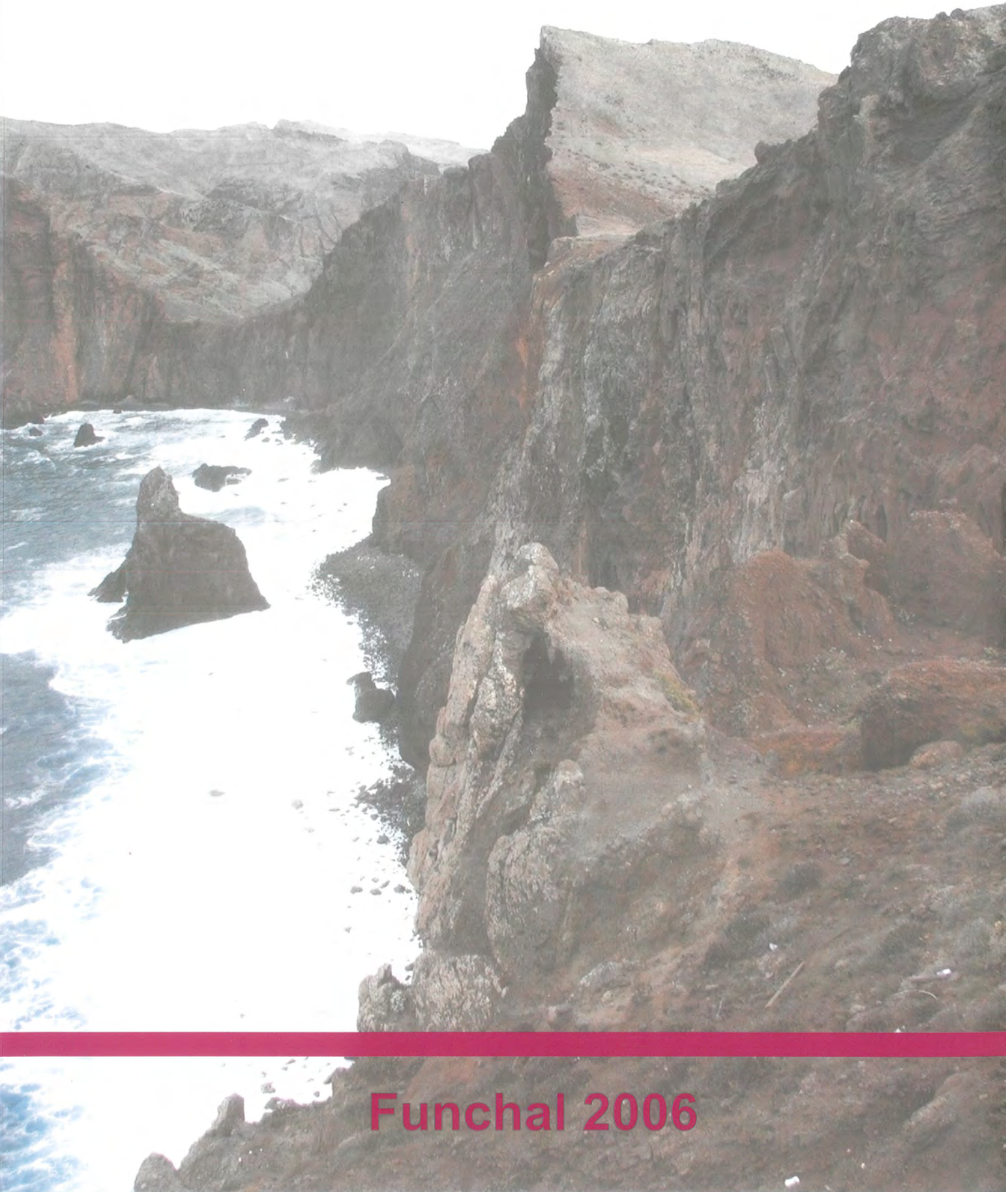


Dinâmicas geomorfológicas. Metodologias. Aplicação.



Funchal 2006

Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Volume V



Dinâmicas geomorfológicas.
Metodologias. Aplicação.

Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Lisboa, 2007

Título: Dinâmicas geomorfológicas. Metodologias. Aplicação.

Editor: Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Comissão Redactorial: Ana Ramos Pereira, Jorge Trindade, Ricardo Garcia, Sérgio Cruz de Oliveira, Raquel Paixão.

Capa (concepção): António Eanes

Fotografia da capa: Alexandre Trindade Nieuwendam

Tiragem: 300 exemplares.

