 | 207382,8 | 11,4 |
| 633 | -54840,3 | 207379,7 | 7,9 |
| 634 | -54870,6 | 207378,8 | 6,6 |
| 635 | -54879,8 | 207378,2 | 6 |
| 636 | -54896,9 | 207379,3 | 3,1 |
| 637 | -54909,3 | 207381,9 | 1,4 |
| 638 | -54941,8 | 207320,4 | 1,9 |
| 639 | -54922,3 | 207311,7 | 3,3 |
| 640 | -54899,8 | 207305,8 | 5,7 |
| 641 | -54881,1 | 207301,1 | 6,3 |
| 642 | -54872,8 | 207299,6 | 6,9 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 643 | -54856,3 | 207296,1 | 7,5 |
| 644 | -54871,1 | 207119,8 | 9,6 |
| 645 | -54884,1 | 207121,6 | 7,8 |
| 646 | -54909,2 | 207125,2 | 5,8 |
| 647 | -54939,5 | 207128,9 | 4,7 |
| 648 | -54949,6 | 207130,5 | 3,5 |
| 649 | -54980,9 | 207134,8 | 1,8 |
| 650 | -54836,2 | 207027,1 | 15,5 |
| 651 | -54900,8 | 207017,7 | 7,4 |
| 652 | -54914,7 | 207023,1 | 6,2 |
| 653 | -54928 | 207023,1 | 5,7 |
| 654 | -54943 | 207024,6 | 4,7 |
| 655 | -54955,3 | 207028 | 4,6 |
| 656 | -54965,7 | 207027 | 3,3 |
| 657 | -54973 | 207028,5 | 2,2 |
| 658 | -54999,8 | 207028,5 | 1,7 |
| 659 | -54923 | 206898,8 | 7,3 |
| 660 | -54942,1 | 206898,5 | 5,7 |
| 661 | -54967,3 | 206898,7 | 4,1 |
| 662 | -54979,4 | 206899,4 | 4,1 |
| 663 | -54998,4 | 206899,3 | 2,9 |
| 664 | -55046,5 | 206902,9 | 1,7 |
| 665 | -54921,5 | 206787,6 | 7,1 |
| 666 | -54956,6 | 206783,3 | 4,6 |
| 667 | -54968,2 | 206783,3 | 4,7 |
| 668 | -54971,2 | 206783,3 | 4,4 |
| 669 | -54977,7 | 206784,2 | 4,3 |
| 670 | -54985 | 206784,3 | 3,8 |
| 671 | -54999 | 206784,3 | 2,4 |
| 672 | -55025,2 | 206785,4 | 2,2 |
| 673 | -55057,7 | 206788,8 | 1,6 |
| 674 | -54921,8 | 206705 | 7,2 |
| 675 | -54953,3 | 206702,4 | 4,7 |
| 676 | -54970,8 | 206701,7 | 4,6 |
| 677 | -54990,2 | 206701 | 1,9 |
| 678 | -54992,9 | 206700,5 | 1,8 |
| 679 | -54997,2 | 206700,2 | 2 |
| 680 | -55028,8 | 206702,6 | 2,2 |
| 681 | -55054 | 206704 | 1,7 |
| 682 | -54999,4 | 206694,2 | 2 |
| 683 | -54998,6 | 206693,5 | 1,5 |
| 684 | -55011,5 | 206677,7 | 1,9 |
| 685 | -55010,4 | 206677 | 1,4 |
| 686 | -55024,5 | 206661,7 | 1,8 |
| 687 | -55023,6 | 206660,7 | 1,4 |
| 688 | -55038,7 | 206643,8 | 1,7 |
| 689 | -55054 | 206644,8 | 1,7 |
| 690 | -55037,9 | 206643 | 1,5 |
| 691 | -55051,1 | 206619 | 1,6 |
| 692 | -55049,9 | 206602,8 | 1,4 |
| 693 | -55027,7 | 206621,6 | 1,7 |
| 694 | -55006,6 | 206636,2 | 1,6 |
| 695 | -54910,1 | 206643,7 | 7,5 |
| 696 | -54939,3 | 206636,7 | 5,4 |
| 697 | -54963 | 206636,1 | 4,4 |
| 698 | -54975 | 206636,2 | 4,5 |
| 699 | -54998,5 | 206636 | 1,9 |
| 700 | -54876,1 | 206434,5 | 9 |
| 701 | -54887,5 | 206438 | 6,5 |
| 702 | -54909,8 | 206439,2 | 5,4 |
| 703 | -54949,4 | 206434,2 | 4 |
| 704 | -54977,2 | 206434,7 | 4,1 |
| 705 | -54986,7 | 206433,1 | 3,4 |
| 706 | -55006,3 | 206437,8 | 1,6 |
| 707 | -55028,4 | 206437 | 1,1 |
| 708 | -55038,5 | 206436,7 | 0,9 |
| 709 | -55043,3 | 206436,7 | 1,3 |
| 710 | -55075,8 | 206433 | 1,5 |
| 711 | -55090,5 | 206435,4 | 1,1 |
| 712 | -55085 | 206398,4 | 1,1 |
| 713 | -55074,9 | 206404,7 | 1,1 |
| 714 | -55063,3 | 206413 | 1,1 |
| 715 | -55060,9 | 206409,2 | 0,4 |
| 716 | -55058,2 | 206403,8 | 0,9 |
| 717 | -55033,5 | 206435 | 1,2 |
| 718 | -55034,5 | 206450,5 | 1,3 |
| 719 | -55035,6 | 206469,6 | 1,2 |
| 720 | -55030 | 206488,6 | 1,1 |
| 721 | -55031,2 | 206489,1 | 1,6 |
| 722 | -55022,6 | 206505 | 1,7 |
| 723 | -55021,5 | 206504,6 | 1,2 |
| 724 | -55012,1 | 206519,2 | 1,8 |
| 725 | -55011,3 | 206518,5 | 1,4 |
| 726 | -55009,6 | 206517 | 1,4 |
| 727 | -55003 | 206515,9 | 2 |
| 728 | -55005,6 | 206523 | 1,7 |
| 729 | -55005,1 | 206524,1 | 1,9 |
| 730 | -55092,7 | 206533,7 | 1 |
| 731 | -55069,7 | 206534,2 | 1,6 |
| 732 | -55060,9 | 206532,5 | 1,3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 733 | -55053,8 | 206530 | 1,3 |
| 734 | -55031,4 | 206530,6 | 1,9 |
| 735 | -55012,2 | 206532,7 | 1,9 |
| 736 | -54996,7 | 206533,1 | 2,7 |
| 737 | -54978,9 | 206532 | 3,8 |
| 738 | -54964,8 | 206531,3 | 4,6 |
| 739 | -54949,6 | 206531 | 4,3 |
| 740 | -54922,8 | 206530,3 | 5 |
| 741 | -54896,3 | 206533,4 | 7,1 |
| 742 | -54906,7 | 206416,1 | 5,3 |
| 743 | -54899,5 | 206419,5 | 5,9 |
| 744 | -54921,8 | 206408,5 | 4,5 |
| 745 | -54942,9 | 206394,6 | 3,7 |
| 746 | -54980,9 | 206366,8 | 2,3 |
| 747 | -55003,1 | 206348,7 | 1,6 |
| 748 | -55018,4 | 206336,5 | 1,1 |
| 749 | -54894,5 | 206166,9 | 1 |
| 750 | -54865,3 | 206172,6 | 1,3 |
| 751 | -54840,7 | 206178,2 | 1,8 |
| 752 | -54820,6 | 206179,4 | 2,6 |
| 753 | -54783,5 | 206181,6 | 4,2 |
| 754 | -54751,5 | 206099,7 | 4,4 |
| 755 | -54756,3 | 206097,3 | 4 |
| 756 | -54773,4 | 206090,6 | 2,4 |
| 757 | -54808,8 | 206073 | 1 |
| 758 | -54794,5 | 206054,9 | 0,7 |
| 759 | -54793 | 206055,1 | 0,9 |
| 760 | -54776,8 | 206057,3 | 2 |
| 761 | -54746,6 | 206062,6 | 3,7 |
| 762 | -54738,5 | 206063,5 | 4,1 |
| 763 | -54721,9 | 206022,8 | 4,3 |
| 764 | -54726,2 | 206021,1 | 4,1 |
| 765 | -54743 | 206014,4 | 2,7 |
| 766 | -54773,1 | 206001,8 | 1,7 |
| 767 | -54796,6 | 205991,1 | 1 |
| 768 | -54757,9 | 205947,7 | 0,6 |
| 769 | -54755,3 | 205948,7 | 1 |
| 770 | -54747,6 | 205951,3 | 1,5 |
| 771 | -54726 | 205957,5 | 2,4 |
| 772 | -54709,7 | 205963,5 | 4,4 |
| 773 | -54699,1 | 205968,7 | 4,3 |
| 774 | -54674,3 | 205894,4 | 4,4 |
| 775 | -54686,6 | 205889,4 | 3,9 |
| 776 | -54696,2 | 205885,5 | 3,7 |
| 777 | -54718,2 | 205878,7 | 2,1 |
| 778 | -54753,2 | 205864,9 | 1 |
| 779 | -54740 | 205820 | 0,9 |
| 780 | -54729,5 | 205824,3 | 1,3 |
| 781 | -54699,7 | 205831,9 | 2,2 |
| 782 | -54673 | 205840,3 | 4,1 |
| 783 | -54658,2 | 205843,7 | 4,8 |
| 784 | -54710,3 | 205990 | 4,4 |
| 785 | -54645,4 | 205762,5 | 4,3 |
| 786 | -54623 | 205715 | 6 |
| 787 | -54639,2 | 205710,5 | 4 |
| 788 | -54647,4 | 205708,7 | 4,1 |
| 789 | -54664,1 | 205704,6 | 2,6 |
| 790 | -54685,6 | 205700,6 | 1,8 |
| 791 | -54729,5 | 205689,7 | 0,6 |
| 792 | -54706,8 | 205552,6 | 0,7 |
| 793 | -54667,1 | 205561,8 | 1,6 |
| 794 | -54637,5 | 205568,2 | 2,6 |
| 795 | -54623,4 | 205572,3 | 4,3 |
| 796 | -54610,6 | 205575,5 | 4,2 |
| 797 | -54606,4 | 205576,6 | 4,5 |
| 798 | -54599,9 | 205578,9 | 5,4 |
| 799 | -54592,5 | 205581,4 | 5,3 |
| 800 | -54582,1 | 205368,4 | 4,5 |
| 801 | -54608,2 | 205368,8 | 4,1 |
| 802 | -54618,7 | 205368,2 | 3,7 |
| 803 | -54633,4 | 205368 | 2,6 |
| 804 | -54662,3 | 205367,3 | 1,5 |
| 805 | -54696,3 | 205365,8 | 0,7 |
| 806 | -54599,6 | 205359,6 | 5,6 |
| 807 | -54534,2 | 205333 | 5,8 |
| 808 | -54543,1 | 205329,6 | 4,9 |
| 809 | -54554,1 | 205324,6 | 2,7 |
| 810 | -54576,9 | 205315,9 | 1,8 |
| 811 | -54599,3 | 205307,6 | 1,1 |
| 812 | -54632,9 | 205295 | 0,6 |
| 813 | -54636,6 | 205290,6 | 0,5 |
| 814 | -54602,1 | 205211,3 | 0,4 |
| 815 | -54564,6 | 205217,6 | 1,2 |
| 816 | -54530 | 205227,3 | 2,4 |
| 817 | -54514,7 | 205231,9 | 4,9 |
| 818 | -54505,7 | 205232,9 | 6,1 |
| 819 | -54509,9 | 205231,1 | 5,1 |
| 820 | -54499,5 | 205169,4 | 5,4 |
| 821 | -54508,6 | 205169,7 | 5 |
| 822 | -54519,9 | 205168,5 | 2,8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 823 | -54545,3 | 205167,4 | 1,3 |
| 824 | -54573,9 | 205165,6 | 0,9 |
| 825 | -54596,6 | 205164,6 | 0,5 |
| 826 | -54607,2 | 205009,1 | 0,5 |
| 827 | -54569,5 | 205008,8 | 1,1 |
| 828 | -54532,8 | 205006,7 | 2,3 |
| 829 | -54514,2 | 205006,1 | 4,6 |
| 830 | -54508,1 | 205005 | 5,2 |
| 831 | -54512,6 | 204865,8 | 7,6 |
| 832 | -54524 | 204865,9 | 5,7 |
| 833 | -54476,9 | 205162,7 | 15,9 |
| 834 | -54479,4 | 205177,2 | 16,5 |
| 835 | -54480,3 | 205182,9 | 16,3 |
| 836 | -54483,7 | 205191,5 | 15,5 |
| 837 | -54486,2 | 205201,3 | 15,2 |
| 838 | -54492,3 | 205228,3 | 13,3 |
| 839 | -54494,8 | 205252 | 14,6 |
| 840 | -54528,9 | 204801,8 | 6,6 |
| 841 | -54509,5 | 204796,3 | 14,3 |
| 842 | -54521,4 | 204799,5 | 7,6 |
| 843 | -54537,4 | 204801,9 | 5,3 |
| 844 | -54547,4 | 204802,3 | 3,8 |
| 845 | -54566,1 | 204804,6 | 1,8 |
| 846 | -54588,3 | 204807 | 1,1 |
| 847 | -54604,2 | 204328,8 | 10,6 |
| 848 | -54622 | 204334,9 | 6,1 |
| 849 | -54621 | 204335,2 | 6,3 |
| 850 | -54598,2 | 204474,5 | 5 |
| 851 | -54592 | 204502,2 | 4,9 |
| 852 | -54586 | 204531,7 | 5 |
| 853 | -54579,3 | 204564,2 | 5,1 |
| 854 | -54565,9 | 204561,4 | 6,5 |
| 855 | -54574,4 | 204562,7 | 5,3 |
| 856 | -54593 | 204566,2 | 2,9 |
| 857 | -54609,6 | 204569,2 | 1,3 |
| 858 | -54621,6 | 204569,9 | 1 |
| 859 | -54631,5 | 204337,8 | 4,7 |
| 860 | -54640,3 | 204342,3 | 4,2 |
| 861 | -54666,7 | 204349,2 | 1,3 |
| 862 | -54695,7 | 204358,8 | 0,7 |
| 863 | -54726,1 | 204256,3 | 0,8 |
| 864 | -54732,6 | 204256,9 | 0,7 |
| 865 | -54737,1 | 204253,9 | 0,5 |
| 866 | -54726,4 | 204241,3 | 0,6 |
| 867 | -54716 | 204229,8 | 0,8 |
| 868 | -54714,8 | 204231,1 | 1,8 |
| 869 | -54710,1 | 204223,5 | 0,8 |
| 870 | -54701,8 | 204219,8 | 1 |
| 871 | -54699,2 | 204224,3 | 1,1 |
| 872 | -54699,7 | 204227,5 | 1,2 |
| 873 | -54708,5 | 204236,4 | 1,1 |
| 874 | -54713,1 | 204241,2 | 1,1 |
| 875 | -54695,5 | 204215,5 | 1,4 |
| 876 | -54664,5 | 204207,9 | 4,6 |
| 877 | -54654 | 204207,6 | 6,1 |
| 878 | -54644,5 | 204217,6 | 10,7 |
| 879 | -54746,1 | 204090,1 | 0,7 |
| 880 | -54724,4 | 204086,1 | 1 |
| 881 | -54698,2 | 204079,6 | 3,5 |
| 882 | -54687,5 | 204077,8 | 4,4 |
| 883 | -54683,6 | 204075,5 | 4,8 |
| 884 | -54747,8 | 203801,2 | 4,9 |
| 885 | -54681,8 | 203818,8 | 4,4 |
| 886 | -54700,3 | 203816,1 | 3,5 |
| 887 | -54719,2 | 203816,3 | 3,5 |
| 888 | -54739,3 | 203816,7 | 3,7 |
| 889 | -54780,2 | 203818,5 | 1,2 |
| 890 | -54807,5 | 203818,9 | 0,6 |
| 891 | -54752,1 | 203894,9 | 1,7 |
| 892 | -54759,1 | 203895 | 1,3 |
| 893 | -54767,1 | 203904,5 | 1,1 |
| 894 | -54770,3 | 203910,3 | 0,8 |
| 895 | -54783,7 | 203934,6 | 0,3 |
| 896 | -54780,4 | 203934,6 | 0,5 |
| 897 | -54766,7 | 203914,1 | 0,8 |
| 898 | -54761,1 | 203907,8 | 1,3 |
| 899 | -54758,5 | 203906,2 | 1,5 |
| 900 | -54754,6 | 203900,8 | 1,8 |
| 901 | -54756,7 | 203900,5 | 3,2 |
| 902 | -54752,1 | 203895,8 | 1,9 |
| 903 | -54681,6 | 204004,5 | 6,5 |
| 904 | -54699,5 | 204007,6 | 4,2 |
| 905 | -54738,2 | 204010,4 | 1,1 |
| 906 | -54738,9 | 204010,5 | 0,9 |
| 907 | -54756 | 204015,4 | 0,7 |
| 908 | -54643,9 | 204128,8 | 15,2 |
| 909 | -54656,8 | 204084,9 | 13,4 |
| 910 | -54665,9 | 204040,1 | 14 |
| 911 | -54661,1 | 204020,2 | 14,3 |
| 912 | -54671,3 | 204004,6 | 13,5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 913 | -54668 | 203962 | 15,2 |
| 914 | -54668 | 203951,8 | 14,7 |
| 915 | -54677,4 | 203940,9 | 13,2 |
| 916 | -54679,8 | 203917 | 12 |
| 917 | -54678,6 | 203903,3 | 13,6 |
| 918 | -54680,9 | 203882 | 12,4 |
| 919 | -54679,1 | 203849 | 11 |
| 920 | -54671,6 | 203825,4 | 10,1 |
| 921 | -54667,3 | 203813,1 | 10,2 |
| 922 | -54656,7 | 203794,9 | 11,7 |
| 923 | -54633,3 | 203740,5 | 11,4 |
| 924 | -54611 | 203700 | 15 |
| 925 | -54606,8 | 203679,3 | 14,2 |
| 926 | -54599,4 | 203664,7 | 13,4 |
| 927 | -54599,2 | 203649,6 | 13,2 |
| 928 | -54605,5 | 203641,4 | 12,4 |
| 929 | -54612,3 | 203637,6 | 12,2 |
| 930 | -54618,5 | 203620,6 | 9,7 |
| 931 | -54602,4 | 203605,8 | 13,4 |
| 932 | -54617,7 | 203601,6 | 7,5 |
| 933 | -54628,6 | 203598,9 | 2 |
| 934 | -54652,5 | 203592,7 | 1,4 |
| 935 | -54680,7 | 203584,1 | 0,5 |
| 936 | -54702,3 | 203621,1 | 0,5 |
| 937 | -54679 | 203632,9 | 1,2 |
| 938 | -54644,4 | 203645,7 | 2,2 |
| 939 | -54626,6 | 203652,4 | 3,8 |
| 940 | -54616 | 203654,8 | 4,1 |
| 941 | -54644,9 | 203741,8 | 4,6 |
| 942 | -54652,3 | 203739,6 | 3,7 |
| 943 | -54682,9 | 203732,8 | 1,9 |
| 944 | -54714,4 | 203725,6 | 1,3 |
| 945 | -54756 | 203714,2 | 0,3 |
| 946 | -53848,8 | 201776,1 | 7,7 |
| 947 | -53848,8 | 201776,1 | 11,6 |
| 948 | -53765,6 | 201494,1 | 7,8 |
| 949 | -53771,8 | 201495,1 | 1,9 |
| 950 | -53780,1 | 201496,2 | 2,1 |
| 951 | -53800,7 | 201501,1 | 4,8 |
| 952 | -53827 | 201503,3 | 5,9 |
| 953 | -53839,3 | 201503,3 | 8 |
| 954 | -53829,8 | 201056 | 5,1 |
| 955 | -53835,5 | 201056,9 | 11,5 |
| 956 | -53849,6 | 201060 | 1,7 |
| 957 | -53857,7 | 201061,4 | 2,3 |
| 958 | -53866,2 | 201063 | 3,4 |
| 959 | -53875,6 | 201065,6 | 4,6 |
| 960 | -53891,9 | 201064,1 | 5,2 |
| 961 | -53924,9 | 201065,2 | 7 |
| 962 | -53844,1 | 200944,3 | 1,8 |
| 963 | -53855,7 | 200948,2 | 2,7 |
| 964 | -53869,7 | 200949,6 | 2,8 |
| 965 | -53880,2 | 200951,8 | 2,9 |
| 966 | -53893,1 | 200956,3 | 3 |
| 967 | -53892,8 | 200957,4 | 2,8 |
| 968 | -53892,3 | 200956,3 | 3,2 |
| 969 | -53891,9 | 200954 | 5 |
| 970 | -53893,5 | 200956,2 | 4,9 |
| 971 | -53895,8 | 200959,1 | 6,9 |
| 972 | -53920,3 | 200952,4 | 13,6 |
| 973 | -53847,1 | 200918,1 | 13,6 |
| 974 | -53848,5 | 200904,8 | 13,9 |
| 975 | -53855,2 | 200851,4 | 13 |
| 976 | -53859,7 | 200811,6 | 11,7 |
| 977 | -53868,6 | 200812,1 | 7,4 |
| 978 | -53891,9 | 200816,1 | 5 |
| 979 | -53903,2 | 200815 | 5 |
| 980 | -53912,5 | 200814,3 | 3,8 |
| 981 | -53930,9 | 200815,7 | 1,2 |
| 982 | -53865,5 | 200768,7 | 8 |
| 983 | -53870,8 | 200733,8 | 6,1 |
| 984 | -53882,8 | 200662,6 | 5,2 |
| 985 | -53888,5 | 200600,1 | 4,6 |
| 986 | -53888,8 | 200563,7 | 3,9 |
| 987 | -53889,5 | 200561 | 4,2 |
| 988 | -53893,8 | 200553,3 | 3,6 |
| 989 | -53896,1 | 200548,1 | 3,5 |
| 990 | -53894,7 | 200545,5 | 4 |
| 991 | -53902,1 | 200499,1 | 4,9 |
| 992 | -53904,5 | 200465,4 | 5,9 |
| 993 | -53776,5 | 200809 | 15 |
| 994 | -54826,8 | 207751,5 | 9,8 |
| 995 | -54875 | 207413,9 | 6,4 |
| 996 | -54873,2 | 207436 | 5,2 |
| 997 | -54874,4 | 207464,2 | 6,4 |
| 998 | -54875,7 | 207481,6 | 5,2 |
| 999 | -54878,7 | 207552,3 | 6,7 |
| 1000 | -54880,3 | 207571 | 5,9 |
| 1001 | -54881,7 | 207587,2 | 6,4 |
| 1002 | -54834,2 | 207782 | 8,9 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1003 | -54830,6 | 207778,5 | 8,7 |
| 1004 | -54838,3 | 207775,9 | 8,6 |
| 1005 | -54837,1 | 207784,2 | 8,2 |
| 1006 | -54841 | 207793,1 | 8 |
| 1007 | -54837,5 | 207796,9 | 7,7 |
| 1008 | -54841,1 | 207806,3 | 7,8 |
| 1009 | -54843,1 | 207811,9 | 8,6 |
| 1010 | -54845,1 | 207815,6 | 9 |
| 1011 | -54844 | 207822,4 | 8,4 |
| 1012 | -54850,8 | 207828,3 | 9,3 |
| 1013 | -54839,9 | 207831,5 | 7,6 |
| 1014 | -54837,2 | 207838,6 | 7,1 |
| 1015 | -54839,2 | 207849,8 | 8,2 |
| 1016 | -54844,1 | 207860,9 | 9,5 |
| 1017 | -54846,2 | 207870,6 | 7,7 |
| 1018 | -54851,4 | 207881,8 | 5,6 |
| 1019 | -54854 | 207865,8 | 8 |
| 1020 | -54853 | 207854,3 | 9,5 |
| 1021 | -54859,6 | 207841,7 | 8 |
| 1022 | -54857 | 207828,7 | 9,2 |
| 1023 | -54852,8 | 207812,1 | 8,2 |
| 1024 | -54803,6 | 207790,6 | 1,7 |
| 1025 | -54810 | 207789 | 2,9 |
| 1026 | -54826,2 | 207783,5 | 4,4 |
| 1027 | -54833,3 | 207800,5 | 4,2 |
| 1028 | -54825 | 207803,4 | 3,4 |
| 1029 | -54811,3 | 207810,7 | 2,5 |
| 1030 | -54806,5 | 207812,9 | 1,6 |
| 1031 | -54810,8 | 207828,8 | 1,7 |
| 1032 | -54814,9 | 207828,4 | 2,3 |
| 1033 | -54835,9 | 207827,4 | 3,3 |
| 1034 | -54837,2 | 207821,2 | 3,8 |
| 1035 | -54832,4 | 207841,1 | 3,6 |
| 1036 | -54827 | 207841,6 | 2,5 |
| 1037 | -54821,6 | 207844,1 | 2,2 |
| 1038 | -54819,5 | 207845,7 | 1,6 |
| 1039 | -54835,2 | 207861,4 | 3,7 |
| 1040 | -54829,5 | 207864,6 | 2,6 |
| 1041 | -54825,6 | 207866,1 | 1,6 |
| 1042 | -54833,9 | 207896,9 | 1,7 |
| 1043 | -54837,5 | 207896,1 | 2,4 |
| 1044 | -54849,3 | 207980 | 1,6 |
| 1045 | -54860 | 207980 | 4 |
| 1046 | -54891,7 | 207978,4 | 5,6 |
| 1047 | -54850,7 | 208016,2 | 1,6 |
| 1048 | -54857,5 | 208016 | 3,1 |
| 1049 | -54863,1 | 208015,8 | 4 |
| 1050 | -54855,5 | 208090 | 1,5 |
| 1051 | -54860,2 | 208089,8 | 2,8 |
| 1052 | -54874,1 | 208087,2 | 4,1 |
| 1053 | -54864,3 | 208115,4 | 1,5 |
| 1054 | -54866 | 208113,9 | 2,6 |
| 1055 | -54884,1 | 208107,2 | 4 |
| 1056 | -54876,9 | 208136,2 | 1,5 |
| 1057 | -54882,8 | 208147,9 | 1,4 |
| 1058 | -54888 | 208157,8 | 1,5 |
| 1059 | -54879,1 | 208136,4 | 2,6 |
| 1060 | -54884,9 | 208147,2 | 2,6 |
| 1061 | -54890,2 | 208156 | 2,1 |
| 1062 | -54911,2 | 208121,4 | 4,3 |
| 1063 | -54925,9 | 208093,5 | 4,5 |
| 1064 | -54940,5 | 208087,4 | 3,7 |
| 1065 | -54965,3 | 208080,6 | 2,1 |
| 1066 | -55029,9 | 208061,2 | 1,2 |
| 1067 | -55016,5 | 208059,4 | 1,1 |
| 1068 | -54982,2 | 208060,8 | 1,1 |
| 1069 | -54949,2 | 208059,8 | 1,4 |
| 1070 | -54922,8 | 208063,7 | 5 |
| 1071 | -54943,1 | 208044,7 | 1,7 |
| 1072 | -54979,4 | 208034,9 | 1,1 |
| 1073 | -54975,9 | 208026 | 1,1 |
| 1074 | -54949,2 | 208018,4 | 1,2 |
| 1075 | -54895,9 | 207995 | 5,4 |
| 1076 | -54886,7 | 207950 | 5,8 |
| 1077 | -54885,3 | 207937,1 | 6,4 |
| 1078 | -54882,7 | 207897,4 | 6,9 |
| 1079 | -54884,4 | 207868,4 | 7,3 |
| 1080 | -54852,7 | 207854,5 | 9,5 |
| 1081 | -54852,7 | 207854,5 | 9,5 |
| 1082 | -54896,5 | 208065,2 | 4,2 |
| 1083 | -54906,5 | 208125,7 | 4,2 |
| 1084 | -54916,7 | 208156,5 | 1,7 |
| 1085 | -54895,4 | 208170,6 | 1,4 |
| 1086 | -54919,9 | 208205,1 | 1,4 |
| 1087 | -54923,2 | 208202,8 | 2 |
| 1088 | -54927,3 | 208201,7 | 1,9 |
| 1089 | -54944,2 | 208224,5 | 1,4 |
| 1090 | -54947,9 | 208222,6 | 1,8 |
| 1091 | -54970,7 | 208236,8 | 1,4 |
| 1092 | -54978,1 | 208230,2 | 1,4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1093 | -54983,1 | 208215,5 | 1,3 |
| 1094 | -54987,7 | 208191,4 | 1,2 |
| 1095 | -54976,7 | 208156,6 | 1,2 |
| 1096 | -54976,8 | 208156,6 | 1,2 |
| 1097 | -54975,5 | 208127,6 | 1,2 |
| 1098 | -54967,3 | 208108,2 | 2,4 |
| 1099 | -55006 | 208105,1 | 1,2 |
| 1100 | -55027,2 | 208080,7 | 1,2 |
| 1101 | -55003,2 | 208080,4 | 1,7 |
| 1102 | -54962,2 | 208049,7 | 1,2 |
| 1103 | -54976,3 | 208042,2 | 1,1 |
| 1104 | -54936,1 | 208010,9 | 1,3 |
| 1105 | -54919,9 | 207960,1 | 1,2 |
| 1106 | -54915,6 | 207929,4 | 1,1 |
| 1107 | -54885,5 | 207921,7 | 5,6 |
| 1108 | -54886,1 | 207880,2 | 5,4 |
| 1109 | -54915,1 | 207878,1 | 1,1 |
| 1110 | -54931,6 | 207878,5 | 1,3 |
| 1111 | -54888 | 207857 | 5,6 |
| 1112 | -54889,9 | 207838,3 | 5,5 |
| 1113 | -54889,8 | 207802 | 5,5 |
| 1114 | -54890,3 | 207780,2 | 5,4 |
| 1115 | -54892,3 | 207763,7 | 5,1 |
| 1116 | -54917,7 | 207764,3 | 1 |
| 1117 | -54888,7 | 207766 | 7,3 |
| 1118 | -54854,9 | 207776,9 | 7 |
| 1119 | -54854,9 | 207798,5 | 7 |
| 1120 | -54887,4 | 207801,9 | 7,4 |
| 1121 | -54887,7 | 207826,2 | 7,5 |
| 1122 | -54864,1 | 207828,1 | 7,2 |
| 1123 | -54827 | 207782,8 | 4,4 |
| 1124 | -54818,4 | 207757,8 | 4,7 |
| 1125 | -54807,1 | 207760,3 | 3 |
| 1126 | -54797,4 | 207762,5 | 1,5 |
| 1127 | -54808,1 | 207735,1 | 4,1 |
| 1128 | -54806,6 | 207735,6 | 3,8 |
| 1129 | -54806,2 | 207735,6 | 3,7 |
| 1130 | -54797,1 | 207738,8 | 2,4 |
| 1131 | -54793,4 | 207740,3 | 2,2 |
| 1132 | -54787,6 | 207743 | 1,4 |
| 1133 | -54798,5 | 207708,5 | 4,1 |
| 1134 | -54795,6 | 207709,2 | 3,6 |
| 1135 | -54787,7 | 207710,8 | 2,7 |
| 1136 | -54779,5 | 207713 | 1,4 |
| 1137 | -54781,5 | 207655,2 | 4,1 |
| 1138 | -54779,1 | 207655,6 | 3,6 |
| 1139 | -54775,9 | 207656,8 | 3,1 |
| 1140 | -54765,3 | 207659,6 | 1,4 |
| 1141 | -54783 | 207655,8 | 5,6 |
| 1142 | -54794,2 | 207690,6 | 6,2 |
| 1143 | -54802,4 | 207711,1 | 7,1 |
| 1144 | -54805 | 207716,5 | 7,6 |
| 1145 | -54812,7 | 207733,6 | 8,3 |
| 1146 | -54817,9 | 207746,1 | 8,6 |
| 1147 | -54822 | 207754,4 | 9,1 |
| 1148 | -54876,4 | 207599 | 7 |
| 1149 | -54884,5 | 207618,1 | 6,6 |
| 1150 | -54885 | 207633,1 | 6,1 |
| 1154 | -54840,7 | 207665,9 | 7,9 |
| 1153 | -54854 | 207664,4 | 7,6 |
| 1152 | -54869,8 | 207662,4 | 6,5 |
| 1151 | -54885,2 | 207662,5 | 7 |
| 1155 | -54920,9 | 207659,2 | 1,3 |
| 1156 | -54931,5 | 207659 | 0,9 |