ISBN: 978-972-636-175-6

Depósito Legal: 263141/07

Lisboa, Setembro de 2007

Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Centro de Estudos Geográficos – Faculdade de Letras

Alameda da Universidade

1600-214 Lisboa – Portugal

Tel: 217940218, Fax: 217938690, Correio electrónico: ceg@mail.telepac.pt

3º Congresso de Geomorfologia – Dinâmicas geomorfológicas. Metodologias. Aplicação.

Comissão Científica: Suzanne Daveau, António Brum Ferreira, Lúcio Cunha, Ana Ramos Pereira, M. Assunção Araújo, P. Proença e Cunha, Catarina Ramos, Virgínia Henriques, J. L. Zêzere, M. Luísa Rodrigues, Diamantino Pereira, António Martins, Mário Neves, Gonçalo Vieira.

Comissão Organizadora: Ana Ramos Pereira, Jorge Trindade, Ricardo Garcia, Sérgio Cruz de Oliveira.

Apoios:

CEG – Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa

FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia

CEM – Centro de Estudos da Macaronésia

Caixa Geral de Depósitos

AIG – Associação Insular de Geografia

Agência Abreu

Pestana Hotels & Resorts

Governo Regional da Região Autónoma da Madeira

SRES – Secretaria Regional do Equipamento Social e Transportes

Câmara Municipal do Funchal

IAG – *International Association of Geomorphologists*

Monitorização da morfodinâmica de praias com dGPS e estação total. Comparação de resultados.

Beach morphodynamics survey using dGPS and total station (EDM). Comparison of results.

J. Trindade¹, A. Ramos Pereira², M. Neves², B. Borges³, R. Paixão⁴

¹ Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa & Universidade Aberta, jorgetrd@univ-ab.pt;

² Centro de Estudos Geográficos, Univ. Lisboa, anarp@fl.ul.pt, marneves@fl.ul.pt;

³ Bolseiro – CarDune, Centro de Estudos Geográficos, Univ. Lisboa, brunoborg@gmail.com;

⁴ Geógrafa, rakel.paixao@gmail.com.

Resumo: A monitorização dos sistemas de praia é o elemento chave para o conhecimento da sua dinâmica e para a compreensão dos factores que os fazem evoluir. A noção de monitorização implica uma amostragem detalhada e sistemática de elementos que caracterizam um sistema, constituindo uma representação sucessiva da realidade. O sector da praia alvo da monitorização tem que ser representativo das condições de hidrodinâmica e morfodinâmica associadas a esse sistema, necessitando de um período de levantamento suficiente para que se registem todos os estados energéticos a ele associados.

A utilização de várias técnicas de monitorização sobreponíveis e/ou complementares depende em primeiro lugar dos factores que se pretende estudar e em seguida da sua aplicabilidade no terreno. A utilização generalizada de sistemas de posicionamento global (GPS) e de estações totais em estudos da dinâmica de sistemas litorais justifica-se porque permitem registar as modificações morfológicas de forma precisa, e utilizar pressupostos metodológicos comuns através da realização de campanhas relativamente baratas.

O presente trabalho pretende comparar os resultados da campanha realizada na praia da Foz do Lizandro, em 30 de Janeiro de 2006, utilizando simultaneamente um GPS com correcção diferencial em pós-processamento (dGPS) e uma estação total. O teste do equipamento realizou-se no âmbito do projecto Cardune¹. Assim, utilizou-se a metodologia dos perfis de praia na qual foram incorporados os pré-requisitos da utilização das duas técnicas. Para a realização dos perfis de praia foi necessário determinar o local de ancoragem e o espaçamento dos mesmos tendo em conta o posicionamento na praia e a relação entre a mancha monitorizada e a dimensão do sistema. Os pontos de ancoragem dos perfis foram georreferenciados através do transporte das coordenadas do vértice geodésico mais próximo (S. Julião). A utilização do dGPS obrigou à determinação da altitude ortométrica local através da transformação da altitude elipsoidal.

Os resultados obtidos confirmam os dados fornecidos pelos fabricantes e demonstram a utilidade e as limitações destas técnicas na monitorização de sistemas litorais arenosos.

Palavras-chave: Monitorização, praia, dGPS, estação total.

Abstract: Beach systems survey is the key element for the knowledge of its dynamics and for understanding the factors that make them evolve. The notion of survey implies a detailed and systematic sampling of the system elements and constitutes a successive representation of the reality. The selected beach sector for monitoring has to be representative of the systems hydrodynamic and morphodynamic conditions. The survey period must be representative of all energetic stages of the beach.

The use of several overlapping and/or complementary survey techniques depends firstly on system forcing factors and then on its field applicability. The generalized use of total station (EDM) or global positioning systems (GPS) on coastal dynamic studies can be justified because they allow a relatively low cost morphologic record and can use common methodological assumptions.

The aim of the present work is to compare the results of the 30-01-2006 beach profile survey, carried out in the Foz do Lizandro beach (Ericeira, Portugal), using simultaneously a dGPS (differential global positioning system, with pos-processing data correction) and a total station. The equipment testing was

¹ Projecto Dunas Carbonatadas como Indicadores Paleoclimáticos no Litoral Português – CarDune – POCI/CTE-GEX/59643/2004, financiando pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) e pelo Programa Operacional Ciência e Inovação 2010 (POCI 2010), co-financiado pelo fundo comunitário europeu FEDER.

performed under the Cardune¹ research project. Beach profiles were anchored to pre-existing points which were defined to be representative of the beach systems dimension. Georeferencing of the anchorage points was possible by coordinate transportation from the nearest geodetic mark (S. Julião). By using dGPS in the beach survey, orthometric heights had to be calculated by simple transformation of the ellipsoidal height in relation to geoid. Results confirm data supplied by the dGPS and total station manufacturers as they show us the utility and limitations of these techniques on sandy coastal systems survey.

Keywords: Survey, beach, dGPS, total station.

1. INTRODUÇÃO

A monitorização dos sistemas litorais e, particularmente, das praias permite a aquisição de dados e informações sobre a sua dinâmica, possibilitando sustentar acções fundamentadas na gestão do litoral. A determinação das técnicas de monitorização a utilizar na aquisição dos dados é condicionada pela escala a que se pretende a análise. Por exemplo, as respostas dos sistemas de praia aos elementos forçadores podem variar temporalmente entre as dezenas de segundos (ciclos de ondulação) e as dezenas de anos (ciclos nos parâmetros atmosféricos que determinam os padrões de ondulação), ou, especialmente, entre as dezenas de centímetros (*ripples*) e as dezenas de quilómetros, quando se consideram os sistemas de praia como elementos constituintes de uma célula litoral.

Existem várias metodologias de levantamento e monitorização de sistemas litorais que incorporam instrumentos de elevada precisão, seja através da medição directa sobre a superfície a monitorizar (GPS – *global positioning system*, estação total ou MEM – *micro erosion meter*) ou por medição remota, utilizando aeronaves ou satélites (fotografias aéreas, ortofotomapas e radares ou lasers altimétricos). A adequação destas técnicas resulta, essencialmente, da metodologia a utilizar e das limitações técnicas dos aparelhos associadas às características específicas do sítio.

O GPS com correcção diferencial em tempo real ou pós-processamento (dGPS) e a estação total encontram-se entre os instrumentos mais utilizados na monitorização de sistemas litorais arenosos. O primeiro corresponde a uma técnica espacial que utiliza uma rede de satélites artificiais para a determinação do posicionamento do receptor através de trilateração. O segundo utiliza a medição directa de ângulos e distâncias a partir de pontos de ancoragem com coordenadas conhecidas para determinar uma posição no espaço. Ambos possuem vantagens e desvantagens na sua utilização (Quadro 1), permitindo ao utilizador adquirir, de forma autónoma, dados altamente precisos de posicionamento no espaço (x, y, z).

O objectivo do presente trabalho é comparar os resultados obtidos, na campanha de 30 de Janeiro de 2006 realizada na praia da Foz do Lizandro, com a utilização de dGPS e estação total, aferindo a sua adequação à monitorização de sistemas de praia.

2. METODOLOGIA

Um dos métodos mais utilizados para a avaliação da dinâmica morfossedimentar das praias corresponde à recolha sucessiva e sobreponível de perfis topográficos transversais à linha de costa. Os objectivos da

¹ Project Carbonate Dunes as Palaeoclimatic Records in the Littoral of Portugal – CarDune – POCI/CTE-GEX/59643/2004, financed by the Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) and Programa Operacional Ciência e Inovação 2010 (POCI 2010), co-financed by the european comunitary fund FEDER.

aplicação desta metodologia são o registo das modificações planimétricas e altimétricas nos elementos mais dinâmicos destes sistemas e a análise do seu balanço sedimentar (Komar, 1998). A monitorização da dinâmica da praia através dos perfis permite obter vários parâmetros como o seu declive geral, o declive da face da praia, a sua largura, o seu volume relativamente a um *datum* específico e a posição da linha de costa. Estes parâmetros são, posteriormente, utilizados para quantificar a dinâmica do sistema face aos factores que o fazem evoluir e avaliar a ciclicidade das suas modificações. Os parâmetros medidos reflectem apenas a dinâmica do sistema em questão e só serão representativos à escala regional no âmbito de uma monitorização mais abrangente, que tenha em conta a diversidade dos sistemas de praia e a exposição da linha de costa à ondulação.