## Restinga/ Janeiro

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | -54801,6 | 207382,8 | 11,4 |
| 2 | -54838,5 | 207381,9 | 7,8 |
| 3 | -54853,4 | 207386,4 | 7,1 |
| 4 | -54867,7 | 207391,4 | 6,5 |
| 5 | -54903,8 | 207398,5 | 1,3 |
| 6 | -54913,5 | 207402,3 | 1 |
| 7 | -54851,1 | 207412,1 | 7 |
| 8 | -54856,2 | 207443,3 | 7,3 |
| 9 | -54893,9 | 207449 | 1,4 |
| 10 | -54905,3 | 207452,7 | 1,1 |
| 11 | -54836,2 | 207480,4 | 7,9 |
| 12 | -54843,3 | 207482,5 | 7,4 |
| 13 | -54849,1 | 207483,7 | 7,3 |
| 14 | -54892 | 207489,1 | 1,7 |
| 15 | -54836 | 207549,5 | 7,5 |
| 16 | -54855,8 | 207548,4 | 7 |
| 17 | -54893,4 | 207547,7 | 1,5 |
| 18 | -54899,9 | 207549,3 | 1,1 |
| 19 | -54909,4 | 207586,7 | 0,9 |
| 20 | -54901,1 | 207586,6 | 1,5 |
| 21 | -54863,2 | 207589,7 | 6,5 |
| 22 | -54853 | 207591,7 | 6,9 |
| 23 | -54836,6 | 207593,3 | 7,5 |
| 24 | -54838,1 | 207626,1 | 7,5 |
| 25 | -54861,7 | 207626,4 | 7 |
| 26 | -54898,3 | 207624,1 | 1,3 |
| 27 | -54902,1 | 207624,1 | 1,1 |
| 28 | -54930,5 | 207692,5 | 1,4 |
| 29 | -54910,3 | 207693,1 | 1,5 |
| 30 | -54866,7 | 207694,4 | 6,9 |
| 31 | -54858,1 | 207695,7 | 6,9 |
| 32 | -54846,4 | 207697,5 | 7 |
| 33 | -54827,1 | 207751,4 | 9,8 |
| 34 | -54821,1 | 207752,3 | 9,1 |
| 35 | -54840 | 207751,2 | 8,7 |
| 36 | -54841,4 | 207751,5 | 7,2 |
| 37 | -54850,8 | 207752,2 | 6,5 |
| 38 | -54871,7 | 207753,7 | 7 |
| 39 | -54914,5 | 207754,1 | 1,5 |
| 40 | -54921,7 | 207755,5 | 1,3 |
| 41 | -54870,9 | 207119,8 | 9,7 |
| 42 | -54882,8 | 207121 | 7,5 |
| 43 | -54892,8 | 207122,9 | 6,9 |
| 44 | -54923,7 | 207128,3 | 5,7 |
| 45 | -54962,6 | 207136,7 | 1,5 |
| 46 | -54964,3 | 207137,7 | 1,3 |
| 47 | -54877,2 | 207079,2 | 8,9 |
| 48 | -54889,7 | 207079,7 | 7,4 |
| 49 | -54904,6 | 207083,1 | 6,7 |
| 50 | -54934,5 | 207084,9 | 5,4 |
| 51 | -54972,1 | 207087,2 | 1,4 |
| 52 | -54984,7 | 207088,4 | 1,3 |
| 53 | -54885 | 207040,1 | 9,3 |
| 54 | -54895,2 | 207042,5 | 7,2 |
| 55 | -54913,3 | 207046 | 6,6 |
| 56 | -54938,7 | 207048,1 | 5,5 |
| 57 | -54973,5 | 207051,5 | 1,5 |
| 58 | -54978,4 | 207051,1 | 1,3 |
| 59 | -54943,2 | 207066,1 | 5,6 |
| 60 | -54944,4 | 207018 | 5,7 |
| 61 | -54889,6 | 207000,6 | 9 |
| 62 | -54901,3 | 207001,9 | 7,4 |
| 63 | -54914 | 207003,7 | 6,6 |
| 64 | -54939,1 | 207004,3 | 5,5 |
| 65 | -54977,5 | 207005,5 | 1,7 |
| 66 | -54916,2 | 206951 | 7 |
| 67 | -54927,4 | 206953,5 | 6,3 |
| 68 | -54943,2 | 206955,8 | 5,7 |
| 69 | -54984,2 | 206963,2 | 1,5 |
| 70 | -54926,2 | 206879,6 | 6,8 |
| 71 | -54937,9 | 206881,6 | 6,1 |
| 72 | -54980 | 206886,3 | 4,2 |
| 73 | -55005,3 | 206892,1 | 2 |
| 74 | -55024,5 | 206896 | 1,6 |
| 75 | -54910,6 | 206859,9 | 9,3 |
| 76 | -54928,6 | 206859,3 | 7,2 |
| 77 | -54944,5 | 206860,6 | 6 |
| 78 | -54985,8 | 206869,1 | 4 |
| 79 | -55010,9 | 206873,7 | 2 |
| 80 | -55022,7 | 206875,9 | 1,6 |
| 81 | -54921,6 | 206794,2 | 6,9 |
| 82 | -54956,2 | 206792 | 4,9 |
| 83 | -54988,2 | 206793,6 | 3,8 |
| 84 | -55017,2 | 206794,4 | 1,8 |
| 85 | -55030,7 | 206790,9 | 1,6 |
| 133 | -54923,5 | 206797,5 | 6,5 |
| 134 | -54945,8 | 206797,8 | 5,5 |
| 135 | -54971,1 | 206798,4 | 4 |
| 136 | -54986,3 | 206799,6 | 4,2 |
| 137 | -55019 | 206802 | 1,5 |
| 138 | -55034,4 | 206803,7 | 1,5 |
| 139 | -55064,2 | 206805,8 | 1,3 |
| 140 | -55073,1 | 206742,9 | 1,4 |
| 141 | -55046,9 | 206740,1 | 1,8 |
| 142 | -55014,8 | 206737,6 | 2 |
| 143 | -54989,7 | 206735,5 | 3,4 |
| 144 | -54977,4 | 206733,9 | 3,4 |
| 145 | -54957,8 | 206733,1 | 4,5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 146 | -54919,7 | 206726,2 | 7 |
| 147 | -54916,1 | 206659,6 | 6,9 |
| 148 | -54950,5 | 206656,3 | 4,8 |
| 149 | -54986,8 | 206657,7 | 2,8 |
| 150 | -55004,6 | 206658,2 | 2,5 |
| 151 | -55027,7 | 206661,6 | 2 |
| 152 | -55029,5 | 206662,3 | 1,9 |
| 153 | -55032,1 | 206662,8 | 2 |
| 154 | -55048,6 | 206664,7 | 2 |
| 155 | -55074,2 | 206667,8 | 1,4 |
| 156 | -55072,5 | 206596,2 | 1,6 |
| 157 | -55058,3 | 206594,6 | 1,7 |
| 158 | -55052 | 206595,2 | 1,5 |
| 159 | -55043,7 | 206593,8 | 1,7 |
| 160 | -55011,9 | 206591 | 2,1 |
| 161 | -54974,7 | 206589,9 | 3,1 |
| 162 | -54942,5 | 206588,3 | 4,5 |
| 163 | -54900,4 | 206578,8 | 6,5 |
| 164 | -54899,2 | 206542,2 | 6,6 |
| 165 | -54935,7 | 206537,6 | 4,6 |
| 166 | -54976,2 | 206535,8 | 3 |
| 167 | -54991,2 | 206534,5 | 2,8 |
| 168 | -55005,3 | 206533,7 | 1,9 |
| 169 | -55017,9 | 206533,1 | 1,5 |
| 170 | -55027,7 | 206535,9 | 1,7 |
| 171 | -55045,8 | 206539,6 | 2 |
| 172 | -55064,7 | 206540,7 | 1,5 |
| 173 | -55074,5 | 206499,9 | 1,6 |
| 174 | -55051,9 | 206497,4 | 1,9 |
| 175 | -55036,1 | 206494,7 | 1,5 |
| 176 | -55033,1 | 206494,5 | 1,5 |
| 177 | -55024,9 | 206493,5 | 1,7 |
| 178 | -55014,8 | 206493,9 | 1,9 |
| 179 | -54994,4 | 206492,9 | 2,7 |
| 180 | -54971,1 | 206493,6 | 3,1 |
| 181 | -54929 | 206494,4 | 4,6 |
| 182 | -54888,1 | 206493,3 | 6,9 |
| 183 | -54926,1 | 206440,3 | 4,9 |
| 184 | -54971,6 | 206440,7 | 2,9 |
| 185 | -55008,1 | 206441,1 | 2,1 |
| 186 | -55040,2 | 206445,6 | 1,5 |
| 187 | -55045,8 | 206447 | 1,4 |
| 188 | -55067,9 | 206448,4 | 1,7 |
| 189 | -55075,8 | 206450,3 | 1,5 |

## Março/ restinga

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | -54801,6 | 207382,8 | 11,4 |
| 2 | -54841,6 | 207381,6 | 7,8 |
| 3 | -54863,4 | 207380,5 | 6,6 |
| 4 | -54876,7 | 207375,2 | 6,6 |
| 5 | -54888,8 | 207376,2 | 5,1 |
| 6 | -54910,3 | 207378,4 | 2,1 |
| 7 | -54930,4 | 207382,1 | 1,1 |
| 8 | -54864,8 | 207392,1 | 6,4 |
| 9 | -54871,2 | 207419,6 | 6,8 |
| 10 | -54870,2 | 207440 | 5,7 |
| 11 | -54869,6 | 207465,5 | 6,8 |
| 12 | -54869,2 | 207491,9 | 6,1 |
| 13 | -54871,7 | 207512,7 | 6,7 |
| 14 | -54808,2 | 207517,3 | 10,3 |
| 15 | -54833,1 | 207516,7 | 7,8 |
| 16 | -54841,6 | 207515,9 | 7,4 |
| 17 | -54853,8 | 207514 | 6,5 |
| 18 | -54885,9 | 207511,8 | 4,2 |
| 19 | -54903,6 | 207511,1 | 2 |
| 20 | -54919,6 | 207511,6 | 1,2 |
| 21 | -54872,5 | 207549,8 | 7,1 |
| 22 | -54875,7 | 207572,6 | 6,2 |
| 23 | -54876,4 | 207599 | 7 |
| 24 | -54884,5 | 207618,1 | 6,6 |
| 25 | -54885 | 207633,1 | 6,1 |
| 26 | -54885,2 | 207662,5 | 7 |
| 27 | -54869,8 | 207662,4 | 6,5 |
| 28 | -54854 | 207664,4 | 7,6 |
| 29 | -54840,7 | 207665,9 | 7,9 |
| 30 | -54920,9 | 207659,2 | 1,3 |
| 31 | -54929,5 | 207659 | 0,9 |
| 32 | -54826,8 | 207751,5 | 9,8 |
| 33 | -54820,8 | 207752,5 | 9 |
| 34 | -54840 | 207749,1 | 8,6 |
| 35 | -54841,3 | 207749,1 | 7,2 |
| 36 | -54851,8 | 207750 | 6,8 |
| 37 | -54882,5 | 207747,7 | 7,1 |
| 38 | -54907,5 | 207747,2 | 4 |
| 39 | -54928,6 | 207746,6 | 1,2 |
| 40 | -54893 | 207797,7 | 7,1 |
| 41 | -54878,3 | 207800,5 | 7,3 |
| 42 | -54855,4 | 207802,6 | 6,9 |
| 43 | -54918,8 | 207799,1 | 3 |
| 44 | -54932,7 | 207798,9 | 1,2 |
| 45 | -54937,2 | 207350,6 | 1,2 |
| 46 | -54918,3 | 207344,9 | 1,8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 47 | -54883,3 | 207335,4 | 6,5 |
| 48 | -54863,3 | 207331,9 | 7,2 |
| 49 | -54848,4 | 207331,9 | 7,6 |
| 50 | -54892,1 | 207318,1 | 5,3 |
| 51 | -54893,9 | 207300,4 | 6,1 |
| 52 | -54900,7 | 207278,5 | 5,1 |
| 53 | -54902,6 | 207263,5 | 5,9 |
| 54 | -54906,1 | 207244,4 | 5,3 |
| 55 | -54908,4 | 207227,3 | 5,8 |
| 56 | -54836,2 | 207009,1 | 15,5 |
| 57 | -54900,1 | 207010 | 7,6 |
| 58 | -54926,1 | 207009,8 | 5,4 |
| 59 | -54941,9 | 207011,7 | 5,4 |
| 60 | -54970,7 | 207012,7 | 2,3 |
| 61 | -54998 | 207018,3 | 1,1 |
| 62 | -55013,3 | 207020,2 | 1,1 |
| 63 | -55027,9 | 207021,2 | 1,5 |
| 64 | -55048,2 | 207019,8 | 1,3 |
| 65 | -55044,5 | 207066,1 | 1,3 |
| 66 | -55032,3 | 207098,5 | 1,2 |
| 67 | -55002,3 | 207109,8 | 1,3 |
| 68 | -54985,9 | 207097,1 | 1,7 |
| 69 | -54974,1 | 207092,2 | 1,9 |
| 70 | -54990,9 | 207079,6 | 1,7 |
| 71 | -54994 | 207069,6 | 1,8 |
| 72 | -54993,3 | 207053,1 | 1,5 |
| 73 | -55016,3 | 207067 | 1,7 |
| 74 | -54989,3 | 207123,9 | 1,2 |
| 75 | -54975,8 | 207182,2 | 1,3 |
| 76 | -54990,8 | 207159 | 1,2 |
| 77 | -55010,8 | 207170,2 | 1,3 |
| 78 | -55013 | 207199,4 | 1,3 |
| 79 | -54993,5 | 207202,7 | 1,6 |
| 80 | -54972 | 207203,7 | 1,2 |
| 81 | -54971,1 | 207229,3 | 1,1 |
| 82 | -54991,2 | 207232,4 | 1,5 |
| 83 | -55012,4 | 207237,7 | 1,3 |
| 84 | -54990,2 | 207280,9 | 1,3 |
| 85 | -54973,2 | 207272,2 | 1 |
| 133 | -54965,6 | 207272,2 | 1 |
| 134 | -54951,6 | 207271,5 | 1,2 |
| 135 | -54941 | 207272,9 | 1,7 |

## Banco rio 5/08/2003

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | -54406 | 207444 | 4,96 |
| 2 | -54799 | 207149,6 | 4,317 |
| 3 | -54786,5 | 207137,6 | 3,166 |
| 4 | -54772,5 | 207126,7 | 2,217 |
| 5 | -54793,9 | 207151 | 4,092 |
| 6 | -54779,5 | 207144,5 | 3,825 |
| 7 | -54768,8 | 207142,2 | 3,732 |
| 8 | -54760,1 | 207133,8 | 2,181 |
| 9 | -54721,8 | 207156,9 | 2,012 |
| 10 | -54730,8 | 207166 | 3,434 |
| 11 | -54753,8 | 207176,5 | 3,701 |
| 12 | -54780 | 207185,4 | 4,13 |
| 13 | -54781 | 207185,9 | 4,557 |
| 14 | -54776,5 | 207202,7 | 4,87 |
| 15 | -54775,2 | 207202,5 | 4,064 |
| 16 | -54742,9 | 207204,4 | 3,483 |
| 17 | -54700,6 | 207196,8 | 3,027 |
| 18 | -54689 | 207192,7 | 1,698 |
| 19 | -54674,6 | 207215,8 | 1,554 |
| 20 | -54689,3 | 207220,7 | 2,889 |
| 21 | -54727,7 | 207227,9 | 3,185 |
| 22 | -54769,5 | 207231,8 | 3,856 |
| 23 | -54771,3 | 207231,2 | 5,222 |
| 24 | -54770,1 | 207252,3 | 5,363 |
| 25 | -54768,3 | 207251,8 | 3,919 |
| 26 | -54743,2 | 207253,1 | 3,16 |
| 27 | -54680,9 | 207240,7 | 2,759 |
| 28 | -54664,9 | 207238,7 | 1,51 |
| 29 | -54659,9 | 207257,2 | 1,521 |
| 30 | -54673,9 | 207260,7 | 2,649 |
| 31 | -54737,5 | 207268,3 | 2,985 |
| 32 | -54760,1 | 207270 | 3,36 |
| 33 | -54765,2 | 207270,5 | 4,129 |
| 34 | -54767,1 | 207273 | 5,713 |
| 35 | -54764,5 | 207299,9 | 5,46 |
| 36 | -54762,9 | 207299,6 | 4,289 |
| 37 | -54754,9 | 207300,1 | 3,007 |
| 38 | -54729,5 | 207303,1 | 2,793 |
| 39 | -54727,3 | 207303 | 2,557 |
| 40 | -54667,4 | 207308,3 | 2,255 |
| 41 | -54661,6 | 207310,8 | 1,453 |
| 42 | -54673,3 | 207348,1 | 1,502 |
| 43 | -54679,3 | 207348,1 | 2,16 |
| 44 | -54712,8 | 207356,2 | 2,271 |
| 45 | -54732,9 | 207361,2 | 2,481 |
| 46 | -54734,2 | 207361,6 | 2,683 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 47 | -54746,9 | 207364,2 | 2,94 |
| 48 | -54753,9 | 207365,7 | 3,841 |
| 49 | -54756,4 | 207366,7 | 5,647 |
| 50 | -54752,1 | 207389 | 5,288 |
| 51 | -54749,7 | 207388,9 | 3,715 |
| 52 | -54743,5 | 207389 | 2,879 |
| 53 | -54725,9 | 207389,2 | 2,511 |
| 54 | -54722,9 | 207388,5 | 2,186 |
| 55 | -54687,8 | 207381,4 | 1,775 |
| 56 | -54680,5 | 207381,7 | 1,428 |
| 57 | -54686,1 | 207413,7 | 1,521 |
| 58 | -54691,7 | 207413,2 | 1,769 |
| 59 | -54701,9 | 207413,9 | 1,859 |
| 60 | -54718,6 | 207416,9 | 2,186 |
| 61 | -54722,1 | 207418,5 | 2,847 |
| 62 | -54730,8 | 207420,3 | 2,975 |
| 63 | -54737,8 | 207422,2 | 3,809 |
| 64 | -54740 | 207423,5 | 5,147 |
| 65 | -54735,9 | 207439,1 | 4,847 |
| 66 | -54734,3 | 207439,8 | 3,656 |
| 67 | -54729,4 | 207439,7 | 2,868 |
| 68 | -54709,7 | 207440,4 | 2,623 |
| 69 | -54701,6 | 207439,4 | 1,615 |
| 70 | -54696 | 207439,5 | 1,422 |
| 71 | -54699,4 | 207459,9 | 1,434 |
| 72 | -54706,7 | 207460,8 | 2,506 |
| 73 | -54729 | 207464,7 | 2,645 |
| 74 | -54733,3 | 207465,6 | 3,488 |
| 75 | -54734,3 | 207490,5 | 3,475 |
| 76 | -54728,4 | 207491,1 | 2,339 |
| 77 | -54709,3 | 207493 | 2,264 |
| 78 | -54702,7 | 207493,8 | 1,492 |
| 79 | -54715,7 | 207531,9 | 1,504 |
| 80 | -54725,9 | 207529,3 | 1,921 |
| 81 | -54742,1 | 207527 | 3,924 |
| 82 | -54744,3 | 207525,8 | 5,196 |
| 83 | -54750,2 | 207548,9 | 5,34 |
| 84 | -54748,2 | 207550,1 | 3,962 |
| 85 | -54729,4 | 207555 | 1,46 |
| 86 | -54746,7 | 207604,2 | 1,529 |
| 87 | -54761,5 | 207601,6 | 3,701 |
| 88 | -54780,5 | 207654 | 3,885 |
| 89 | -54766,3 | 207660,3 | 1,486 |
| 90 | -54778 | 207705,4 | 1,492 |
| 91 | -54795,1 | 207700,3 | 3,971 |
| 92 | -54816,8 | 207756,6 | 4,508 |
| 93 | -54797 | 207762,2 | 1,485 |
| 94 | -54834,7 | 207806,5 | 3,93 |
| 95 | -54815,8 | 207809,8 | 2,409 |
| 96 | -54806,7 | 207811,4 | 1,555 |
| 97 | -54840,8 | 207801,4 | 7,641 |
| 99 | -54823,1 | 207754 | 9,189 |
| 100 | -54801,9 | 207708,3 | 7,105 |
| 101 | -54783,6 | 207655,1 | 5,709 |
| 102 | -54770 | 207617 | 5,413 |
| 103 | -54757,2 | 207575,8 | 5,803 |
| 104 | -54798,7 | 207485,1 | 9,907 |
| 105 | -54801,6 | 207382,7 | 11,354 |
| 98 | -54827,2 | 207751,4 | 9,805 |