Quadro 1
Vantagens e desvantagens na utilização de dGPS e estação total.

Table 1
Benefits and disadvantages of dGPS and total station (EDM) survey.

dGPS (pós-processamento)	Estação Total
<ul style="list-style-type: none"> • Necessário um indivíduo para realizar a monitorização; 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessários pelo menos dois indivíduos para realizar a monitorização;
<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento 24h por dia, independentemente das condições atmosféricas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Obrigatoriedade de contacto visual entre o aparelho e o prisma;
<ul style="list-style-type: none"> • Dispensa trabalho de campo prévio; 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita determinação prévia das coordenadas dos pontos de referência;
<ul style="list-style-type: none"> • O erro registado durante a campanha não é constante; 	<ul style="list-style-type: none"> • Medição de elevada precisão;
<ul style="list-style-type: none"> • Indisponibilidade de dados corridos em tempo real; 	<ul style="list-style-type: none"> • Dados em tempo real;
<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo das campanhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo das campanhas.

No dia 30 de Janeiro de 2006 procedeu-se ao levantamento simultâneo com dGPS e estação total de cinco perfis perpendiculares à linha de costa, na praia da Foz do Lizandro (Ericeira). A área monitorizada abrangeu todas as formas da praia emersa, incluindo a praia alta e faixa entre marés, estendendo-se para o mar até onde foi possível a medição. O alinhamento visual dos 5 perfis foi feito com base em pontos de ancoragem pré-instalados na praia, garantindo assim a sobreposição dos dados entre campanhas. Os perfis possuem um comprimento que varia entre 143,29 m e 206,09 m, devido à dissimetria na morfologia do terraço de maré, e foram recolhidos durante a baixa-mar viva (0,22 m zh – 09h:16min). Seguiu-se o critério morfológico na recolha de 57 pontos ao longo dos 5 perfis, documentando os pontos que delimitavam linhas de declive uniforme.

A praia da Foz do Lizandro corresponde a um sistema de praia estuarina condicionado por um regime de meso-maré semi-diurno (Fig. 1). Possui cerca de 750 m de linha de costa e encontra-se delimitada por sistemas de arriba com comandos aproximados de 50 m. A sua dinâmica é, essencialmente, determinada pelo clima de agitação marítima (através da sua exposição à ondulação dominante de NW e aos temporais de W e SW), pela dinâmica do Rio Lizandro e pela acção antrópica, através de trabalhos de regularização artificial do perfil reflectivo na época balnear (Trindade *et al*, 2006). A foz do Rio Lizandro,

localizada no sector Sul da praia, encontra-se bloqueada na maior parte do ano. Este facto sugere um predomínio da hidrodinâmica marinha sobre a fluvial (Pereira, 1987), encontrando-se a sua posição relacionada com a direcção dominante de propagação da ondulação face à orientação da linha de costa (WNW) (Neves, 2004).



Figura 1 – Praia da Foz do Lizandro e vértice geodésico de S. Julião. A sombreado encontra-se o local de levantamento dos perfis de praia.

Figure 1 – Foz do Lizandro beach and S. Julião geodetic mark. Shaded area indicates beach profiling site.

Embora se possa estabelecer uma metodologia comum, a definição dos procedimentos das campanhas de monitorização de praias com recurso ao dGPS ou à estação total é necessariamente diferente. Para o levantamento dos cinco perfis de praia foram utilizados um dGPS Ashtech Reliance de 12 canais paralelos, com leitura de frequência L1 (código C/A), capaz de recolher dados em modo estático e cinemático e cuja precisão anunciada pelo fabricante é de 30 a 50 cm, e uma estação total NIKON DTM-522, cuja precisão divulgada pelo fabricante é de 4 mm + 2 ppm multiplicada pela distância de medição.