## Levantamentos topo-hidrogáficos de 2004

| Pontos | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| FAROL | -55006,6 | 208268,2 | 6,95 |
| 1 | -55006,6 | 208268,2 | 6,95 |
| 2 | -54833,356 | 208279,65 | 4,49 |
| 3 | -54836,317 | 208276,89 | 4,482 |
| 4 | -55014,886 | 208269,56 | 4,765 |
| 5 | -55022,078 | 208266,77 | 3,924 |
| 6 | -55031,111 | 208266,55 | 2,689 |
| 7 | -55038,475 | 208264,08 | 4,326 |
| 8 | -55055,914 | 208258,59 | 4,424 |
| 9 | -55074,804 | 208255,06 | 3,132 |
| 10 | -55097,206 | 208252,28 | 1,478 |
| 11 | -55002,4 | 208286,5 | 7,4 |
| 12 | -55008,404 | 208286,83 | 5,983 |
| 13 | -55023,041 | 208282,41 | 4,971 |
| 14 | -55036,585 | 208280,18 | 4,71 |
| 15 | -55048,644 | 208277,64 | 4,347 |
| 16 | -55057,524 | 208275,11 | 4,301 |
| 17 | -55063,51 | 208273,47 | 3,944 |
| 18 | -55074,062 | 208270,8 | 3,875 |
| 19 | -55103,873 | 208261,4 | 1,325 |
| 20 | -55006,374 | 208346,02 | 7,586 |
| 21 | -55022,661 | 208347,22 | 6,73 |
| 22 | -55066,66 | 208345,24 | 3,981 |
| 23 | -55076,103 | 208345,64 | 4,149 |
| 24 | -55091,86 | 208348,24 | 2,388 |
| 25 | -55103,14 | 208350,04 | 1,215 |
| 26 | -55107,716 | 208351,14 | 1,01 |
| 27 | -55073,163 | 208326,28 | 4,103 |
| 28 | -55073,163 | 208326,28 | 4,103 |
| 29 | -55014,317 | 208428,03 | 8,837 |
| 30 | -55040,878 | 208427,24 | 5,887 |
| 31 | -55050,603 | 208427,11 | 4,354 |
| 32 | -55056,243 | 208428,06 | 4,233 |
| 33 | -55072,182 | 208429,51 | 2,943 |
| 34 | -55091,367 | 208432,39 | 0,881 |
| 36 | -55022,749 | 208484,63 | 7,487 |
| 37 | -55046,488 | 208482,29 | 4,943 |
| 38 | -55052,164 | 208481,91 | 4,581 |
| 39 | -55080,187 | 208481,79 | 1,217 |
| 40 | -55101,396 | 208483,19 | 0,657 |
| 41 | -55014,568 | 208575,51 | 7,75 |
| 42 | -55035,886 | 208577,95 | 5,589 |
| 43 | -55039,675 | 208578,44 | 4,835 |
| 44 | -55043,646 | 208579,07 | 4,401 |
| 45 | -55057,845 | 208579,97 | 2,232 |
| 46 | -55071,99 | 208581,71 | 0,823 |
| 48 | -54970,482 | 208691,88 | 11,931 |
| 49 | -54990,005 | 208678,46 | 11,573 |
| 50 | -54998,666 | 208676,48 | 8,078 |
| 51 | -55010,556 | 208674,11 | 7,302 |
| 52 | -55024,604 | 208672,35 | 6,266 |
| 53 | -55038,704 | 208671,43 | 4,136 |
| 54 | -55044,266 | 208671 | 3,952 |
| 55 | -55074,446 | 208667,14 | 1,791 |
| 56 | -55116,929 | 208662,01 | 0,69 |
| 57 | -54982,578 | 208719,8 | 8,817 |
| 58 | -55010,923 | 208725,55 | 6,533 |
| 59 | -55023,467 | 208727,53 | 5,596 |
| 60 | -55034,113 | 208728,37 | 4,132 |
| 61 | -55043,869 | 208730,98 | 3,825 |
| 62 | -55065,12 | 208735,65 | 1,794 |
| 63 | -55093,211 | 208745,53 | 0,497 |
| 64 | -54973,399 | 208800,15 | 8,397 |
| 65 | -54997,718 | 208802,25 | 6,769 |
| 66 | -55010,77 | 208803,59 | 5,936 |
| 67 | -55022,795 | 208803,48 | 4,44 |
| 68 | -55028,277 | 208803,64 | 4,17 |
| 69 | -55049,848 | 208803,29 | 1,865 |
| 70 | -55069,342 | 208803,81 | 0,977 |
| 71 | -55089,876 | 208805,79 | 0,47 |
| 72 | -55107,599 | 208804,33 | 0,457 |
| 73 | -54958,376 | 208901,41 | 9,621 |
| 74 | -54959,318 | 208901,48 | 8,711 |
| 75 | -54983,162 | 208902,55 | 6,939 |
| 76 | -54999,364 | 208904,7 | 5,773 |
| 77 | -55007,687 | 208905,77 | 4,559 |
| 78 | -55012,873 | 208906,76 | 4,039 |
| 79 | -55023,849 | 208908,8 | 2,625 |
| 80 | -55043,517 | 208910,13 | 1,509 |
| 81 | -55062,156 | 208912,89 | 0,68 |
| 82 | -55071,537 | 208913,76 | 0,731 |
| 83 | -55082,93 | 208915,03 | 0,77 |
| 84 | -55095,603 | 208915,73 | 0,558 |
| 85 | -55084,266 | 208939,44 | 0,486 |
| 94 | -54962,962 | 209004,37 | 8,386 |
| 93 | -54976,673 | 208996,83 | 7,128 |
| 92 | -54991,664 | 208996,08 | 5,803 |
| 91 | -55001,003 | 208995,89 | 4,446 |
| 90 | -55005,215 | 208995,31 | 4,093 |
| 89 | -55019,003 | 208996,1 | 2,332 |
| 88 | -55030,851 | 208996,5 | 1,923 |
| 87 | -55073,384 | 208995,24 | 0,805 |
| 86 | -55090,257 | 208991,51 | 0,485 |
| 95 | -54968,368 | 209041,79 | 7,956 |
| 96 | -54989,147 | 209043,62 | 6,229 |
| 97 | -54999,389 | 209043,01 | 4,23 |
| 98 | -55004,478 | 209043,29 | 3,844 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 99 | -55017,369 | 209044,33 | 2,424 |
| 100 | -55046,97 | 209044,07 | 1,314 |
| 101 | -55080,144 | 209045,49 | 0,491 |
| 110 | -54978,732 | 209165,71 | 7,194 |
| 109 | -54989,541 | 209164,22 | 6,599 |
| 108 | -54999,752 | 209162,98 | 5,804 |
| 107 | -55007,568 | 209162,43 | 4,027 |
| 106 | -55010,491 | 209161 | 3,844 |
| 105 | -55024,847 | 209159,31 | 2,447 |
| 104 | -55040,249 | 209157,19 | 1,903 |
| 103 | -55060,233 | 209156,52 | 1,18 |
| 102 | -55087,011 | 209153,88 | 0,291 |
| 111 | -54989,143 | 209224,61 | 4,883 |
| 112 | -55008,631 | 209225,33 | 3,942 |
| 113 | -55020,766 | 209224,21 | 3,623 |
| 114 | -55032,099 | 209222,24 | 2,54 |
| 115 | -55061,397 | 209218,52 | 1,59 |
| 116 | -55114,318 | 209210,83 | 0,624 |
| 117 | -55127,483 | 209209,82 | 0,229 |
| 127 | -54976,097 | 209295,9 | 5,844 |
| 126 | -54987,066 | 209293,48 | 4,575 |
| 125 | -55001,19 | 209289,42 | 4,45 |
| 124 | -55017,885 | 209281,67 | 3,694 |
| 123 | -55030,756 | 209276,03 | 3,639 |
| 122 | -55037,162 | 209274,32 | 2,983 |
| 121 | -55045,022 | 209272,14 | 2,386 |
| 120 | -55062,297 | 209267,16 | 1,799 |
| 119 | -55103,577 | 209258,78 | 0,818 |
| 118 | -55131,457 | 209249,11 | 0,451 |
| 128 | -54972,606 | 209332,37 | 6,095 |
| 129 | -54975,481 | 209343,97 | 6,364 |
| 130 | -54982,58 | 209354,95 | 6,556 |
| 131 | -54985,211 | 209356,97 | 6,645 |
| 132 | -54989,911 | 209360,69 | 7,211 |
| 133 | -55003,312 | 209365,66 | 7,393 |
| 134 | -55012,451 | 209370,82 | 6,99 |
| 135 | -55019,158 | 209380,29 | 7,385 |
| 136 | -55022,938 | 209385,6 | 7,954 |
| 137 | -55019,949 | 209416,89 | 10,051 |
| 138 | -54995,15 | 209416,23 | 9,71 |
| 139 | -55010,07 | 209414,28 | 4,12 |
| 140 | -55011,331 | 209412,27 | 4,03 |
| 141 | -55021,691 | 209410,57 | 3,66 |
| 142 | -55031,018 | 209409,37 | 2,76 |
| 143 | -55037,266 | 209408,93 | 2,27 |
| 144 | -55065,505 | 209407,65 | 1,31 |
| 145 | -55088,07 | 209407,02 | 0,87 |
| 146 | -55111,15 | 209406,02 | 0,239 |
| 147 | -55089,316 | 209496,36 | 2,452 |
| 148 | -55087,038 | 209498,62 | 2,726 |
| 149 | -55087,901 | 209500,74 | 2,656 |
| 150 | -55090,294 | 209499,08 | 2,455 |
| 151 | -55090,704 | 209497,84 | 2,465 |
| 152 | -55088,495 | 209497,65 | 3,142 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 172 | -55029,839 | 209538,81 | 10,183 |
| 171 | -55065,159 | 209538,42 | 5,665 |
| 170 | -55081,009 | 209537,25 | 3,974 |
| 169 | -55085,563 | 209535,42 | 3,723 |
| 168 | -55092,706 | 209533,36 | 3,03 |
| 157 | -55108,339 | 209517,96 | 1,836 |
| 158 | -55105,838 | 209519,33 | 1,849 |
| 159 | -55101,83 | 209523,25 | 2,206 |
| 160 | -55097,809 | 209526,77 | 2,467 |
| 161 | -55098,795 | 209531,27 | 2,574 |
| 162 | -55106 | 209536,28 | 2,222 |
| 163 | -55116,035 | 209543,05 | 1,755 |
| 167 | -55117,748 | 209530,87 | 1,699 |
| 164 | -55121,993 | 209544,86 | 1,697 |
| 156 | -55124,409 | 209514,84 | 1,419 |
| 165 | -55128,833 | 209538,38 | 1,505 |
| 155 | -55128,051 | 209516,53 | 1,465 |
| 154 | -55131,597 | 209521,11 | 1,418 |
| 166 | -55132,943 | 209529,69 | 1,398 |
| 153 | -55167,327 | 209513,36 | 0,395 |
| 173 | -55080,953 | 209636,94 | 6,8 |
| 174 | -55096,447 | 209633,16 | 5,322 |
| 175 | -55109,756 | 209631,39 | 3,854 |
| 176 | -55118,445 | 209631,37 | 3,709 |
| 177 | -55133,094 | 209630,33 | 2,276 |
| 178 | -55160,762 | 209628,1 | 1,291 |
| 179 | -55203,255 | 209628,96 | 0,107 |
| 187 | -55078,689 | 209688,27 | 8,163 |
| 186 | -55095,959 | 209686,1 | 6,706 |
| 185 | -55111,543 | 209682,22 | 5,15 |
| 184 | -55118,746 | 209680,35 | 4,082 |
| 183 | -55126,123 | 209678,58 | 3,595 |
| 182 | -55122,535 | 209678,76 | 3,883 |
| 181 | -55135,373 | 209674,91 | 2,495 |
| 180 | -55153,501 | 209670,27 | 1,321 |
| 188 | -55106,556 | 209744,15 | 8,267 |
| 189 | -55121,141 | 209741,06 | 6,364 |
| 190 | -55131,159 | 209740,08 | 5,163 |
| 191 | -55134,697 | 209739,76 | 4,334 |
| 192 | -55141,995 | 209737,96 | 3,815 |
| 193 | -55159,746 | 209733,47 | 2,059 |
| 194 | -55170,583 | 209731,16 | 1,43 |
| 199 | -55130,954 | 209802,69 | 8,288 |
| 198 | -55145,863 | 209793,08 | 5,314 |
| 197 | -55154,462 | 209789,48 | 3,924 |
| 196 | -55160,298 | 209786,15 | 3,529 |
| 195 | -55175,046 | 209780,21 | 2,201 |
| 200 | -55156,175 | 209851,28 | 5,838 |
| 201 | -55177,575 | 209850,88 | 3,701 |
| 202 | -55180,275 | 209849,88 | 3,489 |
| 203 | -55195,87 | 209850,98 | 2,428 |
| 209 | -55158,475 | 209902,71 | 8,441 |
| 208 | -55173,4 | 209899,77 | 5,464 |
| 207 | -55186,33 | 209897,06 | 3,863 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 206 | -55194,316 | 209895,48 | 3,732 |
| 205 | -55209,978 | 209892,37 | 2,321 |
| 204 | -55226,717 | 209888,94 | 1,711 |
| 210 | -55188,987 | 209986,4 | 6,427 |
| 211 | -55193,667 | 209985,3 | 5,307 |
| 212 | -55198,306 | 209984,27 | 4,001 |
| 213 | -55208,639 | 209982,12 | 3,469 |
| 214 | -55215,385 | 209980,47 | 2,679 |
| 215 | -55222,362 | 209978,81 | 2,253 |
| 216 | -55236,261 | 209976,78 | 1,708 |
| 220 | -55200,841 | 210016,84 | 5,436 |
| 219 | -55208,147 | 210014,69 | 3,899 |
| 218 | -55216,062 | 210012 | 3,679 |
| 217 | -55228,007 | 210008,66 | 2,482 |
| 221 | -55209,722 | 210070,63 | 5,858 |
| 222 | -55222,134 | 210069,05 | 3,887 |
| 223 | -55232,056 | 210067,57 | 3,531 |
| 224 | -55246,695 | 210066,02 | 2,45 |
| 225 | -55261,925 | 210068,52 | 2,119 |
| 226 | -55295,308 | 210069,41 | 0,96 |
| 230 | -55223,446 | 210154,93 | 4,586 |
| 229 | -55239,089 | 210145,34 | 3,674 |
| 228 | -55248,767 | 210139,72 | 3,458 |
| 227 | -55267,545 | 210131,02 | 2,251 |
| 231 | -55231,629 | 210174,47 | 4,534 |
| 232 | -55242,208 | 210173,31 | 3,837 |
| 233 | -55250,015 | 210171,59 | 3,479 |
| 234 | -55259,478 | 210170,08 | 3,546 |
| 235 | -55270,315 | 210167,55 | 2,428 |
| 236 | -55290,482 | 210163,06 | 1,694 |
| 246 | -55248,036 | 210239,08 | 4,615 |
| 245 | -55259,325 | 210234,24 | 3,724 |
| 244 | -55264,054 | 210233,01 | 3,557 |
| 243 | -55269,885 | 210230,9 | 3,619 |
| 242 | -55281,726 | 210226,55 | 2,488 |
| 241 | -55299,394 | 210220,49 | 1,908 |
| 240 | -55315,891 | 210216,25 | 1,381 |
| 238 | -55315,895 | 210216,26 | 1,38 |
| 237 | -55351,761 | 210210,12 | 0,297 |
| 247 | -55240,539 | 210257,25 | 5,55 |
| 248 | -55258,819 | 210302,16 | 6,186 |
| 249 | -55276,611 | 210299,05 | 3,731 |
| 250 | -55281,079 | 210298,45 | 3,562 |
| 251 | -55285,124 | 210297,58 | 3,509 |
| 252 | -55298,783 | 210294,47 | 2,351 |
| 253 | -55311,937 | 210291,51 | 2,128 |
| 254 | -55330,847 | 210285,99 | 1,476 |
| 255 | -55353,547 | 210281,59 | 0,619 |
| 261 | -55280,331 | 210383,05 | 5,178 |
| 260 | -55293,951 | 210378,96 | 3,683 |
| 259 | -55300,432 | 210377,57 | 3,476 |
| 258 | -55311,27 | 210375,69 | 2,499 |
| 257 | -55328,449 | 210369,11 | 1,915 |
| 256 | -55356,098 | 210365,56 | 1,17 |
| 262 | -55311,635 | 210503,23 | 3,809 |
| 263 | -55322,257 | 210500,8 | 3,674 |
| 264 | -55338,407 | 210496,24 | 3,771 |
| 265 | -55340,998 | 210495,87 | 3,433 |
| 266 | -55358,833 | 210495,12 | 1,324 |
| 267 | -55384,199 | 210495,87 | 0,847 |
| 268 | -55370,748 | 210529,25 | 1,254 |
| 269 | -55375,741 | 210552,7 | 1,147 |
| 270 | -55381,988 | 210594,18 | 1,209 |
| 271 | -55387,113 | 210618,76 | 1,087 |
| 272 | -55389,562 | 210653,69 | 1,284 |
| 277 | -55366,004 | 210702,71 | 5,343 |
| 276 | -55368,524 | 210700,66 | 4,979 |
| 275 | -55370,294 | 210699,05 | 4,419 |
| 274 | -55388,614 | 210702,25 | 2,119 |
| 273 | -55398,318 | 210704,39 | 1,489 |
| 278 | -55372,357 | 210725,75 | 5,63 |
| 279 | -55376,073 | 210724,9 | 4,052 |
| 280 | -55389,559 | 210722,98 | 2,528 |
| 281 | -55394,957 | 210722,68 | 2,193 |
| 282 | -55404,137 | 210720,78 | 1,874 |
| 283 | -55411,297 | 210717,6 | 1,389 |
| 284 | -55439,057 | 210757,08 | 1,195 |
| 285 | -55412,012 | 210761,41 | 1,889 |
| 286 | -55406,382 | 210761,94 | 1,888 |
| 287 | -55385,774 | 210766,46 | 3,725 |
| 288 | -55380,106 | 210767,59 | 3,971 |
| 289 | -55393,017 | 210812,9 | 3,103 |
| 290 | -55378,028 | 210817,14 | 6,68 |
| 291 | -55378,028 | 210817,14 | 6,68 |
| 292 | -55384,585 | 210817,43 | 3,93 |
| 293 | -55396,264 | 210817,31 | 2,738 |
| 294 | -55418,074 | 210815,01 | 1,755 |
| 295 | -55432,693 | 210814,49 | 1,604 |
| 296 | -55458,241 | 210810,6 | 0,758 |
| 297 | -55467,901 | 210871,91 | 0,985 |
| 298 | -55456,238 | 210873,49 | 1,392 |
| 299 | -55440,165 | 210876,24 | 1,46 |
| 300 | -55422,295 | 210876,97 | 1,983 |
| 301 | -55406,211 | 210877,94 | 2,643 |
| 302 | -55397,289 | 210879,21 | 3,574 |
| 303 | -55393,197 | 210880,03 | 3,787 |
| 304 | -55388,513 | 210880,95 | 4,476 |
| 305 | -55385,338 | 210952,96 | 5 |
| 306 | -55396,622 | 210954,28 | 3,753 |
| 307 | -55399,932 | 210954,64 | 3,62 |
| 308 | -55405,469 | 210955,61 | 3,808 |
| 309 | -55421,1 | 210956 | 1,978 |
| 310 | -55427,116 | 210955,7 | 1,857 |
| 311 | -55438,027 | 210956,16 | 1,537 |
| 312 | -55459,335 | 210956,81 | 1,497 |
| 313 | -55495,647 | 210964,53 | 0,554 |
| 314 | -55490,511 | 211004,98 | 0,599 |
| 315 | -55454,168 | 211008,52 | 1,193 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 316 | -55437,077 | 211009,82 | 1,321 |
| 317 | -55417,071 | 211011,92 | 1,82 |
| 318 | -55404,873 | 211013,19 | 2,983 |
| 319 | -55394,6 | 211015,44 | 4,147 |
| 320 | -55390,855 | 211016,47 | 4,862 |
| 321 | -55397,354 | 211068,31 | 4,229 |
| 322 | -55399,444 | 211068,72 | 3,897 |
| 323 | -55401,86 | 211068,69 | 3,832 |
| 324 | -55401,859 | 211068,69 | 3,832 |
| 325 | -55412,403 | 211068,15 | 2,328 |
| 326 | -55424,585 | 211158,44 | 2,879 |
| 327 | -55415,712 | 211159,75 | 3,903 |
| 328 | -55411,011 | 211161,04 | 4,524 |
| 329 | -55411,28 | 211193,94 | 5,132 |
| 330 | -55419,28 | 211193,68 | 3,97 |
| 331 | -55424,258 | 211192,89 | 4,041 |
| 332 | -55431,114 | 211193,45 | 2,748 |
| 333 | -55436,71 | 211193,89 | 1,915 |
| 334 | -55438,881 | 211216,44 | 1,488 |
| 335 | -55424,169 | 211218,59 | 4,098 |
| 336 | -55421,071 | 211219,01 | 3,875 |
| 337 | -55414,123 | 211218,14 | 4,257 |
| 338 | -55468,526 | 211281,33 | 1,093 |
| 339 | -55457,838 | 211282,81 | 2,323 |
| 340 | -55447,235 | 211284,68 | 3,967 |
| 341 | -55441,571 | 211286,11 | 3,916 |
| 342 | -55427,515 | 211290,39 | 5,119 |
| 343 | -55431,512 | 211313,66 | 5,157 |
| 344 | -55434,704 | 211313,12 | 4,798 |
| 345 | -55442,743 | 211312,46 | 5,029 |
| 346 | -55448,396 | 211312,18 | 3,922 |
| 347 | -55450,275 | 211312,54 | 4,187 |
| 348 | -55463,966 | 211313,05 | 1,845 |
| 349 | -55475,343 | 211360,12 | 1,341 |
| 350 | -55468,827 | 211360,32 | 2,258 |
| 351 | -55453,797 | 211361,32 | 3,957 |
| 352 | -55451,265 | 211362,12 | 3,865 |
| 353 | -55440,838 | 211363,44 | 4,815 |
| 354 | -55441,496 | 211400,26 | 5,619 |
| 355 | -55444,048 | 211400,59 | 5,238 |
| 356 | -55448,58 | 211401,12 | 4,943 |
| 357 | -55451,519 | 211401,31 | 4,134 |
| 358 | -55456,561 | 211401,37 | 3,542 |
| 359 | -55459,317 | 211400,99 | 4,062 |
| 360 | -55476,743 | 211400,39 | 1,148 |
| 361 | -55483,48 | 211446,59 | 0,842 |
| 362 | -55473,003 | 211446,03 | 1,604 |
| 363 | -55452,289 | 211447,06 | 4,163 |
| 364 | -55449,656 | 211447,59 | 4,56 |
| 365 | -55446,322 | 211448,46 | 5,13 |
| 366 | -55452,139 | 211487,38 | 4,092 |
| 367 | -55458,956 | 211488,54 | 3,606 |
| 368 | -55487,972 | 211488,35 | 1,281 |
| 369 | -55469,494 | 211513,46 | 2,725 |
| 370 | -55460,472 | 211513,47 | 3,74 |
| 371 | -55455,503 | 211514,25 | 4,069 |
| 372 | -55453,237 | 211514,49 | 4,011 |
| 373 | -55527,075 | 211860,3 | 10,977 |
| 374 | -55523,649 | 211852,18 | 10,359 |
| 375 | -55501,3 | 211850,9 | 9,388 |
| 376 | -55505,965 | 211848,22 | 8,763 |
| 377 | -55520,237 | 211846,85 | 4,158 |
| 378 | -55539,664 | 211848,07 | 2,473 |
| 382 | -55520,232 | 211832,48 | 7,52 |
| 381 | -55527,856 | 211827,56 | 4,352 |
| 380 | -55539,741 | 211821,33 | 2,611 |
| 379 | -55550,559 | 211825,25 | 2,125 |
| 385 | -55500,207 | 211806,12 | 3,979 |
| 384 | -55521,531 | 211803,29 | 3,319 |
| 383 | -55530,227 | 211800,97 | 2,204 |
| 1487 | -55486,82 | 211793,82 | 9,393 |
| 386 | -55500,337 | 211794,74 | 3,471 |
| 387 | -55503,666 | 211790,18 | 2,496 |
| 388 | -55511,013 | 211786,26 | 1,66 |
| 389 | -55526,664 | 211772,74 | 1,048 |
| 392 | -55504,728 | 211782,15 | 3,58 |
| 391 | -55516,814 | 211777,53 | 2,179 |
| 390 | -55526,32 | 211773,36 | 1,199 |
| 394 | -55481,11 | 211748,59 | 4,877 |
| 393 | -55488,193 | 211746,92 | 3,607 |
| 395 | -55497,937 | 211743,39 | 2,39 |
| 396 | -55503,961 | 211740,48 | 1,614 |
| 397 | -55441,668 | 211446,55 | 8,835 |
| 398 | -55438,794 | 211407,85 | 8,862 |
| 399 | -55431,289 | 211344,09 | 9,687 |
| 400 | -55424,864 | 211310,24 | 10,595 |
| 401 | -55417,767 | 211284,52 | 12,095 |
| 402 | -55405,499 | 211238,32 | 12,333 |
| 403 | -55396,319 | 211159,82 | 12,154 |
| 404 | -55392,23 | 211113,5 | 9,26 |
| 405 | -55386,757 | 211070,73 | 10,529 |
| 406 | -55385,73 | 211035,66 | 9,954 |
| 407 | -55385,261 | 211016,89 | 9,122 |
| 408 | -55527,075 | 211860,3 | 10,977 |
| 409 | -55450,496 | 211560,03 | 8,123 |
| 410 | -55456,247 | 211560,1 | 4,814 |
| 411 | -55461,092 | 211558,85 | 3,968 |
| 412 | -55464,523 | 211558,32 | 4,028 |
| 413 | -55474,388 | 211555,46 | 2,742 |
| 414 | -55486,858 | 211552,77 | 1,35 |
| 415 | -55483,041 | 211609,07 | 2,45 |
| 416 | -55472,205 | 211615,47 | 4,133 |
| 417 | -55466,014 | 211620,14 | 4,363 |
| 418 | -55462,749 | 211621,99 | 4,749 |
| 419 | -55453,419 | 211625,38 | 4,624 |
| 420 | -55450,114 | 211664,34 | 6,015 |
| 421 | -55460,665 | 211690,16 | 7,019 |
| 422 | -55465,219 | 211697,54 | 6,563 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 423 | -55470,23 | 211698,14 | 5,311 |
| 424 | -55473,985 | 211697,98 | 5,454 |
| 425 | -55477,561 | 211697,59 | 4,081 |
| 426 | -55479,058 | 211696,91 | 3,976 |
| 427 | -55480,59 | 211696,44 | 3,474 |
| 428 | -55499,36 | 211696,29 | 1,625 |
| 429 | -55670,99 | 212064,52 | 7,956 |
| 430 | -55671,096 | 212064,44 | 7,96 |
| 431 | -55683,845 | 212059,37 | 4,999 |
| 432 | -55677,807 | 212061,51 | 5,805 |
| 433 | -55676,266 | 212062,37 | 5,814 |
| 434 | -55702,104 | 212059,98 | 5,102 |
| 435 | -55705,703 | 212060,03 | 4,228 |
| 436 | -55707,766 | 212060,43 | 4,1 |
| 437 | -55710,368 | 212060,15 | 3,14 |
| 438 | -55672,332 | 212111,15 | 9,179 |
| 439 | -55671,172 | 212136,4 | 10,498 |
| 440 | -55844,607 | 212546,6 | 14,998 |
| 441 | -55834,612 | 212528,58 | 13,816 |
| 442 | -55844,607 | 212546,6 | 14,998 |
| 443 | -55840,905 | 212517,13 | 7,445 |
| 444 | -55843,469 | 212515,23 | 5,748 |
| 445 | -55847,395 | 212511,22 | 5,972 |
| 446 | -55849,212 | 212510,1 | 5,766 |
| 447 | -55852,812 | 212506,5 | 4,684 |
| 448 | -55856,126 | 212503,23 | 4,786 |
| 449 | -55859,434 | 212499,3 | 4,074 |
| 450 | -55863,708 | 212494,79 | 2,306 |
| 451 | -55819,409 | 212486,48 | 6,887 |
| 452 | -55822,101 | 212484,15 | 5,787 |
| 453 | -55826,041 | 212481,65 | 5,699 |
| 454 | -55828,624 | 212479,52 | 4,666 |
| 455 | -55830,542 | 212478,12 | 4,779 |
| 456 | -55839,209 | 212472,03 | 2,303 |
| 457 | -55803,806 | 212464,94 | 5,597 |
| 458 | -55805,138 | 212463,32 | 5,64 |
| 459 | -55808,883 | 212459,94 | 4,657 |
| 460 | -55818,285 | 212450,69 | 2,508 |
| 462 | -55793,46 | 212456,89 | 5,822 |
| 461 | -55794,228 | 212455,81 | 5,709 |
| 463 | -55796,895 | 212449,71 | 4,565 |
| 464 | -55801,266 | 212440,89 | 2,143 |
| 465 | -55781,83 | 212430,93 | 2,535 |
| 466 | -55772,651 | 212419,19 | 2,193 |
| 467 | -55765,429 | 212409,87 | 2,096 |
| 468 | -55751,874 | 212387,09 | 1,921 |
| 469 | -55747,768 | 212389,5 | 2,605 |
| 470 | -55726,868 | 212375,73 | 5,954 |
| 471 | -55732,455 | 212374,69 | 3,815 |
| 472 | -55736,675 | 212373,27 | 3,026 |
| 473 | -55745,528 | 212369,37 | 1,932 |
| 474 | -55715,775 | 212361,4 | 6,058 |
| 475 | -55720,056 | 212359,5 | 6,283 |
| 476 | -55723,958 | 212358,4 | 4,743 |
| 477 | -55725,304 | 212357,86 | 4,508 |
| 478 | -55730,502 | 212357,59 | 3,484 |
| 479 | -55738,421 | 212353,36 | 1,868 |
| 480 | -55701,439 | 212328,22 | 5,354 |
| 481 | -55707,415 | 212326,6 | 6,24 |
| 482 | -55709,901 | 212325,83 | 6,265 |
| 483 | -55713,337 | 212323,82 | 4,238 |
| 484 | -55715,229 | 212323,14 | 3,546 |
| 485 | -55730,987 | 212321,63 | 1,867 |
| 486 | -55694,675 | 212298,65 | 5,34 |
| 487 | -55698,707 | 212297,15 | 6,323 |
| 488 | -55701,027 | 212296,36 | 6,479 |
| 489 | -55707,417 | 212296,61 | 3,67 |
| 490 | -55719,15 | 212294,02 | 2,31 |
| 491 | -55688,155 | 212267,65 | 5,331 |
| 492 | -55695,491 | 212266,73 | 6,352 |
| 493 | -55697,712 | 212266,05 | 5,472 |
| 494 | -55699,107 | 212265,88 | 5,311 |
| 495 | -55701,554 | 212265,46 | 4,431 |
| 496 | -55703,16 | 212265,12 | 4,233 |
| 497 | -55703,604 | 212265,1 | 3,92 |
| 498 | -55711,683 | 212263,51 | 2,307 |
| 499 | -55683,154 | 212233,96 | 6,078 |
| 500 | -55689,464 | 212230,79 | 6,557 |
| 501 | -55691,017 | 212230 | 6,143 |
| 502 | -55693,709 | 212229,46 | 5,361 |
| 503 | -55695,907 | 212228,97 | 4,977 |
| 504 | -55700,53 | 212228,5 | 3,472 |
| 505 | -55710,313 | 212226,21 | 2,073 |
| 506 | -55889,172 | 212593,04 | 7,337 |
| 507 | -55915,094 | 212643,63 | 7,716 |
| 508 | -55918,236 | 212642,22 | 5,917 |
| 509 | -55932,143 | 212638,39 | 5,744 |
| 510 | -55933,566 | 212637,74 | 5,324 |
| 511 | -55937,393 | 212636,77 | 5,384 |
| 512 | -55941,114 | 212636,05 | 4,526 |
| 513 | -55942,615 | 212635,42 | 4,452 |
| 514 | -55945,915 | 212634,04 | 3,52 |
| 515 | -55950,475 | 212631,95 | 2,141 |
| 516 | -55951,723 | 212631,31 | 2,017 |
| 517 | -55928,132 | 212679,71 | 7,887 |
| 518 | -55940,943 | 212735,07 | 7,681 |
| 519 | -55981,414 | 212834,1 | 5,334 |
| 520 | -55996,014 | 212830,48 | 6,211 |
| 521 | -56003,252 | 212829,29 | 3,404 |
| 522 | -56014,222 | 212826,52 | 1,921 |
| 523 | -55992,604 | 212875,89 | 6,081 |
| 524 | -55995,895 | 212875,63 | 5,843 |
| 525 | -56005,35 | 212874,39 | 6,166 |
| 526 | -56011,498 | 212873,36 | 4,074 |
| 527 | -56012,612 | 212873,25 | 4,203 |
| 528 | -56014,448 | 212873,1 | 3,72 |
| 529 | -56021,447 | 212872,08 | 2,003 |
| 530 | -56003,013 | 212918,42 | 6,031 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 531 | -56006,459 | 212917,58 | 5,998 |
| 532 | -56014,231 | 212914,82 | 6,172 |
| 533 | -56020,384 | 212913,6 | 5,034 |
| 534 | -56023,525 | 212912,44 | 4,138 |
| 535 | -56025,088 | 212911,77 | 4,132 |
| 536 | -56027,684 | 212910,86 | 3,326 |
| 537 | -56029,484 | 212910,26 | 3,215 |
| 538 | -56034,82 | 212909,86 | 2,256 |
| 539 | -55899,12 | 213043,61 | 18,463 |
| 540 | -55882,245 | 213046,48 | 18,09 |
| 541 | -55899,12 | 213043,61 | 18,463 |
| 542 | -55995,288 | 213102,67 | 9,955 |
| 543 | -55999,739 | 213102,59 | 7,027 |
| 544 | -56005,709 | 213102,57 | 6,339 |
| 545 | -56012,03 | 213103,83 | 6,783 |
| 546 | -56017,887 | 213104,49 | 5,126 |
| 547 | -56035,647 | 213104 | 1,559 |
| 548 | -56012,684 | 213160,05 | 8,614 |
| 549 | -56017,187 | 213190,56 | 8,434 |
| 550 | -56017,506 | 213204,48 | 8,29 |
| 551 | -56024,125 | 213234,37 | 7,963 |
| 552 | -56031,541 | 213271,04 | 8,86 |
| 553 | -56041,128 | 213322,77 | 8,296 |
| 554 | -56045,656 | 213347,7 | 7,367 |
| 555 | -56047,959 | 213419,63 | 7,636 |
| 556 | -56043,723 | 213456,73 | 9,938 |
| 557 | -56042,905 | 213478,24 | 8,562 |
| 558 | -56036,515 | 213519,42 | 11,056 |
| 559 | -56009,045 | 213578,75 | 13,178 |
| 560 | -56004,767 | 213581,51 | 12,97 |
| 561 | -55967,612 | 213584,54 | 13,178 |
| 562 | -55995,612 | 213581,09 | 7,556 |
| 563 | -55996,897 | 213580,59 | 6,566 |
| 564 | -56000,256 | 213580,75 | 6,679 |
| 565 | -56003,001 | 213581,07 | 5,998 |
| 566 | -56005,747 | 213581,51 | 5,29 |
| 567 | -56007,187 | 213581,62 | 5,259 |
| 568 | -56014,078 | 213581,96 | 3,391 |
| 569 | -56021,643 | 213582,69 | 1,785 |
| 570 | -56028,165 | 213583,29 | 1,191 |
| 571 | -56032,238 | 213607,82 | 10,478 |
| 572 | -56029,294 | 213616,04 | 10,028 |
| 573 | -56031,053 | 213656,09 | 7,135 |
| 574 | -55988,16 | 213704,1 | 8 |
| 575 | -55988,72 | 213704,15 | 7,126 |
| 576 | -55989,582 | 213704,2 | 6,585 |
| 577 | -55993,022 | 213704,42 | 6,935 |
| 578 | -55997,745 | 213704,94 | 5,241 |
| 579 | -56003,239 | 213705,49 | 4,655 |
| 580 | -56006,709 | 213705,7 | 3,559 |
| 581 | -56009,566 | 213705,51 | 2,791 |
| 582 | -56020,793 | 213706,36 | 1,459 |
| 591 | -56036,497 | 213772,56 | 6,184 |
| 590 | -56042,031 | 213771,24 | 6,712 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 589 | -56044,113 | 213770,95 | 6,55 |
| 588 | -56046,286 | 213770,86 | 5,362 |
| 587 | -56048,415 | 213770,65 | 4,988 |
| 586 | -56050,169 | 213770,26 | 4,115 |
| 585 | -56053,886 | 213769,61 | 3,247 |
| 584 | -56063,652 | 213770,11 | 2,393 |
| 583 | -56076,088 | 213769,41 | 1,167 |
| 592 | -56048,123 | 213817,08 | 6,685 |
| 593 | -56044,55 | 213817,6 | 7,001 |
| 594 | -56040,544 | 213818,82 | 6,288 |
| 595 | -56043,02 | 213869,79 | 5,981 |
| 596 | -56049,394 | 213869,15 | 6,29 |
| 597 | -56052,082 | 213869,47 | 6,192 |
| 598 | -56057,213 | 213869,57 | 3,727 |
| 599 | -56062,584 | 213869,67 | 3,069 |
| 600 | -56065,306 | 213869,62 | 3,49 |
| 601 | -56067,965 | 213869,56 | 3,348 |
| 602 | -56072,022 | 213869 | 2,373 |
| 603 | -56083,896 | 213868,46 | 1,075 |
| 608 | -56061,181 | 213925,08 | 5,253 |
| 607 | -56063,605 | 213924,25 | 5,401 |
| 606 | -56066,031 | 213923 | 4,209 |
| 605 | -56079,389 | 213916,56 | 2,635 |
| 604 | -56092,404 | 213911,14 | 1,39 |
| 620 | -56049,418 | 213980,76 | 20,013 |
| 621 | -56048,236 | 213989,13 | 22,111 |
| 628 | -56034,179 | 214000,64 | 22 |
| 622 | -56045,096 | 214000,22 | 22,394 |
| 609 | -56072,7 | 213994,32 | 5,008 |
| 610 | -56075,801 | 213993,72 | 4,612 |
| 611 | -56081,53 | 213991,92 | 3,504 |
| 612 | -56087,062 | 213994,02 | 3,107 |
| 613 | -56089,992 | 213994,42 | 3,193 |
| 614 | -56102,029 | 213995,4 | 1,484 |
| 615 | -56036,266 | 213897,42 | 12,374 |
| 616 | -56036,014 | 213906,89 | 14,881 |
| 617 | -56035,684 | 213930,5 | 19,263 |
| 618 | -56041,575 | 213944,22 | 19,363 |
| 619 | -56048,313 | 213973,13 | 20,156 |
| 624 | -56049,82 | 213994,87 | 21,538 |
| 625 | -56052,092 | 213995,67 | 21,245 |
| 626 | -56057,312 | 214000,53 | 19,192 |
| 627 | -56057,414 | 214005,08 | 20,639 |
| 623 | -56036,068 | 213993,89 | 21,862 |
| 629 | -56060,353 | 214011,86 | 19,583 |
| 630 | -56067,326 | 214021,76 | 16,987 |
| 631 | -56078,106 | 214038,45 | 12,548 |
| 632 | -56085,3 | 214047,48 | 10,039 |
| 633 | -56102,602 | 214085,95 | 7,727 |
| 634 | -56109,418 | 214083,43 | 5,006 |
| 635 | -56112,361 | 214082,76 | 4,666 |
| 636 | -56116,69 | 214082,1 | 4,881 |
| 637 | -56120,411 | 214081,07 | 3,78 |
| 638 | -56132,33 | 214075,36 | 2,514 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 639 | -56169,753 | 214155,01 | 2,263 |
| 640 | -56160,983 | 214158,3 | 3,245 |
| 641 | -56154,817 | 214161,17 | 4,727 |
| 642 | -56150,18 | 214162,81 | 4,689 |
| 643 | -56142,857 | 214165,96 | 5,515 |
| 644 | -56140,573 | 214166,96 | 5,987 |
| 645 | -56138,943 | 214167,81 | 7,187 |
| 646 | -56150,212 | 214207,74 | 7,587 |
| 647 | -56160,656 | 214266,15 | 8,915 |
| 648 | -56170,01 | 214317,22 | 8,334 |
| 649 | -56178,246 | 214362,9 | 8,554 |
| 650 | -56180,999 | 214391,19 | 8,884 |
| 651 | -56183,729 | 214419,12 | 8,027 |
| 652 | -56186,363 | 214450 | 8,267 |
| 653 | -56189,055 | 214450,1 | 7,489 |
| 654 | -56198,749 | 214450,16 | 6,301 |
| 655 | -56205,521 | 214450,39 | 5,525 |
| 656 | -56209,721 | 214450,09 | 4,451 |
| 657 | -56225,609 | 214449,2 | 1,928 |
| 658 | -56241,811 | 214446,85 | 1,3 |
| 659 | -56254,383 | 214512,09 | 1,447 |
| 660 | -56231,247 | 214513,49 | 1,87 |
| 661 | -56184,177 | 214562,8 | 8,933 |
| 663 | -56187,126 | 214606,66 | 8,911 |
| 665 | -56187,126 | 214606,66 | 8,911 |
| 666 | -56187,648 | 214529,5 | 5,546 |
| 667 | -56198,461 | 214529,23 | 6,06 |
| 668 | -56202,763 | 214528,97 | 5,713 |
| 669 | -56206,518 | 214529,44 | 5,526 |
| 670 | -56209,886 | 214529,49 | 4,789 |
| 671 | -56216,658 | 214529,78 | 3,037 |
| 672 | -56224,55 | 214530,15 | 2,134 |
| 673 | -56238,483 | 214530,61 | 1,688 |
| 680 | -56195,634 | 214651,17 | 8,885 |
| 664 | -56163,45 | 214592,86 | 9,028 |
| 662 | -56185,258 | 214589,94 | 9,693 |
| 679 | -56194,222 | 214591,97 | 6,216 |
| 678 | -56206,134 | 214590,42 | 5,229 |
| 677 | -56209,741 | 214590,33 | 5,532 |
| 676 | -56212,218 | 214586,9 | 4,031 |
| 675 | -56223,435 | 214586,72 | 2,555 |
| 674 | -56240,908 | 214585,04 | 1,634 |
| 681 | -56201,279 | 214650,22 | 6,462 |
| 682 | -56209,481 | 214650,19 | 5,968 |
| 683 | -56212,179 | 214650 | 5,421 |
| 684 | -56214,381 | 214649,93 | 5,376 |
| 685 | -56217,421 | 214650,09 | 4,73 |
| 686 | -56220,329 | 214649,7 | 3,591 |
| 687 | -56238,264 | 214649,62 | 2,057 |
| 688 | -56252,778 | 214650,06 | 1,619 |
| 689 | -56210,117 | 214731,08 | 8,069 |
| 690 | -56215,362 | 214766,37 | 8,2 |
| 691 | -56220,786 | 214809,53 | 7,471 |
| 692 | -56223,263 | 214832,27 | 8,541 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 693 | -56233,564 | 214831,35 | 4,492 |
| 694 | -56241,229 | 214830,82 | 4,863 |
| 695 | -56246,7 | 214830,41 | 4,457 |
| 696 | -56253,567 | 214830,13 | 2,729 |
| 697 | -56261,356 | 214829,38 | 1,686 |
| 698 | -56275,798 | 214830,07 | 1,683 |
| 699 | -56228,044 | 214891,51 | 9,02 |
| 700 | -56230,5 | 214939,4 | 8,411 |
| 701 | -56232,575 | 215012,87 | 10,34 |
| 702 | -56237,824 | 215071,59 | 10,578 |
| 703 | -56246,436 | 215139,76 | 9,708 |
| 704 | -56250,974 | 215181,11 | 9,763 |
| 705 | -56257,98 | 215225,41 | 9,418 |
| 706 | -56269,563 | 215278,51 | 10,57 |
| 707 | -56269,576 | 215278,58 | 9,674 |
| 708 | -56267 | 215278,67 | 9,862 |
| 709 | -56263,397 | 215279,53 | 9,771 |
| 710 | -56267 | 215278,67 | 9,862 |
| 711 | -56263,396 | 215279,53 | 9,828 |
| 712 | -56276,313 | 215277,14 | 5,275 |
| 713 | -56278,672 | 215277,34 | 4,738 |
| 714 | -56282,097 | 215276,16 | 4,503 |
| 715 | -56287,972 | 215274,02 | 3,668 |
| 716 | -56289,963 | 215273,25 | 3,77 |
| 717 | -56299,813 | 215271,36 | 2,435 |
| 718 | -56322,656 | 215266,12 | 1,442 |
| 719 | -56337,924 | 215264,16 | 1,025 |
| 721 | -56360,865 | 215347,01 | 1,115 |
| 722 | -56356,993 | 215348,92 | 1,257 |
| 724 | -56358,299 | 215346,1 | 1,253 |
| 729 | -56301,351 | 215378,62 | 8,764 |
| 728 | -56304,712 | 215378,3 | 6,261 |
| 727 | -56313,995 | 215374,26 | 3,933 |
| 726 | -56318,725 | 215370,8 | 3,718 |
| 725 | -56340,249 | 215360,89 | 1,806 |
| 723 | -56360,313 | 215351,32 | 1,149 |
| 720 | -56366,723 | 215345,05 | 1,003 |
| 730 | -56315,884 | 215416,46 | 9,368 |
| 731 | -56334,575 | 215461,46 | 9,018 |
| 733 | -56339,049 | 215458,52 | 5,62 |
| 734 | -56351,062 | 215454,32 | 3,47 |
| 735 | -56355,091 | 215452,76 | 3,555 |
| 736 | -56357,054 | 215451,71 | 3,048 |
| 737 | -56373,433 | 215445,32 | 1,77 |
| 738 | -56389,829 | 215439,72 | 1,404 |
| 739 | -56408,024 | 215433,76 | 0,875 |
| 792 | -56260,402 | 215543,65 | 13,6 |
| 794 | -56269,39 | 215543,64 | 10,144 |
| 746 | -56276,5 | 215540,2 | 5,751 |
| 745 | -56285,9 | 215535 | 3,669 |
| 744 | -56292,9 | 215530,8 | 3,098 |
| 743 | -56295,7 | 215528,6 | 3,669 |
| 742 | -56309,4 | 215521,2 | 1,612 |
| 741 | -56319,1 | 215526,1 | 1,456 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 740 | -56340,7 | 215526,1 | 0,797 |
| 747 | -56286,1 | 215555,6 | 5,192 |
| 748 | -56300,6 | 215550,2 | 3,242 |
| 749 | -56306 | 215548,4 | 3,683 |
| 750 | -56309 | 215547,5 | 3,12 |
| 751 | -56319,8 | 215543,1 | 1,607 |
| 752 | -56333,5 | 215539,5 | 1,294 |
| 753 | -56349,1 | 215536,6 | 0,827 |
| 761 | -56308,7 | 215603,9 | 5,977 |
| 760 | -56314,7 | 215599,4 | 3,842 |
| 759 | -56321,2 | 215595,9 | 3,319 |
| 758 | -56324,9 | 215594 | 3,672 |
| 757 | -56328,6 | 215592 | 2,623 |
| 756 | -56337,3 | 215587,2 | 1,485 |
| 755 | -56343,3 | 215584,3 | 1,378 |
| 754 | -56366,4 | 215572,4 | 0,768 |
| 762 | -56325,6 | 215622,8 | 3,849 |
| 763 | -56329,5 | 215621,5 | 3,449 |
| 764 | -56334,4 | 215620,5 | 3,697 |
| 765 | -56339,5 | 215618,2 | 2,853 |
| 766 | -56344,4 | 215616,2 | 1,886 |
| 767 | -56359,1 | 215611,3 | 0,971 |
| 774 | -56344,9 | 215685,48 | 8 |
| 773 | -56346,9 | 215685,1 | 6,037 |
| 772 | -56352 | 215683,3 | 3,79 |
| 771 | -56356,6 | 215681,7 | 3,424 |
| 770 | -56359,3 | 215680,7 | 3,658 |
| 769 | -56366,6 | 215678,2 | 2,384 |
| 768 | -56372,6 | 215675,4 | 1,735 |
| 775 | -56430,009 | 215654,43 | 8,519 |
| 776 | -56423,007 | 215646,06 | 9,809 |
| 777 | -56420,891 | 215639,47 | 9,886 |
| 778 | -56414,026 | 215631,19 | 11,245 |
| 779 | -56403,464 | 215614,53 | 12,976 |
| 780 | -56405,476 | 215609,26 | 11,955 |
| 781 | -56396,905 | 215602,31 | 13,12 |
| 782 | -56394,228 | 215596,36 | 12,183 |
| 783 | -56390,516 | 215593,82 | 11,333 |
| 784 | -56394,041 | 215584,14 | 10,336 |
| 785 | -56390,413 | 215571,51 | 8,985 |
| 786 | -56383,939 | 215571,48 | 10,15 |
| 787 | -56385,377 | 215564,08 | 9,368 |
| 788 | -56375,531 | 215551,11 | 10,832 |
| 789 | -56369,298 | 215545,26 | 11,638 |
| 790 | -56368,095 | 215540,28 | 11,715 |
| 791 | -56362,261 | 215538,24 | 13,078 |
| 793 | -56365,114 | 215531,39 | 11,097 |
| 795 | -56357,469 | 215516,73 | 9,941 |
| 796 | -56351,831 | 215510,59 | 10,348 |
| 797 | -56349,745 | 215502,69 | 9,572 |
| 798 | -56341,865 | 215481,31 | 8,896 |
| 799 | -56329,881 | 215446,81 | 9,32 |
| 800 | -56319,22 | 215421,46 | 9,03 |
| 801 | -56317,485 | 215421,1 | 9,182 |
| 802 | -56289,886 | 215345,81 | 8,12 |
| 803 | -56284,17 | 215327,78 | 7,815 |
| 805 | -54826,796 | 207751,37 | 9,834 |
| 806 | -54822,707 | 207753,03 | 8,907 |
| 807 | -54839,829 | 207749,27 | 8,315 |
| 808 | -54840,734 | 207712,46 | 8,811 |
| 809 | -54838,348 | 207662,15 | 8,324 |
| 810 | -54834,846 | 207623,95 | 8,694 |
| 811 | -54834,201 | 207542,13 | 8,154 |
| 812 | -54830,079 | 207502,29 | 7,599 |
| 813 | -54800,474 | 207381,48 | 10,736 |
| 814 | -54845,826 | 207369,93 | 7,731 |
| 815 | -54896,468 | 207295,85 | 5,701 |
| 816 | -54903,81 | 207254,55 | 5,606 |
| 817 | -54915,081 | 207214,8 | 5,497 |
| 818 | -54957,723 | 207210,78 | 1,298 |
| 819 | -54946,71 | 207207,29 | 2,021 |
| 820 | -54933,897 | 207204,45 | 3,684 |
| 821 | -54916,975 | 207198,65 | 5,236 |
| 822 | -54909,47 | 207196,75 | 5,229 |
| 823 | -54898,718 | 207193,67 | 5,704 |
| 824 | -54878,963 | 207190,29 | 6,908 |
| 825 | -54884,697 | 207155,75 | 6,971 |
| 826 | -54896,645 | 207156,93 | 6,098 |
| 827 | -54911,082 | 207160,12 | 5,887 |
| 828 | -54920,365 | 207161,67 | 5,049 |
| 829 | -54937,236 | 207163,66 | 4,597 |
| 830 | -54948,392 | 207167,16 | 3,241 |
| 831 | -54964,394 | 207169,86 | 1,892 |
| 832 | -54978,42 | 207172,36 | 1,433 |
| 833 | -54995,408 | 207174,17 | 1,327 |
| 834 | -55008,292 | 207171,42 | 1,127 |
| 835 | -54986,892 | 207096,43 | 0,905 |
| 836 | -54971,867 | 207096,68 | 1,404 |
| 837 | -54959,107 | 207094,1 | 3,163 |
| 838 | -54948,43 | 207090,94 | 4,441 |
| 839 | -54938,178 | 207087,36 | 5,055 |
| 840 | -54921,608 | 207081,72 | 5,506 |
| 841 | -54896,833 | 207076,71 | 6,807 |
| 842 | -54906,367 | 207017,36 | 6,803 |
| 843 | -54920,585 | 207018,24 | 5,97 |
| 844 | -54947,971 | 207020,5 | 4,824 |
| 845 | -54960,678 | 207021,94 | 4,806 |
| 846 | -54974,355 | 207025,53 | 3,492 |
| 847 | -54989,662 | 207029,42 | 1,922 |
| 848 | -55007,432 | 207032,15 | 1,528 |
| 849 | -55033,244 | 207038,25 | 1,11 |
| 850 | -55027,644 | 206997,39 | 1,099 |
| 851 | -55011,242 | 206992,67 | 1,272 |
| 852 | -54996,097 | 206990,14 | 2,048 |
| 853 | -54983,654 | 206987,77 | 3,262 |
| 854 | -54969,44 | 206984,58 | 4,622 |
| 855 | -54958,912 | 206983,45 | 4,503 |
| 856 | -54934,484 | 206979,9 | 5,608 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 857 | -54912,366 | 206977,69 | 6,733 |
| 858 | -54921,202 | 206914,4 | 6,905 |
| 859 | -54931,655 | 206915,79 | 5,737 |
| 860 | -54940,022 | 206916,39 | 5,495 |
| 861 | -54950,965 | 206917,24 | 5,298 |
| 862 | -54967,983 | 206919,15 | 4,532 |
| 863 | -54977,561 | 206919,67 | 4,452 |
| 864 | -54994,914 | 206919,88 | 3,156 |
| 865 | -55009,309 | 206921 | 1,885 |
| 866 | -55025,699 | 206923,13 | 1,565 |
| 867 | -55038,103 | 206923,96 | 1,551 |
| 868 | -55054,71 | 206925,57 | 1,183 |
| 869 | -55055,543 | 206855,12 | 1,271 |
| 870 | -55041,513 | 206852,66 | 1,129 |
| 871 | -55030,262 | 206848,8 | 1,209 |
| 872 | -55015,664 | 206845,86 | 1,68 |
| 873 | -54996,788 | 206844,95 | 2,954 |
| 874 | -54980,796 | 206844,71 | 4,459 |
| 875 | -54971,228 | 206844,26 | 4,432 |
| 876 | -54953,279 | 206846,15 | 5,321 |
| 877 | -54942,095 | 206846,11 | 5,456 |
| 878 | -54925,525 | 206845,63 | 7,154 |
| 879 | -54920,594 | 206738,31 | 6,7 |
| 880 | -54928,907 | 206737,42 | 5,803 |
| 881 | -54948,363 | 206736,93 | 5,306 |
| 882 | -54966,455 | 206736,58 | 4,04 |
| 883 | -54980,744 | 206735,78 | 4,244 |
| 884 | -54983,976 | 206735,37 | 3,894 |
| 885 | -54994,801 | 206735,5 | 3,035 |
| 886 | -55011,356 | 206736,55 | 2,525 |
| 887 | -55036,198 | 206739,13 | 1,505 |
| 888 | -55057,007 | 206741,5 | 1,103 |
| 889 | -55075,296 | 206649,02 | 1,238 |
| 890 | -55059,893 | 206646,45 | 1,496 |
| 891 | -55046,396 | 206645,41 | 1,461 |
| 892 | -55024,339 | 206645 | 1,986 |
| 893 | -54998,241 | 206645,64 | 2,708 |
| 894 | -54988,415 | 206645,86 | 3,307 |
| 895 | -54982,226 | 206645,7 | 4,248 |
| 896 | -54979,498 | 206645,88 | 4,324 |
| 897 | -54966,893 | 206645,83 | 4,053 |
| 898 | -54947,017 | 206647,12 | 5,188 |
| 899 | -54941,164 | 206647,48 | 5,076 |
| 900 | -54917,206 | 206652,14 | 7,033 |
| 901 | -54917,935 | 206651,48 | 6,574 |
| 902 | -54903,303 | 206585,57 | 6,461 |
| 903 | -54925,137 | 206583,4 | 5,091 |
| 904 | -54948,315 | 206582,02 | 4,775 |
| 905 | -54953,936 | 206582,03 | 5,008 |
| 906 | -54969,879 | 206582,69 | 3,938 |
| 907 | -54985,457 | 206581,65 | 4,32 |
| 908 | -54988,215 | 206581,82 | 4,227 |
| 909 | -54994,183 | 206582,28 | 3,244 |
| 910 | -55001,352 | 206582,64 | 2,91 |
| 911 | -55020,206 | 206586,39 | 1,474 |
| 912 | -55029,681 | 206587,63 | 1,287 |
| 913 | -55037,953 | 206588,63 | 1,319 |
| 914 | -55054,085 | 206590,31 | 1,543 |
| 915 | -55066,233 | 206589,21 | 1,38 |
| 916 | -55075,054 | 206589,05 | 1,369 |
| 917 | -55088,338 | 206585,53 | 1,192 |
| 918 | -55059,318 | 206558,47 | 0,947 |
| 919 | -55059,088 | 206530,86 | 1,233 |
| 920 | -55034,914 | 206537,87 | 1,439 |
| 921 | -55018,058 | 206537,35 | 2,644 |
| 922 | -54993,646 | 206536,19 | 4,077 |
| 923 | -54977,066 | 206534,39 | 3,689 |
| 924 | -54966,402 | 206534,05 | 3,655 |
| 925 | -54949,276 | 206534,27 | 4,336 |
| 926 | -54902,013 | 206516,21 | 6,059 |
| 927 | -54936,359 | 206513,45 | 4,485 |
| 928 | -54969,864 | 206511,46 | 3,556 |
| 929 | -54995,851 | 206509,95 | 3,909 |
| 930 | -55009,611 | 206510,9 | 3,25 |
| 931 | -55021,709 | 206510,64 | 2,887 |
| 932 | -55041,732 | 206514,17 | 2,15 |
| 933 | -55071,125 | 206516,51 | 1,318 |
| 934 | -55096,38 | 206451,74 | 1,263 |
| 935 | -55069,752 | 206452,43 | 1,498 |
| 936 | -55056,651 | 206453,84 | 1,961 |
| 937 | -55027,853 | 206454,77 | 2,625 |
| 938 | -55008,652 | 206456,56 | 3,049 |
| 939 | -54990,055 | 206457,69 | 3,607 |
| 940 | -54968,247 | 206460,67 | 3,576 |
| 941 | -54932,857 | 206465,19 | 4,683 |
| 942 | -54908,942 | 206469,83 | 5,42 |
| 943 | -54887,761 | 206471,06 | 6,51 |
| 944 | -54929,329 | 206440,65 | 5,026 |
| 945 | -54960,045 | 206435,03 | 3,795 |
| 946 | -54986,29 | 206428,13 | 3,676 |
| 947 | -55023,377 | 206421,03 | 2,664 |
| 948 | -55039,061 | 206416,44 | 2,277 |
| 949 | -55057,802 | 206411,61 | 2,107 |
| 950 | -55070,227 | 206409,32 | 1,614 |
| 951 | -55090,021 | 206406,11 | 1,502 |
| 952 | -55103,013 | 206403,15 | 1,266 |
| 953 | -55023,926 | 206404,14 | 5,412 |
| 954 | -55023,913 | 206404,14 | 5,428 |
| 955 | -55025,131 | 206570,64 | 1,556 |
| 956 | -55017,419 | 206590,38 | 1,538 |
| 957 | -55013,279 | 206600,05 | 1,56 |
| 958 | -55010,496 | 206600,85 | 1,9 |
| 959 | -55011,866 | 206604,92 | 1,753 |
| 960 | -55012,797 | 206605,45 | 1,502 |
| 961 | -55012,677 | 206607,26 | 1,888 |
| 962 | -55013,473 | 206606,36 | 1,476 |
| 963 | -55017,36 | 206608,11 | 1,432 |
| 964 | -55016,164 | 206609,97 | 1,813 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 965 | -55016,209 | 206620,57 | 2,065 |
| 966 | -55013,339 | 206699,68 | 2,441 |
| 967 | -55002,814 | 206764,07 | 2,742 |
| 968 | -54908,948 | 206932,95 | 9,158 |
| 969 | -54891,264 | 207009,88 | 8,901 |
| 970 | -54832,141 | 206997,62 | 15,133 |
| 971 | -54842,962 | 207002,11 | 15,016 |
| 972 | -54842,982 | 207002,24 | 15,011 |
| 973 | -54838,794 | 206990,54 | 15,022 |
| 974 | -54836,232 | 207009,13 | 15,253 |
| 975 | -54903,396 | 206415,57 | 5,645 |
| 976 | -54921,826 | 206404,6 | 3,861 |
| 977 | -54933,671 | 206395,95 | 3,806 |
| 978 | -54936,607 | 206393,52 | 3,455 |
| 979 | -54940,314 | 206391,01 | 3,409 |
| 980 | -54949,122 | 206384,37 | 2,416 |
| 981 | -54957,237 | 206378,2 | 2,375 |
| 982 | -54969,593 | 206369,45 | 2,253 |
| 983 | -55008,74 | 206333,34 | 0,879 |
| 984 | -54972,484 | 206280,63 | 0,763 |
| 985 | -54944,182 | 206289,14 | 1,309 |
| 986 | -54910,178 | 206309,31 | 2,196 |
| 987 | -54900,591 | 206312,89 | 2,206 |
| 988 | -54896,213 | 206314,38 | 2,035 |
| 989 | -54890,563 | 206316,95 | 2,224 |
| 990 | -54879,011 | 206323,16 | 3,647 |
| 991 | -54871,716 | 206327,23 | 3,962 |
| 992 | -54866,705 | 206329,69 | 3,849 |
| 993 | -54857,688 | 206333,63 | 4,878 |
| 994 | -54841,773 | 206302,84 | 5,021 |
| 995 | -54847,707 | 206298,24 | 4,02 |
| 996 | -54853,706 | 206294,86 | 3,689 |
| 997 | -54859,621 | 206291,17 | 3,484 |
| 998 | -54870,963 | 206283,16 | 2,05 |
| 999 | -54878,209 | 206278,22 | 1,963 |
| 1000 | -54878,856 | 206277,8 | 2,114 |
| 1001 | -54889,576 | 206271,78 | 2,005 |
| 1002 | -54911,592 | 206256,88 | 1,373 |
| 1003 | -54929,889 | 206246,26 | 1,078 |
| 1004 | -54944,783 | 206238,09 | 0,816 |
| 1005 | -54897,823 | 206160,24 | 0,853 |
| 1006 | -54872,008 | 206163,91 | 1,305 |
| 1007 | -54836,272 | 206175,42 | 1,929 |
| 1008 | -54814,072 | 206185,04 | 2,525 |
| 1009 | -54803,538 | 206191,15 | 3,393 |
| 1010 | -54799,043 | 206192,98 | 3,554 |
| 1011 | -54789,343 | 206198,91 | 4,101 |
| 1012 | -54783,193 | 206170,35 | 3,674 |
| 1013 | -54791,616 | 206165,88 | 3,755 |
| 1014 | -54810,894 | 206159,66 | 1,685 |
| 1015 | -54834,041 | 206146,37 | 1,527 |
| 1016 | -54850,507 | 206137,35 | 1,368 |
| 1017 | -54879,154 | 206123,26 | 0,804 |
| 1018 | -54848,456 | 206061,09 | 0,768 |
| 1019 | -54824,345 | 206068,56 | 1,143 |
| 1020 | -54812,635 | 206072,44 | 1,009 |
| 1021 | -54807,049 | 206071,57 | 0,855 |
| 1022 | -54799,559 | 206072,58 | 1,027 |
| 1023 | -54775,069 | 206080,27 | 2,159 |
| 1024 | -54758,078 | 206083,79 | 3,668 |
| 1025 | -54750,547 | 206084,39 | 3,508 |
| 1026 | -54747,107 | 206085,82 | 3,861 |
| 1027 | -54727,133 | 206032 | 3,598 |
| 1028 | -54735,011 | 206029,25 | 3,82 |
| 1029 | -54761,17 | 206013,27 | 1,118 |
| 1030 | -54768,954 | 206009,31 | 0,878 |
| 1031 | -54777,017 | 206005,92 | 1,097 |
| 1032 | -54791,856 | 206001 | 1,203 |
| 1033 | -54821,315 | 205988,96 | 0,677 |
| 1034 | -54801,317 | 205952,47 | 0,783 |
| 1035 | -54760,583 | 205964,11 | 1,614 |
| 1036 | -54733,072 | 205972,43 | 2,41 |
| 1037 | -54723,128 | 205976,23 | 3,581 |
| 1038 | -54712,415 | 205979,39 | 3,351 |
| 1039 | -54705,111 | 205981,67 | 3,902 |
| 1040 | -54677,414 | 205908,78 | 4,286 |
| 1041 | -54686,242 | 205905,45 | 3,353 |
| 1042 | -54704,353 | 205898,5 | 2,61 |
| 1043 | -54740,267 | 205882,59 | 1,277 |
| 1044 | -54771,372 | 205866,92 | 0,688 |
| 1045 | -54755,076 | 205824,33 | 0,601 |
| 1046 | -54738,388 | 205827,88 | 0,864 |
| 1047 | -54703,82 | 205831,89 | 2,17 |
| 1048 | -54676,982 | 205835,31 | 3,352 |
| 1049 | -54667,015 | 205836,75 | 4,133 |
| 1050 | -54663,202 | 205836,83 | 4,273 |
| 1051 | -54624,288 | 205714,1 | 6,127 |
| 1052 | -54599,931 | 205718,35 | 15,487 |
| 1053 | -54624,069 | 205709,82 | 6,014 |
| 1054 | -54640,528 | 205706,11 | 4,062 |
| 1055 | -54647,053 | 205704,09 | 3,966 |
| 1056 | -54657,52 | 205702,2 | 3,171 |
| 1057 | -54666,865 | 205700,9 | 2,508 |
| 1058 | -54678,802 | 205699,2 | 2,382 |
| 1059 | -54698,95 | 205696,01 | 1,734 |
| 1060 | -54740,229 | 205688,21 | 0,73 |
| 1061 | -54722,176 | 205609,47 | 0,802 |
| 1062 | -54684,427 | 205616,24 | 1,732 |
| 1063 | -54653,994 | 205620,46 | 2,527 |
| 1064 | -54636,972 | 205623,28 | 3,522 |
| 1065 | -54632,412 | 205625,45 | 3,934 |
| 1066 | -54624,761 | 205629,32 | 4,061 |
| 1067 | -54613,338 | 205635,88 | 5,25 |
| 1068 | -54613,933 | 205523,04 | 4,066 |
| 1069 | -54621,237 | 205521,81 | 3,403 |
| 1070 | -54626,041 | 205521,16 | 3,183 |
| 1071 | -54640,355 | 205515,99 | 2,361 |
| 1072 | -54658,794 | 205511,62 | 1,985 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1073 | -54684,328 | 205505,3 | 1,336 |
| 1074 | -54711,749 | 205499,87 | 0,668 |
| 1075 | -54702,997 | 205456,59 | 0,733 |
| 1076 | -54673,729 | 205458,15 | 1,514 |
| 1077 | -54648,751 | 205460,15 | 2,057 |
| 1078 | -54632,034 | 205461,34 | 2,309 |
| 1079 | -54617,881 | 205464,03 | 3,462 |
| 1080 | -54611,133 | 205464,88 | 3,599 |
| 1081 | -54606,51 | 205465,39 | 4,097 |
| 1082 | -54597,067 | 205468,81 | 4,152 |
| 1083 | -54575,572 | 205474,29 | 5,721 |
| 1084 | -54557,687 | 205401,24 | 7,275 |
| 1085 | -54576,724 | 205401,39 | 5,657 |
| 1086 | -54593,192 | 205399,71 | 4,042 |
| 1087 | -54600,895 | 205399,44 | 3,893 |
| 1088 | -54607,94 | 205399,47 | 3,919 |
| 1089 | -54620,357 | 205400,77 | 3,37 |
| 1090 | -54630,933 | 205401,64 | 2,451 |
| 1091 | -54660,892 | 205401,64 | 1,828 |
| 1092 | -54682,737 | 205401,71 | 1,332 |
| 1093 | -54714,497 | 205400,08 | 0,523 |
| 1094 | -54626,7 | 205364,39 | 3,438 |
| 1095 | -54633,84 | 205364,66 | 3,029 |
| 1096 | -54650,257 | 205363,64 | 2,22 |
| 1097 | -54691,56 | 205362,39 | 1,465 |
| 1098 | -54705,814 | 205361,21 | 1,031 |
| 1099 | -54722,091 | 205362,1 | 0,634 |
| 1101 | -54620,949 | 205358,24 | 5,628 |
| 1102 | -54627,41 | 205357,97 | 5,777 |
| 1103 | -54545,747 | 205345,2 | 3,832 |
| 1104 | -54551,417 | 205343,07 | 3,278 |
| 1105 | -54564,278 | 205337,45 | 1,799 |
| 1106 | -54599,055 | 205321,77 | 1,169 |
| 1107 | -54616,841 | 205314 | 0,747 |
| 1108 | -54518,574 | 205271,83 | 4,102 |
| 1109 | -54531,512 | 205266,41 | 2,374 |
| 1110 | -54548,903 | 205261,33 | 1,347 |
| 1111 | -54573,301 | 205256,09 | 0,966 |
| 1112 | -54591,196 | 205253,42 | 0,607 |
| 1113 | -54504,49 | 205200,65 | 4,091 |
| 1114 | -54523,817 | 205197,8 | 2,063 |
| 1115 | -54549,04 | 205196,19 | 1,193 |
| 1116 | -54574,139 | 205192,42 | 0,604 |
| 1117 | -54571,682 | 205110,93 | 0,512 |
| 1118 | -54547,719 | 205109,46 | 1,193 |
| 1119 | -54514,374 | 205105,73 | 2,378 |
| 1120 | -54500,669 | 205104,42 | 4,067 |
| 1121 | -54505,091 | 205035,28 | 4,045 |
| 1122 | -54527,044 | 205036,08 | 1,932 |
| 1123 | -54544,635 | 205036,92 | 1,558 |
| 1124 | -54580,764 | 205038,79 | 0,427 |
| 1125 | -54581,479 | 204974,33 | 0,543 |
| 1126 | -54547,459 | 204971,29 | 1,565 |
| 1127 | -54536,834 | 204970,56 | 1,692 |
| 1128 | -54531,285 | 204969,78 | 1,571 |
| 1129 | -54512,711 | 204968,38 | 4,137 |
| 1130 | -54509,086 | 204889,61 | 7,704 |
| 1131 | -54526,983 | 204891,48 | 4,065 |
| 1132 | -54532,461 | 204892,54 | 3,44 |
| 1133 | -54545,732 | 204894,01 | 1,683 |
| 1134 | -54560,288 | 204896,01 | 1,63 |
| 1135 | -54591,508 | 204900,58 | 0,569 |
| 1136 | -54606,127 | 204814,41 | 0,648 |
| 1137 | -54584,403 | 204809,48 | 1,291 |
| 1138 | -54564,906 | 204807,05 | 1,591 |
| 1139 | -54563,935 | 204806,84 | 1,499 |
| 1140 | -54549,962 | 204805 | 3,165 |
| 1141 | -54541,451 | 204803,41 | 4,182 |
| 1142 | -54533,962 | 204802,27 | 5,235 |
| 1143 | -54523,751 | 204799,38 | 7,511 |
| 1144 | -54552,701 | 204720,52 | 4,268 |
| 1145 | -54580,616 | 204724,82 | 1,584 |
| 1146 | -54605,738 | 204728,65 | 1,007 |
| 1147 | -54623,451 | 204730,69 | 0,511 |
| 1148 | -54638,846 | 204644,51 | 0,449 |
| 1149 | -54612,055 | 204638,26 | 1,112 |
| 1150 | -54590,843 | 204632,01 | 1,604 |
| 1151 | -54580,412 | 204630,46 | 2,725 |
| 1152 | -54567,207 | 204627,79 | 4,154 |
| 1153 | -54557,184 | 204626,14 | 5,871 |
| 1154 | -54573,224 | 204527,41 | 6,37 |
| 1155 | -54583,416 | 204530,24 | 4,847 |
| 1156 | -54586,913 | 204530,85 | 3,937 |
| 1157 | -54607,684 | 204535,62 | 1,584 |
| 1158 | -54625,007 | 204540,4 | 1,213 |
| 1159 | -54651,259 | 204543,8 | 0,544 |
| 1160 | -54706,011 | 204363,73 | 0,332 |
| 1161 | -54680,812 | 204354,24 | 0,991 |
| 1162 | -54665,648 | 204347,83 | 1,43 |
| 1163 | -54651,628 | 204343,76 | 3,098 |
| 1164 | -54641,195 | 204340,76 | 4,048 |
| 1165 | -54620,305 | 204334,09 | 6,642 |
| 1166 | -54604,092 | 204328,06 | 10,766 |
| 1167 | -54649,468 | 204222,29 | 6,518 |
| 1168 | -54667,896 | 204224,88 | 3,862 |
| 1169 | -54661,341 | 204223,53 | 4,568 |
| 1170 | -54671,221 | 204224,57 | 3,5 |
| 1171 | -54678,256 | 204225,57 | 3,301 |
| 1172 | -54694,637 | 204227,68 | 1,721 |
| 1173 | -54699,78 | 204226,5 | 1,32 |
| 1174 | -54708,44 | 204236,45 | 0,879 |
| 1175 | -54720,713 | 204250,43 | 0,408 |
| 1176 | -54728,9 | 204258,04 | 0,32 |
| 1177 | -54701,748 | 204219,44 | 1,266 |
| 1178 | -54705,108 | 204219,85 | 1,055 |
| 1179 | -54710,244 | 204223,27 | 0,9 |
| 1180 | -54724,447 | 204233,12 | 0,344 |
| 1181 | -54729,669 | 204245,01 | 0,18 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1182 | -54739,786 | 204139,98 | 0,331 |
| 1183 | -54723,371 | 204135,99 | 1,001 |
| 1184 | -54708,924 | 204131,13 | 1,838 |
| 1185 | -54695,326 | 204127,35 | 3,11 |
| 1186 | -54684,585 | 204123,83 | 3,838 |
| 1187 | -54668,093 | 204121,63 | 6,101 |
| 1188 | -54678,341 | 204043,1 | 6,395 |
| 1189 | -54692,567 | 204046,12 | 4,218 |
| 1190 | -54701,146 | 204047,67 | 3,787 |
| 1191 | -54704,019 | 204048,09 | 3,473 |
| 1192 | -54710,574 | 204049 | 3,322 |
| 1193 | -54720,032 | 204050,83 | 2,557 |
| 1194 | -54736,207 | 204055,01 | 1,288 |
| 1195 | -54757,817 | 204061,32 | 0,232 |
| 1196 | -54788,923 | 203933,76 | 0,332 |
| 1197 | -54783,951 | 203933,6 | 0,554 |
| 1198 | -54782,016 | 203930,65 | 0,602 |
| 1199 | -54779,313 | 203932,99 | 0,702 |
| 1200 | -54780,677 | 203934,19 | 0,671 |
| 1201 | -54795,924 | 203909,73 | 0,303 |
| 1202 | -54783,602 | 203906,46 | 0,952 |
| 1203 | -54766,752 | 203904,64 | 1,703 |
| 1204 | -54762,732 | 203904,72 | 1,937 |
| 1205 | -54758,031 | 203899,64 | 2,437 |
| 1206 | -54756,58 | 203898,14 | 2,526 |
| 1207 | -54755,752 | 203898,64 | 2,59 |
| 1208 | -54755,704 | 203900,18 | 2,591 |
| 1209 | -54756,927 | 203901,24 | 2,445 |
| 1210 | -54746,436 | 203895,17 | 3,182 |
| 1211 | -54741,029 | 203894,43 | 3,132 |
| 1212 | -54734,042 | 203892,85 | 3,794 |
| 1213 | -54721,161 | 203891,33 | 3,668 |
| 1214 | -54710,361 | 203890,29 | 4,246 |
| 1215 | -54695,802 | 203887,68 | 5,557 |
| 1216 | -54701,951 | 203844,11 | 4,595 |
| 1217 | -54727,083 | 203843,78 | 3,51 |
| 1218 | -54744,051 | 203847,38 | 3,831 |
| 1219 | -54753,479 | 203848,03 | 3,066 |
| 1220 | -54761,474 | 203849,36 | 3,217 |
| 1221 | -54774,734 | 203851,37 | 1,987 |
| 1222 | -54811,86 | 203861,2 | 0,251 |
| 1223 | -54770,227 | 203797,69 | 4,747 |
| 1224 | -54766,131 | 203796,47 | 4,663 |
| 1228 | -54511,894 | 205345,4 | 15,741 |
| 1229 | -54511,981 | 205329,65 | 14,671 |
| 1230 | -54502,697 | 205307,31 | 14,539 |
| 1231 | -54492,073 | 205263,68 | 13,5 |
| 1232 | -54605,464 | 203641,23 | 12,324 |
| 1233 | -54612,827 | 203636,56 | 11,986 |
| 1234 | -54615,49 | 203622,32 | 9,949 |
| 1235 | -54619,524 | 203618,91 | 9,47 |
| 1236 | -54615,338 | 203591,31 | 7,076 |
| 1237 | -54609,059 | 203583,88 | 7,226 |
| 1238 | -54625,174 | 203594,27 | 2,622 |
| 1239 | -54642,35 | 203589,12 | 1,85 |
| 1240 | -54658,504 | 203583,96 | 1,414 |
| 1241 | -54688,417 | 203608,28 | 1,094 |
| 1242 | -54663,756 | 203618,81 | 1,756 |
| 1243 | -54641,995 | 203624,54 | 2,298 |
| 1244 | -54628,837 | 203628,58 | 2,964 |
| 1245 | -54623,412 | 203661,69 | 3,904 |
| 1246 | -54641,021 | 203658,84 | 2,934 |
| 1247 | -54655,667 | 203655,94 | 2,242 |
| 1248 | -54688,81 | 203646,89 | 1,683 |
| 1249 | -54713,512 | 203640,77 | 1,03 |
| 1250 | -54728,251 | 203677,79 | 1,148 |
| 1251 | -54705,846 | 203685,91 | 1,736 |
| 1252 | -54681,986 | 203693,6 | 2,178 |
| 1253 | -54658,942 | 203701,04 | 2,296 |
| 1254 | -54645,676 | 203704,73 | 3,621 |
| 1255 | -54635,461 | 203708,32 | 4,161 |
| 1256 | -54643,789 | 203734,6 | 4,427 |
| 1257 | -54650,184 | 203731,98 | 3,665 |
| 1258 | -54654,721 | 203729,8 | 3,613 |
| 1259 | -54665,21 | 203724,12 | 2,384 |
| 1260 | -54691,242 | 203715,48 | 2,338 |
| 1261 | -54709,603 | 203709,84 | 1,918 |
| 1262 | -54733,774 | 203702,77 | 1,252 |
| 1263 | -54749,523 | 203734,48 | 1,135 |
| 1264 | -54707,758 | 203751,31 | 2,547 |
| 1265 | -54684,831 | 203761,81 | 2,761 |
| 1266 | -54673,372 | 203766,93 | 3,413 |
| 1267 | -54657,735 | 203774,01 | 4,754 |
| 1268 | -54669,118 | 203797,05 | 4,567 |
| 1269 | -54682,445 | 203792,49 | 3,436 |
| 1270 | -54694,293 | 203787,5 | 3,318 |
| 1271 | -54708,842 | 203782,66 | 2,832 |
| 1272 | -54726,613 | 203776,47 | 2,623 |
| 1273 | -54764,63 | 203760,92 | 1,126 |
| 1274 | -54678,791 | 203871,01 | 11,301 |
| 1275 | -54677,259 | 203852,43 | 10,492 |
| 1276 | -54678,544 | 203848,32 | 10,865 |
| 1277 | -54672,307 | 203827,22 | 10,213 |
| 1278 | -54669,38 | 203817,58 | 10,098 |
| 1279 | -54662,316 | 203805,01 | 10,674 |
| 1280 | -54657,045 | 203795,74 | 11,475 |
| 1281 | -54627,848 | 203801,33 | 16,941 |
| 1282 | -54628,309 | 203800,92 | 16,915 |
| 1283 | -54647,383 | 203771,38 | 10,878 |
| 1284 | -54638,426 | 203753,13 | 10,935 |
| 1285 | -54634,648 | 203745,47 | 11,806 |
| 1286 | -54632,12 | 203737,08 | 11,14 |
| 1287 | -54623,109 | 203722,08 | 11,823 |
| 1288 | -54621,443 | 203715,96 | 12,113 |
| 1289 | -54619,482 | 203711,4 | 12,844 |
| 1290 | -54615,681 | 203706,73 | 14,654 |
| 1291 | -54611,325 | 203704,13 | 14,978 |
| 1292 | -54610,728 | 203701,45 | 14,739 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1293 | -54609,139 | 203693,52 | 14,827 |
| 1294 | -54610,988 | 203691,87 | 14,386 |
| 1295 | -54609,046 | 203681,1 | 13,402 |
| 1296 | -54607,091 | 203678,33 | 14,008 |
| 1297 | -54604,036 | 203677,56 | 13,547 |
| 1298 | -54601,483 | 203670,31 | 13,538 |
| 1299 | -54599,198 | 203663,72 | 13,079 |
| 1300 | -54596,661 | 203660,38 | 12,021 |
| 1301 | -54616,801 | 203648,59 | 4,232 |
| 1303 | -54842,365 | 207774,36 | 8,887 |
| 1304 | -54846,958 | 207787,72 | 7,902 |
| 1305 | -54853,136 | 207806,86 | 8,803 |
| 1306 | -54858,794 | 207821,69 | 9,264 |
| 1307 | -54851,863 | 207822,74 | 8,267 |
| 1308 | -54849,85 | 207830,75 | 7,607 |
| 1309 | -54851,415 | 207842,82 | 8,4 |
| 1310 | -54855,256 | 207851,41 | 9,322 |
| 1311 | -54860,182 | 207875,05 | 5,47 |
| 1312 | -54856,39 | 207876,92 | 3,681 |
| 1313 | -54847,19 | 207880,83 | 1,978 |
| 1314 | -54863,97 | 207912,24 | 4,283 |
| 1315 | -54863,541 | 207912,33 | 3,561 |
| 1316 | -54859,911 | 207913,24 | 2,908 |
| 1317 | -54856,3 | 207914,47 | 2,17 |
| 1318 | -54867,365 | 207933,42 | 4,433 |
| 1319 | -54866,95 | 207933,43 | 3,661 |
| 1320 | -54863,182 | 207935,17 | 2,926 |
| 1321 | -54860,484 | 207936,54 | 1,932 |
| 1322 | -54870,381 | 207960,81 | 3,837 |
| 1323 | -54863,766 | 207962,01 | 2,904 |
| 1324 | -54861,597 | 207962,36 | 1,875 |
| 1325 | -54861,558 | 207992,33 | 1,879 |
| 1326 | -54864,566 | 207992,78 | 2,701 |
| 1327 | -54880,17 | 207991,64 | 3,945 |
| 1328 | -54896,14 | 207988,09 | 4,345 |
| 1329 | -54912,792 | 207987,59 | 4,994 |
| 1330 | -54908,609 | 208012,02 | 4,883 |
| 1331 | -54891,854 | 208013,22 | 4,247 |
| 1332 | -54864,944 | 208014,13 | 2,58 |
| 1333 | -54862,729 | 208014,6 | 1,833 |
| 1334 | -54862,79 | 208044,33 | 1,802 |
| 1335 | -54866,67 | 208044,79 | 2,985 |
| 1336 | -54889,915 | 208049,04 | 4,525 |
| 1337 | -54874,388 | 208067,3 | 3,71 |
| 1338 | -54859,217 | 208082,87 | 3,045 |
| 1339 | -54858,463 | 208082,42 | 1,646 |
| 1340 | -54859,271 | 208091,14 | 1,708 |
| 1341 | -54861,124 | 208098,02 | 1,55 |
| 1342 | -54865,138 | 208106,93 | 1,483 |
| 1343 | -54875,483 | 208110,23 | 1,546 |
| 1344 | -54904,629 | 208131,71 | 1,587 |
| 1345 | -54920,893 | 208164,46 | 1,51 |
| 1346 | -54949,512 | 208184,43 | 1,646 |
| 1347 | -54998,814 | 208222,92 | 1,069 |
| 1348 | -55012,645 | 208214,84 | 1,327 |
| 1349 | -55020,566 | 208207,84 | 1,494 |
| 1350 | -55022,644 | 208196,14 | 1,208 |
| 1351 | -54993,364 | 208161,02 | 1,22 |
| 1352 | -54996,876 | 208159,09 | 0,955 |
| 1353 | -55017,185 | 208144,65 | 0,942 |
| 1354 | -54995,471 | 208138,7 | 1,022 |
| 1355 | -54985,858 | 208133,22 | 1,33 |
| 1356 | -54968,242 | 208110,94 | 1,261 |
| 1357 | -54956,166 | 208091,28 | 1,136 |
| 1358 | -54948,094 | 208081,07 | 1,127 |
| 1359 | -54942,558 | 208074,91 | 1,411 |
| 1360 | -54920,152 | 208050,31 | 1,855 |
| 1361 | -54908,618 | 208040,24 | 3,277 |
| 1362 | -54900,793 | 208033,71 | 4,821 |
| 1363 | -54935,372 | 208009,5 | 1,414 |
| 1364 | -54960,571 | 208004,82 | 0,942 |
| 1365 | -55000,293 | 207991 | 0,481 |
| 1366 | -55019,046 | 207930,56 | 0,521 |
| 1367 | -54985,619 | 207935,46 | 0,81 |
| 1368 | -54965,721 | 207938,19 | 0,758 |
| 1369 | -54942,229 | 207939,32 | 0,95 |
| 1370 | -54926,096 | 207939,87 | 3,09 |
| 1371 | -54914,537 | 207939,64 | 5,799 |
| 1372 | -54876,953 | 207907,6 | 5,939 |
| 1373 | -54874,323 | 207912,24 | 5,42 |
| 1374 | -54874,6 | 207914,01 | 4,971 |
| 1375 | -54880,3 | 207903,02 | 5,545 |
| 1376 | -54867,737 | 207862,75 | 6,426 |
| 1377 | -54880,469 | 207856,84 | 6,744 |
| 1378 | -54882,533 | 207856,1 | 6,247 |
| 1379 | -54888,687 | 207854,15 | 5,994 |
| 1380 | -54908,192 | 207848,69 | 6,742 |
| 1381 | -54910,053 | 207847,85 | 5,505 |
| 1382 | -54925,932 | 207844,3 | 2,532 |
| 1383 | -54939,634 | 207840,01 | 0,934 |
| 1384 | -54948 | 207837,64 | 0,525 |
| 1385 | -54995,426 | 207747,17 | 0,736 |
| 1386 | -54968,975 | 207751,36 | 1,075 |
| 1387 | -54928,477 | 207752,85 | 1,187 |
| 1388 | -54915,276 | 207754,68 | 3,166 |
| 1389 | -54901,788 | 207756,42 | 5,896 |
| 1390 | -54899,941 | 207756,93 | 6,714 |
| 1391 | -54881,157 | 207759,05 | 6,337 |
| 1392 | -54876,19 | 207759,58 | 7,229 |
| 1393 | -54861,655 | 207759,51 | 6,951 |
| 1394 | -54849,469 | 207760 | 7,47 |
| 1395 | -54849,17 | 207733,54 | 7,219 |
| 1396 | -54847,834 | 207733,9 | 8,249 |
| 1397 | -54855,068 | 207732,52 | 6,938 |
| 1398 | -54874,659 | 207726,96 | 7,367 |
| 1399 | -54879,07 | 207725,85 | 6,289 |
| 1400 | -54883,142 | 207724,44 | 6,233 |
| 1401 | -54897,694 | 207722,36 | 6,638 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1402 | -54900,429 | 207721,44 | 5,94 |
| 1403 | -54924,12 | 207718,15 | 1,813 |
| 1404 | -54931,114 | 207716,89 | 1,34 |
| 1405 | -54961,341 | 207712,81 | 1,189 |
| 1406 | -54987,306 | 207707,87 | 0,861 |
| 1407 | -54966,929 | 207658,33 | 0,581 |
| 1408 | -54956,424 | 207660,99 | 0,583 |
| 1409 | -54950,112 | 207661,91 | 0,823 |
| 1410 | -54927,83 | 207665,51 | 1,329 |
| 1411 | -54911,101 | 207667,07 | 3,285 |
| 1412 | -54894,493 | 207667,63 | 6,499 |
| 1413 | -54886,242 | 207667,8 | 6,373 |
| 1414 | -54876,958 | 207669,63 | 6,132 |
| 1415 | -54872,982 | 207670,04 | 6,486 |
| 1416 | -54866,806 | 207671,14 | 7,461 |
| 1417 | -54860,701 | 207672,02 | 7,662 |
| 1418 | -54851,467 | 207673,86 | 7,88 |
| 1419 | -54847,378 | 207638,4 | 7,851 |
| 1420 | -54861,352 | 207636,99 | 7,122 |
| 1421 | -54870,049 | 207636,21 | 6,907 |
| 1422 | -54875,847 | 207635,49 | 6,321 |
| 1423 | -54892,409 | 207633,14 | 6,421 |
| 1424 | -54894,195 | 207632,6 | 6,136 |
| 1425 | -54906,928 | 207630,43 | 3,552 |
| 1426 | -54921,889 | 207628,09 | 1,285 |
| 1427 | -54944,159 | 207622,65 | 1,329 |
| 1428 | -54975,034 | 207620,86 | 0,836 |
| 1429 | -54970,989 | 207528,09 | 0,294 |
| 1430 | -54948,748 | 207523,83 | 0,774 |
| 1431 | -54921,283 | 207524,07 | 1,638 |
| 1432 | -54891,335 | 207526,81 | 5,1 |
| 1433 | -54881,414 | 207527,59 | 5,978 |
| 1434 | -54869,321 | 207527,48 | 6,958 |
| 1435 | -54854,614 | 207529,68 | 7,324 |
| 1436 | -54843,521 | 207531,18 | 7,694 |
| 1437 | -54839,852 | 207490,27 | 7,771 |
| 1438 | -54859,501 | 207489 | 7,083 |
| 1439 | -54868,952 | 207488,47 | 6,893 |
| 1440 | -54881,128 | 207487,69 | 5,71 |
| 1441 | -54893,805 | 207487,99 | 5,651 |
| 1442 | -54901,521 | 207487,71 | 4,655 |
| 1443 | -54924,487 | 207486,65 | 1,792 |
| 1444 | -54942,087 | 207485,18 | 1,15 |
| 1445 | -54968,71 | 207480,85 | 1,345 |
| 1446 | -54986,566 | 207479,64 | 1,05 |
| 1447 | -54986,757 | 207426,54 | 1,096 |
| 1448 | -54966,169 | 207430,53 | 1,332 |
| 1449 | -54928,227 | 207437,25 | 1,615 |
| 1450 | -54910,431 | 207439,87 | 3,819 |
| 1451 | -54892,329 | 207440 | 5,301 |
| 1452 | -54883,042 | 207440,35 | 5,558 |
| 1453 | -54862,443 | 207441,63 | 7,091 |
| 1454 | -54846,576 | 207444,52 | 7,635 |
| 1455 | -54854,328 | 207396,89 | 7,333 |
| 1456 | -54864,849 | 207395,58 | 7,007 |
| 1457 | -54885,342 | 207393,58 | 5,516 |
| 1458 | -54902,632 | 207393,06 | 5,498 |
| 1459 | -54909,889 | 207393,76 | 4,406 |
| 1460 | -54927,604 | 207393 | 1,577 |
| 1461 | -54939,558 | 207391,8 | 1,311 |
| 1462 | -54957,02 | 207390,79 | 1,425 |
| 1463 | -54985,996 | 207385,23 | 0,978 |
| 1464 | -54969,675 | 207277,23 | 0,127 |
| 1465 | -54956,42 | 207283,45 | 0,241 |
| 1466 | -54948,08 | 207274,77 | 0,234 |
| 1467 | -54940,804 | 207273,58 | 0,728 |
| 1468 | -54920,012 | 207268,53 | 3,448 |
| 1469 | -54899,682 | 207267,4 | 5,889 |
| 1470 | -54887,244 | 207266,18 | 6,689 |
| 1471 | -54865,759 | 207264,57 | 7,731 |
| 1472 | -54842,962 | 207002,11 | 15,316 |
| 1473 | -54842,982 | 207002,24 | 15,311 |
| 1474 | -54838,794 | 206990,54 | 15,322 |
| 1475 | -54826,796 | 207751,37 | 9,834 |
| 1476 | -54839,829 | 207749,27 | 8,615 |
| 1477 | -54841,165 | 207748,92 | 7,585 |
| 1478 | -54847,065 | 207747,92 | 7,285 |
| 1479 | -54866,665 | 207742,32 | 7,714 |
| 1480 | -54871,065 | 207741,32 | 6,614 |
| 1481 | -54875,165 | 207740,32 | 6,514 |
| 1482 | -54889,715 | 207739,12 | 6,914 |
| 1483 | -54892,455 | 207738,92 | 6,214 |
| 1484 | -54916,145 | 207738,72 | 2,087 |
| 1485 | -54923,145 | 207738,52 | 1,617 |
| 1486 | -54953,415 | 207737,52 | 1,467 |
| 1487 | -54979,415 | 207737,52 | 1,067 |
| 1488 | -53765,6 | 201494,05 | 11,856 |
| 1489 | -53848,765 | 201776,01 | 7,98 |
| 1490 | -53765,6 | 201494,05 | 11,856 |
| 1491 | -53848,648 | 201775,63 | 8,144 |
| 1492 | -53848,648 | 201775,63 | 8,144 |
| 1493 | -53835,142 | 201501,34 | 1,755 |
| 1494 | -53832,715 | 201500,76 | 1,788 |
| 1495 | -53798,867 | 201496,48 | 5,652 |
| 1496 | -53780,015 | 201493,87 | 6,797 |
| 1497 | -53786,383 | 201466,56 | 6,992 |
| 1498 | -53798,462 | 201468,34 | 5,757 |
| 1499 | -53805,901 | 201469,33 | 5,945 |
| 1500 | -53805,902 | 201469,34 | 5,636 |
| 1501 | -53833,72 | 201469,79 | 1,772 |
| 1502 | -53840,037 | 201452,23 | 1,749 |
| 1503 | -53824,007 | 201449,98 | 3,272 |
| 1504 | -53804,362 | 201447,35 | 5,198 |
| 1505 | -53790,092 | 201445,84 | 7,536 |
| 1506 | -53796,551 | 201428 | 6,888 |
| 1507 | -53803,681 | 201428,71 | 5,804 |
| 1508 | -53810,68 | 201429,7 | 5,684 |
| 1509 | -53813,976 | 201429,43 | 5,031 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1510 | -53841,212 | 201431,99 | 1,735 |
| 1511 | -53851,669 | 201393,55 | 1,529 |
| 1512 | -53837,502 | 201387,65 | 3,088 |
| 1513 | -53819,824 | 201382,63 | 5,427 |
| 1514 | -53817,277 | 201381,96 | 5,666 |
| 1515 | -53809,344 | 201380,56 | 5,583 |
| 1516 | -53803,319 | 201379,58 | 6,371 |
| 1517 | -53805,436 | 201353,9 | 6,218 |
| 1518 | -53811,563 | 201353,66 | 5,384 |
| 1519 | -53824,341 | 201357,75 | 5,693 |
| 1520 | -53862,168 | 201364,42 | 1,487 |
| 1521 | -53883,665 | 201306,71 | 1,515 |
| 1522 | -53864,369 | 201303,78 | 2,626 |
| 1523 | -53842,113 | 201301 | 4,867 |
| 1524 | -53833,438 | 201299,06 | 5,317 |
| 1525 | -53819,397 | 201297,05 | 5,06 |
| 1526 | -53829,072 | 201262,75 | 4,864 |
| 1527 | -53827,251 | 201262,12 | 4,853 |
| 1528 | -53842,351 | 201263,62 | 5,018 |
| 1529 | -53871,907 | 201267,29 | 2,524 |
| 1530 | -53891,614 | 201267,96 | 1,741 |
| 1531 | -53931,488 | 201162,38 | 1,699 |
| 1532 | -53897,104 | 201153,59 | 2,415 |
| 1533 | -53859,736 | 201148,57 | 4,038 |
| 1534 | -53871,399 | 201150,71 | 3,669 |
| 1535 | -53871,399 | 201150,71 | 3,669 |
| 1536 | -53762,643 | 201494,18 | 11,968 |
| 1537 | -53839,01 | 201135,07 | 5,154 |
| 1538 | -53852,658 | 201136,24 | 4,042 |
| 1539 | -53864,129 | 201136,56 | 3,854 |
| 1540 | -53893,502 | 201136,99 | 2,608 |
| 1541 | -53931,698 | 201138,03 | 1,831 |
| 1542 | -53941,451 | 201078,21 | 1,617 |
| 1543 | -53897,602 | 201073,82 | 2,412 |
| 1544 | -53871,928 | 201071,03 | 3,252 |
| 1545 | -53854,186 | 201068,64 | 4,362 |
| 1546 | -53845,863 | 201066,68 | 5,626 |

Dez-04

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | -54797,7 | 207751,8 | 2,044 |
| 2 | -54810,3 | 207748,6 | 2,944 |
| 3 | -54821,4 | 207745,2 | 4,61 |
| 4 | -54827 | 207761,3 | 3,793 |
| 5 | -54817,5 | 207767,90 | 2,291 |
| 6 | -54812,6 | 207771,2 | 2,05 |
| 7 | -54835,2 | 207779,5 | 3,724 |
| 8 | -54826,9 | 207783,9 | 2,78 |
| 9 | -54823 | 207785,1 | 2,066 |
| 10 | -54822,9 | 207803,6 | 2,054 |
| 11 | -54828,1 | 207803,3 | 2,527 |
| 12 | -54832,5 | 207803,5 | 3,176 |
| 13 | -54843,5 | 207801,7 | 4,237 |
| 14 | -54845,2 | 207818,4 | 4,606 |
| 15 | -54821,7 | 207825,4 | 4,2 |
| 16 | -54816,5 | 207825,5 | 2,048 |
| 17 | -54816,6 | 207839,6 | 2,057 |
| 18 | -54819,5 | 207839,8 | 3,067 |
| 19 | -54820,4 | 207839,5 | 3,549 |
| 20 | -54821 | 207839,2 | 4,322 |
| 21 | -54821,6 | 207854,7 | 4,063 |
| 22 | -54820,1 | 207855,1 | 3,425 |
| 23 | -54819,9 | 207855,1 | 3,093 |
| 24 | -54816,7 | 207855,9 | 2,052 |
| 25 | -54816,9 | 207863,6 | 2,088 |
| 26 | -54820,7 | 207864,3 | 3,329 |
| 27 | -54819,4 | 207886,1 | 3,28 |
| 28 | -54842,9 | 207885,2 | 4,261 |
| 29 | -54814,4 | 207891,9 | 2,026 |
| 30 | -54813,3 | 207926,2 | 2,848 |
| 31 | -54810 | 207927,7 | 2,07 |
| 32 | -54809 | 207949 | 1,952 |
| 33 | -54811 | 207963,1 | 1,927 |
| 34 | -54821,6 | 207987,2 | 1,995 |
| 35 | -54833,5 | 207993,1 | 1,888 |
| 36 | -54841,8 | 207987 | 2,451 |
| 37 | -54870,2 | 207974,4 | 3,326 |
| 38 | -54879,7 | 207992,5 | 3,546 |
| 39 | -54866,2 | 208002,2 | 2,175 |
| 40 | -54848,9 | 208016 | 1,865 |
| 41 | -54858,3 | 208029,5 | 1,88 |
| 42 | -54860,9 | 208030,7 | 2,67 |
| 43 | -54877,3 | 208028,6 | 3,567 |
| 44 | -54895,5 | 208023,1 | 3,942 |
| 45 | -54909,7 | 208018 | 4,718 |
| 46 | -54916,7 | 208031,5 | 4,672 |
| 47 | -54901,4 | 208039,3 | 3,759 |
| 48 | -54887,3 | 208046,7 | 4,072 |
| 49 | -54861,1 | 208058 | 2,26 |
| 50 | -54860,6 | 208058,4 | 1,829 |
| 51 | -54867,5 | 208067 | 1,923 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 52 | -54868,4 | 208066,7 | 2,131 |
| 53 | -54896 | 208057,4 | 4,146 |
| 54 | -54907,9 | 208053,5 | 4,005 |
| 55 | -54924,9 | 208049,9 | 4,504 |
| 56 | -54920,9 | 208070,8 | 4,45 |
| 57 | -54900,1 | 208081,8 | 2,402 |
| 58 | -54881,7 | 208090,9 | 1,916 |
| 59 | -54892 | 208109,8 | 1,905 |
| 60 | -54908,9 | 208132,7 | 1,834 |
| 61 | -54935,2 | 208151,9 | 1,817 |
| 62 | -54942,9 | 208149,9 | 2,844 |
| 63 | -54941,8 | 208162,1 | 1,659 |
| 64 | -54948 | 208156,9 | 2,721 |
| 65 | -54955,1 | 208167,9 | 1,83 |
| 66 | -54955,1 | 208170,9 | 1,63 |
| 67 | -54982,7 | 208153,1 | 1,789 |
| 68 | -54985,7 | 208153,1 | 1,769 |
| 69 | -54967,7 | 208127,1 | 3,211 |
| 70 | -55003,6 | 208124,4 | 1,845 |
| 71 | -55006,6 | 208124,4 | 1,745 |
| 72 | -54994,2 | 208094,5 | 3,335 |
| 73 | -55034,4 | 208093,2 | 1,856 |
| 74 | -55036,4 | 208093,2 | 1,836 |
| 75 | -55058,5 | 208058,8 | 1,938 |
| 76 | -55060,5 | 208058,8 | 1,918 |
| 77 | -55068,5 | 208013,6 | 1,686 |
| 78 | -55070,5 | 208013,6 | 1,666 |
| 79 | -55055 | 207999,2 | 1,61 |
| 80 | -55056,5 | 207999,2 | 1,51 |
| 81 | -55044,3 | 208017,9 | 1,397 |
| 82 | -55045,5 | 208024,9 | 2,037 |
| 83 | -55043,9 | 208046,6 | 2,509 |
| 84 | -55035,9 | 208021,5 | 1,632 |
| 85 | -55014,8 | 208005,1 | 1,593 |
| 86 | -54977,4 | 208004,4 | 1,776 |
| 87 | -54960,6 | 208009,3 | 1,686 |
| 88 | -54964,1 | 208017,2 | 2,418 |
| 89 | -54953,6 | 208013,8 | 1,659 |
| 90 | -54952,9 | 208021,4 | 1,751 |
| 91 | -54955 | 208022 | 2,175 |
| 92 | -54951,2 | 208030,2 | 1,853 |
| 93 | -54958,7 | 208034,6 | 2,377 |
| 94 | -54978,3 | 208056,2 | 2,924 |
| 95 | -54973,2 | 208083,8 | 3,083 |
| 96 | -54955,5 | 208083,1 | 2,861 |
| 97 | -54952,8 | 208093,2 | 2,735 |
| 98 | -54944,1 | 208103,2 | 2,585 |
| 99 | -54943,1 | 208100,7 | 2,467 |
| 100 | -54942,5 | 208095,3 | 2,678 |
| 101 | -54946,3 | 208095,4 | 2,629 |
| 102 | -54948,6 | 208095,7 | 2,385 |
| 103 | -54951,5 | 208088 | 2,271 |
| 104 | -54948 | 208086,8 | 2,896 |
| 105 | -54948,9 | 208070,6 | 2,959 |
| 106 | -54951,6 | 208070,9 | 2,5 |
| 107 | -54954,4 | 208070,9 | 2,57 |
| 108 | -54956,1 | 208071 | 2,82 |
| 109 | -54952,9 | 208061,4 | 2,35 |
| 110 | -54946,9 | 208060,7 | 3,078 |
| 111 | -54923,9 | 208058,6 | 4,499 |
| 112 | -54922,4 | 208042,2 | 4,57 |
| 113 | -54937,2 | 208031,5 | 2,234 |
| 114 | -54924,3 | 208008,8 | 2,147 |
| 115 | -54908,5 | 208015,7 | 4,692 |
| 116 | -54899,3 | 208003,2 | 4,336 |
| 117 | -54916 | 207988,5 | 2,229 |
| 118 | -54927,5 | 207974,2 | 2,197 |
| 119 | -54934,3 | 207963,7 | 1,821 |
| 120 | -54917,7 | 207945,8 | 1,757 |
| 121 | -54897,3 | 207954,9 | 2,837 |
| 122 | -54869,2 | 207969,2 | 3,267 |
| 123 | -54865,1 | 207944,1 | 2,819 |
| 124 | -54857,2 | 207927,5 | 2,494 |
| 125 | -54856,1 | 207925,1 | 2,025 |
| 126 | -54855,8 | 207922,7 | 2,039 |
| 127 | -54853,1 | 207919,8 | 2,824 |
| 128 | -54868,1 | 207906,1 | 2,58 |
| 129 | -54869,8 | 207907,9 | 2,304 |
| 130 | -54875,5 | 207912,5 | 2,306 |
| 131 | -54885,7 | 207909,8 | 2,127 |
| 132 | -54894,5 | 207904,7 | 2,332 |
| 133 | -54918,2 | 207890,8 | 2,032 |
| 134 | -54929,6 | 207884,2 | 2,057 |
| 135 | -54945,8 | 207877,5 | 1,638 |
| 136 | -54948,8 | 207877,5 | 1,608 |
| 137 | -54928,2 | 207860,9 | 1,625 |
| 138 | -54913,2 | 207845,4 | 1,629 |
| 139 | -54909,1 | 207826,3 | 1,76 |
| 140 | -54909,8 | 207815,3 | 1,889 |
| 141 | -54926,3 | 207810,2 | 1,702 |
| 142 | -54913,9 | 207804,1 | 1,668 |
| 143 | -54905,5 | 207805 | 1,537 |
| 144 | -54897,8 | 207812,1 | 1,657 |
| 145 | -54893,5 | 207810,6 | 1,843 |
| 146 | -54905 | 207792,2 | 1,514 |
| 147 | -54907 | 207792,2 | 1,414 |
| 149 | -54905,2 | 207765,6 | 1,634 |
| 150 | -54903,5 | 207746,3 | 1,648 |
| 155 | -54869,1 | 207775,5 | 4,804 |
| 156 | -54894 | 207780,4 | 1,824 |
| 157 | -54900,7 | 207780,1 | 1,66 |
| 158 | -54878,6 | 207800,7 | 3,285 |
| 159 | -54863,8 | 207800,4 | 5,406 |
| 160 | -54861,3 | 207800,3 | 5,534 |
| 161 | -54857,6 | 207810 | 5,167 |
| 162 | -54857,6 | 207810,1 | 5,167 |
| 163 | -54864,2 | 207813,5 | 5,11 |
| 164 | -54860,9 | 207838,1 | 4,797 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 165 | -54858,1 | 207855,1 | 4,645 |
| 166 | -54847 | 207846,4 | 4,304 |
| 167 | -54853,7 | 207815,2 | 4,936 |
| 168 | -54847,4 | 207819,4 | 4,85 |
| 169 | -54845,5 | 207818,7 | 4,634 |
| 170 | -54845,2 | 207816,8 | 4,514 |
| 171 | -54844,9 | 207812,8 | 4,26 |
| 172 | -54848,7 | 207815,6 | 6,443 |
| 173 | -54851,3 | 207810,7 | 8,025 |
| 174 | -54853,1 | 207806,9 | 8,908 |
| 175 | -54855,2 | 207804,1 | 8,576 |
| 176 | -54851,6 | 207803,4 | 8,664 |
| 177 | -54851,6 | 207800,5 | 8,381 |

## Morfometria dos seixos

| | | | | Rio de Moínhos / Cepães | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | IA | ID | IE |
| | | | | (Wenthorth, 1922; Cailleux, 1945) | (Cailleux,1947) | (Krumbein, 1941) |
| **L** | **l** | **E** | **R** | **L+l/ 2E** | **2R/L** | **((l*E/L^2))^1/3** |
| 61 | 52 | 43 | 16 | 1,3 | 525 | 0,84 |
| 50 | 44 | 32 | 16 | 1,5 | 640 | 0,83 |
| 53 | 25 | 23 | 6 | 1,7 | 226 | 0,59 |
| 53 | 41 | 20 | 10 | 2,4 | 377 | 0,66 |
| 49 | 43 | 20 | 12 | 2,3 | 490 | 0,71 |
| 47 | 36 | 17 | 14 | 2,4 | 596 | 0,65 |
| 47 | 33 | 14 | 8 | 2,9 | 340 | 0,59 |
| 37 | 29 | 17 | 6 | 1,9 | 324 | 0,71 |
| 65 | 51 | 37 | 18 | 1,6 | 554 | 0,76 |
| 73 | 63 | 30 | 22 | 2,3 | 603 | 0,71 |
| 59 | 45 | 30 | 16 | 1,7 | 542 | 0,73 |
| 33 | 31 | 14 | 12 | 2,3 | 727 | 0,74 |
| 49 | 28 | 23 | 8 | 1,7 | 327 | 0,64 |
| 50 | 34 | 18 | 12 | 2,3 | 480 | 0,63 |
| 43 | 29 | 21 | 6 | 1,7 | 279 | 0,69 |
| 41 | 32 | 24 | 10 | 1,5 | 488 | 0,77 |
| 50 | 38 | 30 | 10 | 1,5 | 400 | 0,77 |
| 34 | 32 | 13 | 14 | 2,5 | 824 | 0,71 |
| 37 | 26 | 13 | 8 | 2,4 | 432 | 0,63 |
| 49 | 35 | 29 | 10 | 1,4 | 408 | 0,75 |
| 47 | 45 | 15 | 18 | 3,1 | 766 | 0,67 |
| 52 | 48 | 23 | 18 | 2,2 | 692 | 0,74 |
| 45 | 33 | 14 | 10 | 2,8 | 444 | 0,61 |
| 42 | 28 | 20 | 10 | 1,8 | 476 | 0,68 |
| 43 | 33 | 19 | 12 | 2 | 558 | 0,7 |
| 38 | 22 | 13 | 6 | 2,3 | 316 | 0,58 |
| 39 | 25 | 9 | 6 | 3,6 | 308 | 0,53 |
| 39 | 29 | 12 | 10 | 2,8 | 513 | 0,61 |
| 37 | 34 | 15 | 12 | 2,4 | 649 | 0,72 |
| 50 | 45 | 30 | 16 | 1,6 | 640 | 0,81 |
| 41 | 32 | 25 | 12 | 1,5 | 585 | 0,78 |
| 42 | 32 | 22 | 10 | 1,7 | 476 | 0,74 |
| 33 | 26 | 15 | 10 | 2 | 606 | 0,71 |
| 36 | 33 | 19 | 12 | 1,8 | 667 | 0,79 |
| 30 | 24 | 10 | 8 | 2,7 | 533 | 0,64 |
| 28 | 24 | 15 | 6 | 1,7 | 429 | 0,77 |
| 65 | 39 | 23 | 10 | 2,3 | 308 | 0,6 |
| 62 | 40 | 21 | 14 | 2,4 | 452 | 0,6 |
| 48 | 33 | 20 | 8 | 2 | 333 | 0,66 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 42 | 27 | 9 | 8 | 3,8 | 381 | 0,52 |
| 34 | 32 | 12 | 12 | 2,8 | 706 | 0,69 |
| 35 | 30 | 13 | 10 | 2,5 | 571 | 0,68 |
| 35 | 27 | 13 | 8 | 2,4 | 457 | 0,66 |
| 31 | 25 | 13 | 10 | 2,2 | 645 | 0,7 |
| 38 | 30 | 18 | 8 | 1,9 | 421 | 0,72 |
| 43 | 27 | 13 | 8 | 2,7 | 372 | 0,57 |
| 31 | 23 | 14 | 8 | 1,9 | 516 | 0,69 |
| 35 | 23 | 13 | 8 | 2,2 | 457 | 0,62 |
| 34 | 19 | 10 | 6 | 2,7 | 353 | 0,55 |
| 36 | 28 | 24 | 10 | 1,3 | 556 | 0,8 |
| 36 | 27 | 17 | 10 | 1,9 | 556 | 0,71 |
| 38 | 28 | 15 | 10 | 2,2 | 526 | 0,66 |
| 40 | 32 | 23 | 8 | 1,6 | 400 | 0,77 |
| 43 | 35 | 22 | 12 | 1,8 | 558 | 0,75 |
| 31 | 26 | 11 | 10 | 2,6 | 645 | 0,67 |
| 34 | 27 | 9 | 10 | 3,4 | 588 | 0,59 |
| 38 | 28 | 17 | 8 | 1,9 | 421 | 0,69 |
| 35 | 30 | 13 | 12 | 2,5 | 686 | 0,68 |
| 34 | 31 | 13 | 10 | 2,5 | 588 | 0,7 |
| 33 | 21 | 12 | 8 | 2,3 | 485 | 0,61 |
| 35 | 28 | 9 | 10 | 3,5 | 571 | 0,59 |
| 30 | 22 | 13 | 8 | 2 | 533 | 0,68 |
| 41 | 38 | 15 | 16 | 2,6 | 780 | 0,7 |
| 31 | 27 | 18 | 10 | 1,6 | 645 | 0,8 |
| 30 | 24 | 15 | 8 | 1,8 | 533 | 0,74 |
| 46 | 38 | 18 | 12 | 2,3 | 522 | 0,69 |
| 77 | 49 | 31 | 14 | 2 | 364 | 0,64 |
| 49 | 35 | 31 | 10 | 1,4 | 408 | 0,77 |
| 50 | 43 | 27 | 16 | 1,7 | 640 | 0,77 |
| 47 | 40 | 25 | 14 | 1,7 | 596 | 0,77 |
| 42 | 31 | 22 | 10 | 1,7 | 476 | 0,73 |
| 50 | 47 | 19 | 20 | 2,6 | 800 | 0,71 |
| 60 | 30 | 22 | 10 | 2 | 333 | 0,57 |
| 37 | 29 | 19 | 10 | 1,7 | 541 | 0,74 |
| 47 | 34 | 31 | 6 | 1,3 | 255 | 0,78 |
| 75 | 54 | 33 | 18 | 2 | 480 | 0,68 |
| 80 | 43 | 35 | 16 | 1,8 | 400 | 0,62 |
| 61 | 42 | 24 | 14 | 2,1 | 459 | 0,65 |
| 44 | 37 | 24 | 12 | 1,7 | 545 | 0,77 |
| 49 | 36 | 27 | 10 | 1,6 | 408 | 0,74 |
| 32 | 31 | 14 | 12 | 2,3 | 750 | 0,75 |
| 37 | 29 | 16 | 10 | 2,1 | 541 | 0,7 |
| 39 | 27 | 23 | 8 | 1,4 | 410 | 0,74 |
| 67 | 38 | 22 | 12 | 2,4 | 358 | 0,57 |
| 43 | 26 | 16 | 8 | 2,2 | 372 | 0,61 |
| 57 | 38 | 27 | 12 | 1,8 | 421 | 0,68 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 51 | 32 | 31 | 8 | 1,3 | 314 | 0,73 |
| 50 | 37 | 27 | 12 | 1,6 | 480 | 0,74 |
| 56 | 36 | 23 | 10 | 2 | 357 | 0,64 |
| 45 | 36 | 22 | 12 | 1,8 | 533 | 0,73 |
| 33 | 22 | 17 | 8 | 1,6 | 485 | 0,7 |
| 30 | 23 | 18 | 8 | 1,5 | 533 | 0,77 |
| 53 | 41 | 18 | 14 | 2,6 | 528 | 0,64 |
| 46 | 38 | 31 | 14 | 1,4 | 609 | 0,82 |
| 47 | 38 | 30 | 14 | 1,4 | 596 | 0,8 |
| 44 | 37 | 22 | 12 | 1,8 | 545 | 0,75 |
| 67 | 36 | 26 | 12 | 2 | 358 | 0,59 |
| 40 | 25 | 19 | 6 | 1,7 | 300 | 0,67 |
| 38 | 36 | 19 | 16 | 1,9 | 842 | 0,78 |
| 46 | 42 | 30 | 16 | 1,5 | 696 | 0,84 |
| 43 | 29 | 21 | 10 | 1,7 | 465 | 0,69 |
| 60 | 51 | 22 | 20 | 2,5 | 667 | 0,68 |
| 51 | 31 | 25 | 10 | 1,6 | 392 | 0,67 |
| 70 | 46 | 34 | 16 | 1,7 | 457 | 0,68 |
| 45 | 25 | 15 | 8 | 2,3 | 356 | 0,57 |
| 47 | 26 | 20 | 8 | 1,8 | 340 | 0,62 |
| 33 | 28 | 15 | 8 | 2 | 485 | 0,73 |
| 43 | 33 | 19 | 10 | 2 | 465 | 0,7 |
| 47 | 30 | 19 | 10 | 2 | 426 | 0,64 |
| 35 | 22 | 13 | 6 | 2,2 | 343 | 0,62 |
| 47 | 18 | 17 | 4 | 1,9 | 170 | 0,52 |
| 42 | 22 | 14 | 8 | 2,3 | 381 | 0,56 |
| 27 | 24 | 19 | 8 | 1,3 | 593 | 0,86 |
| 27 | 17 | 8 | 6 | 2,8 | 444 | 0,57 |
| 26 | 25 | 15 | 10 | 1,7 | 769 | 0,82 |
| 25 | 24 | 12 | 10 | 2 | 800 | 0,77 |
| 30 | 25 | 16 | 8 | 1,7 | 533 | 0,76 |
| | | | | | | |
| 72 | 40 | 24 | 10 | 2,3 | 278 | 0,6 |
| 67 | 54 | 27 | 18 | 2,2 | 537 | 0,7 |
| 82 | 64 | 39 | 18 | 1,9 | 439 | 0,7 |
| 86 | 55 | 30 | 16 | 2,4 | 372 | 0,6 |
| 67 | 53 | 32 | 20 | 1,9 | 597 | 0,7 |
| 79 | 58 | 32 | 20 | 2,1 | 506 | 0,7 |
| 67 | 56 | 38 | 18 | 1,6 | 537 | 0,8 |
| 71 | 42 | 34 | 12 | 1,7 | 338 | 0,7 |
| 67 | 48 | 24 | 16 | 2,4 | 478 | 0,6 |
| 68 | 54 | 35 | 16 | 1,7 | 471 | 0,7 |
| 68 | 59 | 28 | 22 | 2,3 | 647 | 0,7 |
| 57 | 46 | 21 | 16 | 2,5 | 561 | 0,7 |
| 81 | 46 | 29 | 18 | 2,2 | 444 | 0,6 |
| 67 | 63 | 38 | 22 | 1,7 | 657 | 0,8 |
| 76 | 67 | 38 | 24 | 1,9 | 632 | 0,8 |
| 67 | 45 | 35 | 16 | 1,6 | 478 | 0,7 |
| 52 | 41 | 23 | 10 | 2 | 385 | 0,7 |
| 41 | 38 | 22 | 14 | 1,8 | 683 | 0,8 |
| 51 | 43 | 15 | 12 | 3,1 | 471 | 0,6 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 90 | 48 | 22 | 14 | 3,1 | 311 | 0,5 |
| 52 | 37 | 28 | 12 | 1,6 | 462 | 0,7 |
| 47 | 30 | 20 | 10 | 1,9 | 426 | 0,6 |
| 43 | 31 | 24 | 10 | 1,5 | 465 | 0,7 |
| 45 | 30 | 13 | 10 | 2,9 | 444 | 0,6 |
| 66 | 52 | 28 | 16 | 2,1 | 485 | 0,7 |
| 51 | 46 | 28 | 10 | 1,7 | 392 | 0,8 |
| 47 | 36 | 26 | 14 | 1,6 | 596 | 0,8 |
| 45 | 40 | 36 | 14 | 1,2 | 622 | 0,9 |
| 53 | 47 | 17 | 18 | 2,9 | 679 | 0,7 |
| 45 | 31 | 21 | 10 | 1,8 | 444 | 0,7 |
| 35 | 27 | 18 | 10 | 1,7 | 571 | 0,7 |
| 46 | 39 | 18 | 16 | 2,4 | 696 | 0,7 |
| 42 | 33 | 20 | 12 | 1,9 | 571 | 0,7 |
| 35 | 30 | 16 | 12 | 2 | 686 | 0,7 |
| 32 | 24 | 9 | 8 | 3,1 | 500 | 0,6 |
| 56 | 38 | 19 | 14 | 2,5 | 500 | 0,6 |
| 38 | 32 | 18 | 12 | 1,9 | 632 | 0,7 |
| 46 | 34 | 30 | 12 | 1,3 | 522 | 0,8 |
| 40 | 29 | 23 | 10 | 1,5 | 500 | 0,7 |
| 40 | 36 | 15 | 12 | 2,5 | 600 | 0,7 |
| 45 | 20 | 15 | 6 | 2,2 | 267 | 0,5 |
| 44 | 39 | 18 | 12 | 2,3 | 545 | 0,7 |
| 38 | 31 | 22 | 12 | 1,6 | 632 | 0,8 |
| 42 | 23 | 20 | 6 | 1,6 | 286 | 0,6 |
| 43 | 20 | 11 | 6 | 2,9 | 279 | 0,5 |
| 33 | 22 | 9 | 8 | 3,1 | 485 | 0,6 |
| 30 | 20 | 12 | 6 | 2,1 | 400 | 0,6 |
| 33 | 30 | 10 | 12 | 3,2 | 727 | 0,7 |
| 59 | 49 | 30 | 16 | 1,8 | 542 | 0,8 |
| 56 | 46 | 26 | 12 | 2 | 429 | 0,7 |
| 32 | 25 | 12 | 10 | 2,4 | 625 | 0,7 |
| 29 | 25 | 18 | 6 | 1,5 | 414 | 0,8 |
| 32 | 23 | 13 | 6 | 2,1 | 375 | 0,7 |
| | | | | | | |
| 90 | 82 | 43 | 22 | 2 | 489 | 0,8 |
| 85 | 47 | 29 | 12 | 2,3 | 282 | 0,6 |
| 53 | 25 | 19 | 8 | 2,1 | 302 | 0,55 |
| 82 | 54 | 31 | 20 | 2,2 | 488 | 0,6 |
| 47 | 38 | 19 | 14 | 2,2 | 596 | 0,69 |
| 37 | 36 | 17 | 16 | 2,1 | 865 | 0,8 |
| 40 | 33 | 20 | 12 | 1,8 | 600 | 0,74 |
| 47 | 39 | 27 | 14 | 1,6 | 596 | 0,8 |
| 57 | 42 | 27 | 14 | 1,8 | 491 | 0,7 |
| 65 | 43 | 31 | 16 | 1,7 | 492 | 0,7 |
| 58 | 25 | 20 | 8 | 2,1 | 276 | 0,5 |
| 44 | 30 | 17 | 10 | 2,2 | 455 | 0,6 |
| 51 | 34 | 24 | 10 | 1,8 | 392 | 0,7 |
| 45 | 40 | 18 | 16 | 2,4 | 711 | 0,7 |
| 42 | 27 | 18 | 8 | 1,9 | 381 | 0,7 |
| 51 | 31 | 15 | 10 | 2,7 | 392 | 0,6 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 46 | 36 | 22 | 14 | 1,9 | 609 | 0,7 |
| 41 | 25 | 19 | 8 | 1,7 | 390 | 0,7 |
| 39 | 31 | 14 | 6 | 2,5 | 308 | 0,7 |
| 74 | 49 | 17 | 14 | 3,6 | 378 | 0,5 |
| 64 | 27 | 17 | 6 | 2,7 | 188 | 0,5 |
| 45 | 30 | 9 | 10 | 4,2 | 444 | 0,51 |
| 51 | 43 | 23 | 16 | 2 | 627 | 0,7 |
| 54 | 32 | 21 | 10 | 2 | 370 | 0,6 |
| 51 | 33 | 22 | 10 | 1,9 | 392 | 0,7 |
| 71 | 35 | 19 | 10 | 2,8 | 282 | 0,5 |
| 55 | 43 | 24 | 16 | 2 | 582 | 0,7 |
| 43 | 32 | 15 | 12 | 2,5 | 558 | 0,6 |
| 54 | 30 | 25 | 10 | 1,7 | 370 | 0,6 |
| 53 | 31 | 24 | 10 | 1,8 | 377 | 0,6 |
| 61 | 40 | 31 | 14 | 1,6 | 459 | 0,7 |
| 50 | 24 | 18 | 6 | 2,1 | 240 | 0,6 |
| 57 | 32 | 21 | 10 | 2,1 | 351 | 0,6 |
| 44 | 33 | 21 | 12 | 1,8 | 545 | 0,7 |
| 46 | 27 | 23 | 8 | 1,6 | 348 | 0,7 |
| 66 | 49 | 19 | 16 | 3 | 485 | 0,6 |
| 52 | 37 | 26 | 14 | 1,7 | 538 | 0,7 |
| 58 | 40 | 17 | 14 | 2,9 | 483 | 0,6 |
| 54 | 41 | 18 | 14 | 2,6 | 519 | 0,6 |
| 45 | 30 | 18 | 10 | 2,1 | 444 | 0,6 |
| 67 | 49 | 24 | 16 | 2,4 | 478 | 0,6 |
| 45 | 33 | 17 | 12 | 2,3 | 533 | 0,7 |
| 41 | 25 | 17 | 8 | 1,9 | 390 | 0,6 |
| 39 | 34 | 21 | 12 | 1,7 | 615 | 0,8 |
| 60 | 34 | 34 | 10 | 1,4 | 333 | 0,7 |
| 40 | 34 | 14 | 12 | 2,6 | 600 | 0,7 |
| 45 | 29 | 21 | 10 | 1,8 | 444 | 0,7 |
| 100 | 54 | 26 | 18 | 3 | 360 | 0,5 |
| 39 | 30 | 21 | 10 | 1,6 | 513 | 0,7 |
| 38 | 26 | 18 | 8 | 1,8 | 421 | 0,7 |
| 38 | 25 | 14 | 8 | 2,3 | 421 | 0,6 |
| 37 | 26 | 16 | 10 | 2 | 541 | 0,7 |
| 37 | 32 | 14 | 12 | 2,5 | 649 | 0,7 |
| 43 | 26 | 23 | 8 | 1,5 | 372 | 0,7 |
| 49 | 41 | 28 | 16 | 1,6 | 653 | 0,8 |
| 47 | 41 | 23 | 16 | 1,9 | 681 | 0,8 |
| 43 | 32 | 28 | 12 | 1,3 | 558 | 0,8 |
| 40 | 34 | 24 | 10 | 1,5 | 500 | 0,8 |
| 40 | 32 | 27 | 12 | 1,3 | 600 | 0,8 |
| 42 | 30 | 13 | 10 | 2,8 | 476 | 0,6 |
| 39 | 28 | 22 | 10 | 1,5 | 513 | 0,7 |
| 46 | 38 | 15 | 14 | 2,8 | 609 | 0,65 |
| 55 | 33 | 23 | 12 | 1,9 | 436 | 0,6 |
| 65 | 57 | 32 | 20 | 1,9 | 615 | 0,8 |
| 56 | 40 | 26 | 14 | 1,8 | 500 | 0,7 |
| 35 | 21 | 13 | 6 | 2,2 | 343 | 0,6 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 63 | 51 | 35 | 16 | 1,6 | 508 | 0,8 |
| 38 | 26 | 15 | 8 | 2,1 | 421 | 0,6 |
| 33 | 28 | 12 | 10 | 2,5 | 606 | 0,7 |
| 41 | 35 | 20 | 12 | 1,9 | 585 | 0,7 |
| 38 | 26 | 14 | 8 | 2,3 | 421 | 0,6 |
| 48 | 27 | 13 | 8 | 2,9 | 333 | 0,5 |
| 63 | 32 | 21 | 8 | 2,3 | 254 | 0,6 |
| 42 | 40 | 33 | 14 | 1,2 | 667 | 0,9 |
| 56 | 50 | 39 | 18 | 1,4 | 643 | 0,9 |
| 37 | 23 | 18 | 8 | 1,7 | 432 | 0,7 |
| 41 | 27 | 20 | 8 | 1,7 | 390 | 0,68 |
| 54 | 25 | 15 | 6 | 2,6 | 222 | 0,5 |
| 61 | 41 | 33 | 12 | 1,5 | 393 | 0,7 |
| 42 | 26 | 20 | 8 | 1,7 | 381 | 0,7 |
| 44 | 25 | 13 | 6 | 2,7 | 273 | 0,6 |
| 38 | 22 | 17 | 8 | 1,8 | 421 | 0,6 |
| 62 | 36 | 16 | 10 | 3,1 | 323 | 0,5 |
| 43 | 30 | 19 | 10 | 1,9 | 465 | 0,7 |
| 34 | 26 | 19 | 10 | 1,6 | 588 | 0,8 |
| 47 | 41 | 31 | 16 | 1,4 | 681 | 0,8 |
| 64 | 55 | 40 | 20 | 1,5 | 625 | 0,8 |
| 35 | 26 | 9 | 10 | 3,4 | 571 | 0,6 |
| 42 | 24 | 11 | 8 | 3 | 381 | 0,5 |
| 33 | 20 | 10 | 6 | 2,7 | 364 | 0,6 |
| 34 | 25 | 12 | 10 | 2,5 | 588 | 0,6 |
| 35 | 25 | 10 | 8 | 3 | 457 | 0,6 |
| 37 | 32 | 15 | 14 | 2,3 | 757 | 0,7 |
| 38 | 20 | 10 | 6 | 2,9 | 316 | 0,5 |
| 36 | 27 | 17 | 10 | 1,9 | 556 | 0,7 |
| 32 | 25 | 11 | 8 | 2,6 | 500 | 0,6 |
| 36 | 24 | 10 | 8 | 3 | 444 | 0,6 |
| 33 | 26 | 13 | 8 | 2,3 | 485 | 0,7 |
| 36 | 21 | 11 | 12 | 2,6 | 667 | 0,6 |
| 43 | 21 | 7 | 6 | 4,6 | 279 | 0,4 |
| 34 | 25 | 16 | 8 | 1,8 | 471 | 0,7 |
| 34 | 23 | 11 | 8 | 2,6 | 471 | 0,6 |
| 101 | 54 | 26 | 18 | 3 | 356 | 0,5 |
| 39 | 30 | 21 | 10 | 1,6 | 513 | 0,7 |
| 38 | 26 | 18 | 8 | 1,8 | 421 | 0,7 |
| 38 | 25 | 14 | 8 | 2,3 | 421 | 0,6 |
| 37 | 26 | 16 | 10 | 2 | 541 | 0,7 |
| 37 | 32 | 14 | 12 | 2,5 | 649 | 0,7 |
| 43 | 26 | 23 | 8 | 1,5 | 372 | 0,7 |
| 49 | 41 | 28 | 16 | 1,6 | 653 | 0,8 |
| | | | | | | |
| 80 | 60 | 47 | 20 | 1,5 | 500 | 0,76 |
| 68 | 49 | 42 | 20 | 1,4 | 588 | 0,76 |
| 64 | 52 | 39 | 20 | 1,5 | 625 | 0,79 |
| 68 | 47 | 26 | 12 | 2,2 | 353 | 0,64 |
| 47 | 38 | 28 | 12 | 1,5 | 511 | 0,78 |
| 62 | 33 | 28 | 6 | 1,7 | 194 | 0,62 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 48 | 32 | 23 | 10 | 1,7 | 417 | 0,68 |
| 37 | 26 | 11 | 8 | 2,9 | 432 | 0,59 |
| 38 | 25 | 18 | 10 | 1,8 | 526 | 0,68 |
| 48 | 32 | 23 | 12 | 1,7 | 500 | 0,68 |
| 41 | 32 | 21 | 10 | 1,7 | 488 | 0,74 |
| 47 | 43 | 27 | 16 | 1,7 | 681 | 0,81 |
| 41 | 37 | 23 | 16 | 1,7 | 780 | 0,8 |
| 50 | 30 | 17 | 8 | 2,4 | 320 | 0,59 |
| 32 | 27 | 15 | 10 | 2 | 625 | 0,73 |
| 38 | 25 | 17 | 8 | 1,9 | 421 | 0,67 |
| 44 | 35 | 30 | 12 | 1,3 | 545 | 0,82 |
| 45 | 39 | 30 | 12 | 1,4 | 533 | 0,83 |
| 41 | 37 | 27 | 14 | 1,4 | 683 | 0,84 |
| 38 | 30 | 22 | 8 | 1,5 | 421 | 0,77 |
| 35 | 22 | 12 | 6 | 2,4 | 343 | 0,6 |
| 30 | 20 | 19 | 8 | 1,3 | 533 | 0,75 |
| 36 | 23 | 14 | 8 | 2,1 | 444 | 0,63 |
| 27 | 17 | 10 | 6 | 2,2 | 444 | 0,62 |
| 30 | 20 | 10 | 6 | 2,5 | 400 | 0,61 |
| 32 | 22 | 12 | 6 | 2,3 | 375 | 0,64 |
| 30 | 25 | 19 | 10 | 1,4 | 667 | 0,81 |
| 35 | 27 | 17 | 12 | 1,8 | 686 | 0,72 |
| 31 | 26 | 9 | 10 | 3,2 | 645 | 0,62 |
| 27 | 23 | 6 | 10 | 4,2 | 741 | 0,57 |
| 26 | 16 | 9 | 6 | 2,3 | 462 | 0,6 |
| 27 | 22 | 13 | 10 | 1,9 | 741 | 0,73 |
| 44 | 37 | 13 | 10 | 3,1 | 455 | 0,63 |
| 41 | 22 | 10 | 8 | 3,2 | 390 | 0,51 |
| 46 | 30 | 22 | 10 | 1,7 | 435 | 0,68 |
| 46 | 22 | 14 | 4 | 2,4 | 174 | 0,53 |
| 41 | 25 | 17 | 8 | 1,9 | 390 | 0,63 |
| 28 | 24 | 8 | 10 | 3,3 | 714 | 0,63 |
| 29 | 19 | 9 | 6 | 2,7 | 414 | 0,59 |
| 29 | 26 | 17 | 8 | 1,6 | 552 | 0,81 |
| 27 | 24 | 14 | 10 | 1,8 | 741 | 0,77 |
| 28 | 18 | 10 | 6 | 2,3 | 429 | 0,61 |
| 27 | 18 | 12 | 6 | 1,9 | 444 | 0,67 |
| 27 | 21 | 15 | 8 | 1,6 | 593 | 0,76 |
| 29 | 23 | 18 | 8 | 1,4 | 552 | 0,79 |
| 28 | 19 | 9 | 6 | 2,6 | 429 | 0,6 |
| 27 | 16 | 9 | 6 | 2,4 | 444 | 0,58 |
| 26 | 17 | 12 | 6 | 1,8 | 462 | 0,67 |
| 25 | 20 | 7 | 8 | 3,2 | 640 | 0,61 |
| 26 | 17 | 8 | 6 | 2,7 | 462 | 0,59 |
| 27 | 16 | 6 | 6 | 3,6 | 444 | 0,51 |
| 25 | 19 | 6 | 8 | 3,7 | 640 | 0,57 |
| 24 | 23 | 8 | 10 | 2,9 | 833 | 0,68 |
| 23 | 20 | 9 | 8 | 2,4 | 696 | 0,7 |

## Outeiro

| L | l | E | L+l / 2E | Esferici. | R | 2R/L *10^3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 43 | 40 | 1,54 | 0,65 | 12 | 300 |
| 76 | 40 | 26 | 2,23 | 0,56 | 12 | 316 |
| 80 | 77 | 33 | 2,38 | 0,73 | 14 | 350 |
| 67 | 49 | 25 | 2,32 | 0,65 | 20 | 597 |
| 76 | 45 | 27 | 2,24 | 0,59 | 16 | 421 |
| 79 | 56 | 39 | 1,73 | 0,70 | 20 | 506 |
| 56 | 35 | 16 | 2,84 | 0,56 | 12 | 429 |
| 61 | 48 | 34 | 1,60 | 0,76 | 16 | 525 |
| 41 | 38 | 36 | 1,10 | 0,93 | 16 | 780 |
| 60 | 47 | 24 | 2,23 | 0,68 | 18 | 600 |
| 75 | 33 | 24 | 2,25 | 0,52 | 12 | 320 |
| 36 | 25 | 9 | 3,39 | 0,56 | 10 | 556 |
| 34 | 23 | 16 | 1,78 | 0,68 | 8 | 471 |
| 71 | 56 | 47 | 1,35 | 0,81 | 22 | 620 |
| 53 | 44 | 24 | 2,02 | 0,72 | 18 | 679 |
| 58 | 31 | 25 | 1,78 | 0,61 | 10 | 345 |
| 70 | 59 | 39 | 1,65 | 0,78 | 20 | 571 |
| 71 | 35 | 25 | 2,12 | 0,56 | 10 | 282 |
| 40 | 37 | 23 | 1,67 | 0,81 | 8 | 400 |
| 59 | 41 | 35 | 1,43 | 0,74 | 16 | 542 |
| 57 | 36 | 21 | 2,21 | 0,62 | 10 | 351 |
| 45 | 34 | 27 | 1,46 | 0,77 | 12 | 533 |
| 61 | 36 | 30 | 1,62 | 0,66 | 12 | 393 |
| 59 | 40 | 22 | 2,25 | 0,63 | 14 | 475 |
| 64 | 31 | 25 | 1,90 | 0,57 | 10 | 313 |
| 42 | 36 | 14 | 2,79 | 0,66 | 14 | 667 |
| 60 | 45 | 25 | 2,10 | 0,68 | 20 | 667 |
| 78 | 46 | 25 | 2,48 | 0,57 | 14 | 359 |
| 54 | 33 | 28 | 1,55 | 0,68 | 12 | 444 |
| 76 | 36 | 28 | 2,00 | 0,56 | 10 | 263 |
| 43 | 26 | 15 | 2,30 | 0,60 | 8 | 372 |
| 70 | 39 | 29 | 1,88 | 0,61 | 14 | 400 |
| 80 | 37 | 22 | 2,66 | 0,50 | 12 | 300 |
| 80 | 59 | 33 | 2,11 | 0,67 | 14 | 350 |
| 74 | 49 | 22 | 2,80 | 0,58 | 18 | 486 |
| 74 | 39 | 28 | 2,02 | 0,58 | 12 | 324 |
| 73 | 48 | 38 | 1,59 | 0,70 | 16 | 438 |
| 75 | 59 | 32 | 2,09 | 0,69 | 20 | 533 |
| 66 | 48 | 36 | 1,58 | 0,73 | 18 | 545 |
| 78 | 47 | 35 | 1,79 | 0,65 | 16 | 410 |
| 78 | 42 | 38 | 1,58 | 0,64 | 14 | 359 |
| 51 | 24 | 16 | 2,34 | 0,53 | 8 | 314 |
| 63 | 47 | 34 | 1,62 | 0,74 | 12 | 381 |
| 65 | 34 | 18 | 2,75 | 0,53 | 12 | 369 |
| 70 | 40 | 27 | 2,04 | 0,60 | 12 | 343 |
| 66 | 49 | 17 | 3,38 | 0,58 | 18 | 545 |
| 34 | 31 | 23 | 1,41 | 0,85 | 12 | 706 |
| 42 | 36 | 29 | 1,34 | 0,84 | 12 | 571 |
| 76 | 41 | 33 | 1,77 | 0,62 | 12 | 316 |
| 72 | 53 | 34 | 1,84 | 0,70 | 20 | 556 |
| 44 | 36 | 29 | 1,38 | 0,81 | 12 | 545 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 57 | 48 | 37 | 1,42 | 0,82 | 18 | 632 |
| 39 | 28 | 25 | 1,34 | 0,77 | 8 | 410 |
| 35 | 24 | 21 | 1,40 | 0,74 | 8 | 457 |
| 40 | 28 | 16 | 2,13 | 0,65 | 8 | 400 |
| 39 | 35 | 13 | 2,85 | 0,67 | 14 | 718 |
| 75 | 51 | 28 | 2,25 | 0,63 | 18 | 480 |
| 50 | 29 | 22 | 1,80 | 0,63 | 8 | 320 |
| 48 | 41 | 26 | 1,71 | 0,77 | 10 | 417 |
| 74 | 51 | 34 | 1,84 | 0,68 | 14 | 378 |
| 42 | 33 | 18 | 2,08 | 0,70 | 12 | 571 |
| 66 | 49 | 41 | 1,40 | 0,77 | 18 | 545 |
| 60 | 36 | 26 | 1,85 | 0,64 | 12 | 400 |
| 38 | 28 | 14 | 2,36 | 0,65 | 12 | 632 |
| 80 | 38 | 26 | 2,27 | 0,54 | 12 | 300 |
| 60 | 21 | 16 | 2,53 | 0,45 | 6 | 200 |
| 58 | 51 | 39 | 1,40 | 0,84 | 16 | 552 |
| 57 | 39 | 13 | 3,69 | 0,54 | 14 | 491 |
| 80 | 46 | 30 | 2,10 | 0,60 | 14 | 350 |
| 41 | 28 | 13 | 2,65 | 0,60 | 8 | 390 |
| 65 | 42 | 23 | 2,33 | 0,61 | 10 | 308 |
| 49 | 39 | 32 | 1,38 | 0,80 | 12 | 490 |
| 68 | 42 | 25 | 2,20 | 0,61 | 14 | 412 |
| 49 | 34 | 23 | 1,80 | 0,69 | 10 | 408 |
| 41 | 24 | 18 | 1,81 | 0,64 | 8 | 390 |
| 31 | 20 | 14 | 1,82 | 0,66 | 6 | 387 |
| 62 | 46 | 33 | 1,64 | 0,73 | 16 | 516 |
| 48 | 42 | 35 | 1,29 | 0,86 | 14 | 583 |
| 54 | 41 | 31 | 1,53 | 0,76 | 14 | 519 |
| 48 | 26 | 20 | 1,85 | 0,61 | 8 | 333 |
| 49 | 22 | 15 | 2,37 | 0,52 | 6 | 245 |
| 48 | 34 | 30 | 1,37 | 0,76 | 6 | 250 |
| 50 | 28 | 25 | 1,56 | 0,65 | 10 | 400 |
| 36 | 30 | 13 | 2,54 | 0,67 | 12 | 667 |
| 59 | 27 | 17 | 2,53 | 0,51 | 6 | 203 |
| 57 | 29 | 16 | 2,69 | 0,52 | 8 | 281 |
| 62 | 32 | 15 | 3,13 | 0,50 | 8 | 258 |
| 38 | 23 | 20 | 1,53 | 0,68 | 8 | 421 |
| 44 | 32 | 28 | 1,36 | 0,77 | 10 | 455 |
| 39 | 36 | 14 | 2,68 | 0,69 | 16 | 821 |
| 51 | 43 | 33 | 1,42 | 0,82 | 12 | 471 |
| 66 | 58 | 31 | 2,00 | 0,74 | 24 | 727 |
| 59 | 41 | 35 | 1,43 | 0,74 | 12 | 407 |
| 75 | 53 | 40 | 1,60 | 0,72 | 18 | 480 |
| 34 | 23 | 16 | 1,78 | 0,68 | 8 | 471 |
| 39 | 35 | 13 | 2,85 | 0,67 | 14 | 718 |
| 41 | 38 | 28 | 1,41 | 0,86 | 14 | 683 |
| 48 | 43 | 27 | 1,69 | 0,80 | 18 | 750 |
| 41 | 28 | 13 | 2,65 | 0,60 | 8 | 390 |
| 36 | 26 | 17 | 1,82 | 0,70 | 10 | 556 |
| 43 | 35 | 29 | 1,34 | 0,82 | 12 | 558 |
| 41 | 39 | 21 | 1,90 | 0,79 | 14 | 683 |
| 63 | 37 | 25 | 2,00 | 0,62 | 10 | 317 |
| 54 | 34 | 26 | 1,69 | 0,67 | 8 | 296 |

**Classificação dos sedimentos colhidos nas praias do litoral de Esposende, em função dos estatísticos dos momentos (Ø)( Folk-Ward, 1957) e em função da composição dimensional (%) (Shepard, 1954).**

**Foz do Neiva**

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | FN BERMA | FN(3) BERMA | FN F.P. perfil 3 | FW F. DA PRAIA |
|---|---|---|---|---|
| Média | 0,80 | 0,92 | 1,43 | 0,53 |
| Desvio Padrão | 0,64 | 0,55 | 0,49 | 0,87 |
| Assimetria | -2,24 | 0,44 | -0,95 | -1,23 |
| Acuidade | 17,70 | 3,23 | 5,83 | 6,68 |

%

| Amostras | FN BERMA | FN(3) BERMA | FN F.P. perfil 3 | FW F. DA PRAIA |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 1,03 | 0,00 | 0,09 | 3,63 |
| Areia | 98,97 | 100,00 | 99,91 | 96,37 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

**Belinho**

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | Be/est2 | Be/OG/Fe.seixos | ES/Berma | Pas/CB |
|---|---|---|---|---|
| Média | -0,17 | 1,08 | 1,35 | 0,03 |
| Desvio Padrão | 1,48 | 0,73 | 0,59 | 0,80 |
| Assimetria | -1,06 | -3,20 | -1,27 | 0,17 |
| Acuidade | 2,98 | 18,73 | 7,12 | 2,74 |

Composição Dimensional %

| Amostras | Be/est2 | Be/OG/Fe.seixos | ES/Berma | Pas/CB |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 20,66 | 2,19 | 0,68 | 7,76 |
| Areia | 79,34 | 97,81 | 99,32 | 92,24 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

**Esposende**

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | Be-03-Ab | Fp-03-Ab | Far/Cberma | Pas/B(SW) |
|---|---|---|---|---|
| Média | 0,83 | -1,45 | 0,30 | 0,40 |
| Desvio Padrão | 0,55 | 0,41 | 0,77 | 0,92 |
| Assimetria | -0,21 | 2,38 | -0,13 | -0,44 |
| Acuidade | 3,94 | 13,69 | 2,46 | 2,17 |

Composição Dimensional %

| Amostras | Be-03-Ab | Fp-03-Ab | Far/Cberma | Pas/B(SW) |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 0,24 | 93,00 | 3,01 | 8,30 |
| Areia | 99,76 | 7,00 | 96,99 | 91,70 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | Ba-03-Ab | Farol/face.praia | FA/13 | Pass/Berma |
|---|---|---|---|---|
| Média | 1,30 | -0,32 | 0,53 | 0,27 |
| Desvio Padrão | 0,40 | 0,71 | 0,71 | 0,79 |
| Assimetria | -0,55 | 0,32 | -0,54 | 0,31 |
| Acuidade | 5,81 | 2,98 | 3,80 | 2,85 |

Composição Dimensional %

| Amostras | Ba-03-Ab | Farol/face.praia | FA/13 | Pass/Berma |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 0,05 | 16,16 | 2,58 | 3,23 |
| Areia | 99,95 | 83,84 | 97,40 | 96,68 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

**Esposende -farol**

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | Fa.Enn/Berma | Pass/Face.praia |
|---|---|---|
| Média | 0,73 | 0,94 |
| Desvio Padrão | 0,75 | 0,71 |
| Assimetria | -1,56 | -1,82 |
| Acuidade | 6,59 | 7,87 |

Composição Dimensional %

| Amostras | Fa.Enn/Berma | Pass/Face.praia |
|---|---|---|
| Seixos | 3,58 | 3,04 |
| Areia | 96,42 | 96,96 |
| Limo | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 |

**Restinga**

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | 12/E0 BANCO | 12/E1 BANCO | 12/E0 DGR | 12/E1 DGR |
|---|---|---|---|---|
| Média | 1,23 | 0,77 | 1,07 | 0,10 |
| Desvio Padrão | 0,61 | 0,85 | 1,01 | 1,19 |
| Assimetria | -1,12 | -0,97 | -1,73 | 0,02 |
| Acuidade | 7,87 | 3,94 | 6,49 | 1,49 |

%

| Amostras | 12/E0 BANCO | 12/E1 BANCO | 12/E0 DGR | 12/E1 DGR |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 0,60 | 4,66 | 6,43 | 29,81 |
| Areia | 99,40 | 95,34 | 93,57 | 70,19 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

| Amostras | 12/E0FP | 12/E1FP | 12/E2FP |
|---|---|---|---|
| Média | 0,01 | 0,66 | -0,17 |
| Desvio Padrão | 0,73 | 0,73 | 0,92 |
| Assimetria | 0,19 | -0,31 | 0,19 |
| Acuidade | 2,62 | 3,65 | 2,21 |

%

| Amostras | 12/E0FP | 12/E1FP | 12/E2FP |
|---|---|---|---|
| Seixos | 6,29 | 1,05 | 19,04 |
| Areia | 93,71 | 98,95 | 80,96 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | 12/E0S | 12/E16 | 12/E4 F PRAIA |
|---|---|---|---|
| Média | 0,31 | 0,26 | 0,02 |
| Desvio Padrão | 1,42 | 1,40 | 1,20 |
| Assimetria | -1,40 | -1,07 | -0,28 |
| Acuidade | 3,81 | 2,96 | 1,85 |

| Amostras | 12/E0S | 12/E16 | 12/E4 F PRAIA |
|---|---|---|---|
| Seixos | 15,82 | 18,65 | 26,14 |
| Areia | 84,18 | 81,35 | 73,86 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | AB1 | AB2 | AB3 | AB4 |
|---|---|---|---|---|
| Média | 1,40 | -0,95 | 0,06 | 0,11 |
| Desvio Padrão | 0,47 | 1,86 | 0,68 | 0,98 |
| Assimetria | -0,72 | 0,27 | 0,56 | 0,06 |
| Acuidade | 5,39 | 1,41 | 2,85 | 2,46 |

%

| Amostras | AB1 | AB2 | AB3 | AB4 |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 0,10 | 54,73 | 2,18 | 12,46 |
| Areia | 99,90 | 45,27 | 97,82 | 87,54 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | ABF1 | ABY4 | B1A |
|---|---|---|---|
| Média | 0,70 | 0,50 | 0,09 |
| Desvio Padrão | 0,74 | 0,96 | 1,08 |
| Assimetria | -0,54 | -0,39 | -0,03 |
| Acuidade | 3,36 | 2,04 | 1,84 |

%

| Amostras | ABF1 | ABY4 | B1A |
|---|---|---|---|
| Seixos | 2,10 | 6,86 | 21,68 |
| Areia | 97,90 | 93,14 | 78,32 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | AC1 | AC2 | AC3 | AC4 |
|---|---|---|---|---|
| Média | -0,17 | -0,12 | -0,59 | -0,57 |
| Desvio Padrão | 0,86 | 0,95 | 0,88 | 0,67 |
| Assimetria | -0,05 | -0,25 | 0,41 | 0,54 |
| Acuidade | 2,70 | 2,34 | 2,56 | 3,29 |

%

| Amostras | AC1 | AC2 | AC3 | AC4 |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 16,28 | 21,55 | 37,17 | 28,35 |
| Areia | 83,72 | 78,45 | 62,83 | 71,65 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | AF2 | AF2 | AF3 | AF4 |
|---|---|---|---|---|
| Média | 1,42 | 0,73 | 0,93 | 1,04 |
| Desvio Padrão | 0,47 | 0,79 | 0,49 | 0,67 |
| Assimetria | -1,22 | -0,75 | -0,30 | -1,11 |
| Acuidade | 8,62 | 3,46 | 3,44 | 4,88 |

%

| Amostras | AF2 | AF2 | AF3 | AF4 |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 0,30 | 3,02 | 0,03 | 1,21 |
| Areia | 99,70 | 96,98 | 99,97 | 98,79 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | BANCO 0 | BANCO 1 | BANCO 2 | BANCO 3 | BANCO 4 | BANCO 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Média | 1,45 | 1,29 | 1,27 | 1,50 | 1,50 | 1,48 |
| Desvio Padrão | 0,64 | 0,59 | 0,64 | 0,64 | 0,57 | 0,56 |
| Assimetria | -1,00 | -0,80 | -1,09 | -1,38 | -1,33 | -1,22 |
| Acuidade | 6,94 | 5,01 | 5,92 | 7,40 | 8,82 | 8,41 |

%

| Amostras | BANCO 0 | BANCO 1 | BANCO 2 | BANCO 3 | BANCO 4 | BANCO 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seixos | 0,63 | 0,30 | 0,75 | 0,87 | 0,56 | 0,50 |
| Areia | 99,37 | 99,70 | 99,25 | 99,13 | 99,44 | 99,50 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | BERMA 0 | BERMA 1 | BERMA 2 | BERMA 3 | BERMA 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Média | 0,56 | 0,39 | 0,94 | 0,15 | 0,90 |
| Desvio Padrão | 0,84 | 0,88 | 0,78 | 0,99 | 0,63 |
| Assimetria | -0,76 | -0,17 | -1,00 | 0,16 | -0,45 |
| Acuidade | 3,28 | 2,47 | 3,89 | 2,08 | 3,96 |

%

| Amostras | BERMA 0 | BERMA 1 | BERMA 2 | BERMA 3 | BERMA 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Seixos | 5,22 | 6,25 | 2,58 | 13,28 | 0,53 |
| Areia | 94,78 | 93,75 | 97,42 | 86,72 | 99,47 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | F.PRAIA0 | F.PRAIA1 | F.PRAIA 2 | F. PRAIA 3 | F. PRAIA 4 | F.PRAIA 5 | F. PRAIA 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Média | -0,20 | 0,77 | 1,06 | 0,63 | 0,35 | -0,82 | 0,62 |
| Desvio Padrão | 1,14 | 0,95 | 0,70 | 1,12 | 1,17 | 1,15 | 0,83 |
| Assimetria | 0,48 | -0,91 | -1,74 | -0,88 | -0,58 | 0,56 | -1,05 |
| Acuidade | 1,80 | 2,97 | 6,80 | 2,75 | 2,22 | 2,62 | 4,15 |

%

| Amostras | F. PRAIA 0 | F. PRAIA 1 | F.PRAIA 2 | F. PRAIA 3 | F. PRAIA 4 | F.PRAIA 5 | F. PRAIA 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Seixos | 30,82 | 6,48 | 2,66 | 13,02 | 17,52 | 48,73 | 5,89 |
| Areia | 69,18 | 93,52 | 97,34 | 86,98 | 82,48 | 51,27 | 94,11 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | BF1 | BF2 | F.P | D6 |
|---|---|---|---|---|
| Média | -0,11 | 0,24 | 1,25 | 1,19 |
| Desvio Padrão | 0,91 | 0,90 | 0,37 | 0,43 |
| Assimetria | 0,30 | 0,06 | -0,35 | -1,12 |
| Acuidade | 3,84 | 2,83 | 5,10 | 9,29 |

%

| Amostras | BF1 | BF2 | F.P | D6 |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 15,99 | 7,08 | 0,00 | 0,13 |
| Areia | 83,74 | 92,92 | 100,00 | 99,87 |
| Limo | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | 12/CC0 | CC1 | CC2 | CC3 | CC4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Média | 0,67 | 0,31 | 0,89 | 0,74 | 0,65 |
| Desvio Padrão | 0,77 | 0,80 | 0,77 | 0,87 | 0,43 |
| Assimetria | -0,69 | -0,21 | -1,33 | -1,12 | 0,29 |
| Acuidade | 3,07 | 2,27 | 5,28 | 3,49 | 3,19 |

%

| Amostras | CC0 | CC1 | CC2 | CC3 | CC4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Seixos | 3,43 | 5,88 | 2,78 | 7,81 | 0,00 |
| Areia | 96,57 | 94,12 | 97,22 | 92,19 | 100,00 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | E03B | E3FP | E2B | E4B |
|---|---|---|---|---|
| Média | 0,53 | -0,80 | 0,23 | 0,86 |
| Desvio Padrão | 0,79 | 1,24 | 1,12 | 0,79 |
| Assimetria | -0,33 | 1,08 | -0,55 | -1,20 |
| Acuidade | 2,76 | 2,73 | 2,22 | 4,75 |

%

| Amostras | E03B | E3FP | E2B | E4B |
|---|---|---|---|---|
| Seixos | 2,38 | 69,10 | 19,92 | 3,54 |
| Areia | 97,62 | 30,90 | 80,08 | 96,46 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | E2 DGR | E3 DGR | E4 DGR |
|---|---|---|---|
| Média | -0,02 | -0,29 | 0,06 |
| Desvio Padrão | 1,59 | 1,37 | 1,05 |
| Assimetria | -0,38 | 0,32 | 0,01 |
| Acuidade | 1,53 | 1,58 | 1,93 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | REGUEIRA 0 | REGUEIRA 1 | REGUEIRA2 | REGUEIRA 3 | REGUEIRA 4 | REGUEIRA 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Média | 1,73 | 1,10 | 1,01 | 0,90 | 1,32 | 1,31 |
| Desvio Padrão | 0,53 | 0,69 | 0,63 | 0,68 | 0,58 | 0,57 |
| Assimetria | -1,15 | -1,75 | -0,81 | -0,70 | -1,43 | -0,97 |
| Acuidade | 7,67 | 9,29 | 4,40 | 3,92 | 7,83 | 5,39 |

%

| Amostras | REGUEIRA 0 | REGUEIRA 1 | REGUEIRA 2 | REGUEIRA 3 | REGUEIRA 4 | REGUEIRA 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seixos | 0,23 | 1,43 | 0,85 | 0,87 | 0,69 | 0,33 |
| Areia | 99,77 | 98,57 | 99,15 | 99,13 | 99,31 | 99,67 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

**Banco rio**

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | E2 | E2 RIO | BERMA | B5 |
|---|---|---|---|---|
| Média | 0,69 | 0,03 | 0,70 | 0,29 |
| Desvio Padrão | 1,16 | 0,94 | 0,45 | 1,11 |
| Assimetria | -0,94 | -0,90 | 0,69 | -0,16 |
| Acuidade | 3,63 | 3,29 | 3,06 | 1,89 |

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | E2 BANCO | E3 BANCO | E4 BANCO |
|---|---|---|---|
| Média | 1,04 | 1,44 | -0,31 |
| Desvio Padrão | 0,72 | 0,56 | 1,17 |
| Assimetria | -1,23 | -0,75 | 0,48 |
| Acuidade | 5,41 | 5,77 | 2,36 |

%

| Amostras | E2 BANCO | E3 BANCO | E4 BANCO |
|---|---|---|---|
| Seixos | 1,88 | 0,28 | 33,71 |
| Areia | 98,12 | 99,72 | 66,29 |
| Limo | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

**Praia da Bonança**

Estatísticos dos Momentos (Ø)

| Amostras | fp | BONANÇA |
|---|---|---|
| Média | 0,86 | 2,06 |
| Desvio Padrão | 0,59 | 0,52 |
| Assimetria | -0,58 | -0,67 |
| Acuidade | 3,26 | 3,77 |

%

| Amostras | FP | BONANÇA |
|---|---|---|
| Seixos | 0,24 | 0,00 |
| Areia | 99,76 | 100,00 |
| Limo | 0,00 | 0,00 |
| Argila | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 |