A utilização do dGPS requer o estabelecimento de uma estação base nas proximidades do local de levantamento ou a obtenção dos dados para a correcção diferencial através de uma entidade ou organismo. Neste estudo utilizou-se a estação base do Instituto Superior Técnico (IST), cujos dados são disponibilizados via *Internet*, por possuir um intervalo de aquisição de dados muito reduzido (2 segundos)

e por se localizar próximo (≈ 33 km) do local de levantamento. O conhecimento da frequência na obtenção dos dados para correcção é fundamental na definição da recolha de pontos com a estação itinerante. Tendo em conta o funcionamento da estação base do IST, o tempo de permanência em cada posição com a estação itinerante nos cinco perfis de praia foi de 60 segundos, tendo sido utilizado um intervalo de aquisição de 1 segundo. Outro requisito para a interpretação dos dados recolhidos com dGPS é a modelação da ondulação local do geóide em relação ao elipsóide de referência do sistema GPS, o WGS84. À escala global estas diferenças podem atingir 100 m (Featherstone *et al*, 1998), mas em áreas restritas (± 1 km²), como é o caso da praia da Foz do Lizandro (Fig. 1), a modelação do elipsóide é simples (Marreiros, 2002). Assim, esta corresponde a:

$$H = h - N$$

em que, H é a altitude ortométrica do vértice geodésico de S. Julião (90,680 m), h é a altitude local do elipsóide, medida com a estação itinerante no vértice geodésico de S. Julião em modo estático durante 30 minutos (144,158 m), e N a altitude local do geóide (53,478 m), a subtrair a todos os dados recolhidos ao longo dos cinco perfis.

A utilização da estação total exige o conhecimento prévio das coordenadas de, pelo menos, dois pontos a partir dos quais se procede ao levantamento dos perfis. Assim, torna-se necessário um trabalho prévio de transporte de coordenadas desde o vértice geodésico mais próximo (S. Julião) para que seja definida a posição dos pontos de ancoragem dos perfis no espaço (x, y, z) e a sua orientação. A utilização da estação total pressupõe um contacto visual permanente com o prisma, sendo crucial a definição do local de estacionamento a fim de abranger o máximo de área a monitorizar. Como se referiu, a estação total utilizada possui uma precisão anunciada pelo fabricante de 4 mm + 2 ppm multiplicada pela distância de medição, no entanto, esta é aferida em condições óptimas de utilização. É, por isso, necessário desenvolver testes adicionais no local de levantamento para determinar o erro esperado. Para o efeito, foram realizadas 80 medições em 4 pontos de controlo localizados na praia a distâncias entre os 12 m e os 530 m (Quadro 2). Com o objectivo de avaliar os erros induzidos pelo utilizador e separar as medições feitas em piso duro das realizadas sobre areia, a amostra foi dividida em dois grupos. 40 medições foram efectuadas em piso duro com o prisma estável e imóvel, a 12 m e a 525 m de distância, e as restantes com recurso a um utilizador efectuando medições sucessivas sobre areia de praia a 92 m e a 530 m.

Foram ainda comparados os dados do posicionamento com dGPS e com estação total (Fig. 2), resultantes do levantamento dos 5 perfis. Após a conversão das coordenadas WGS84 corrigidas (provenientes do dGPS) em coordenadas rectangulares, referentes ao *datum* de Lisboa, procedeu-se à determinação da distância na horizontal de cada ponto aos restantes 56 pontos através da utilização da ferramenta *Hawth's Tools for ArcGis*. A diferença na medição entre os dois aparelhos foi obtida por subtracção, sobrepondo as duas matrizes de partida (Fig. 2).

3. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da campanha de testes levados a cabo para a determinação da precisão da estação total, quando aplicada à monitorização de praias, permitiram afirmar que os erros esperados (Quadro 2) na medição de pontos com o prisma estável e em piso duro são no máximo de 3,9 cm na horizontal e de 2,6 cm na vertical. Em leituras sobre areia de praia não serão esperadas diferenças superiores a 4,7 cm e

1,4 cm na horizontal e na vertical, respectivamente. Os valores obtidos são semelhantes aos divulgados em vários estudos de controlo de dados que utilizam esta técnica aplicada ao estudo da dinâmica de praias e dunas (Gomes & Garcia, 2002; Huang *et al*, 2002; Sá-Pires *et al*, 2002). Em geral, os erros aumentam com a distância de medição devido às limitações do aparelho, mas o utilizador também representa uma fonte de erro ao controlar a inclinação do prisma. Este factor de erro reflecte-se nos valores registados com o prisma móvel (Quadro 2), sendo mais importantes as diferenças horizontais, associadas à inclinação do bastão, cujos valores de desvio padrão são superiores. O utilizador também influencia a altura do prisma, controlando o enterramento da sua base nos sedimentos de praia, no entanto esta fonte de erro não se confirma nos resultados obtidos.

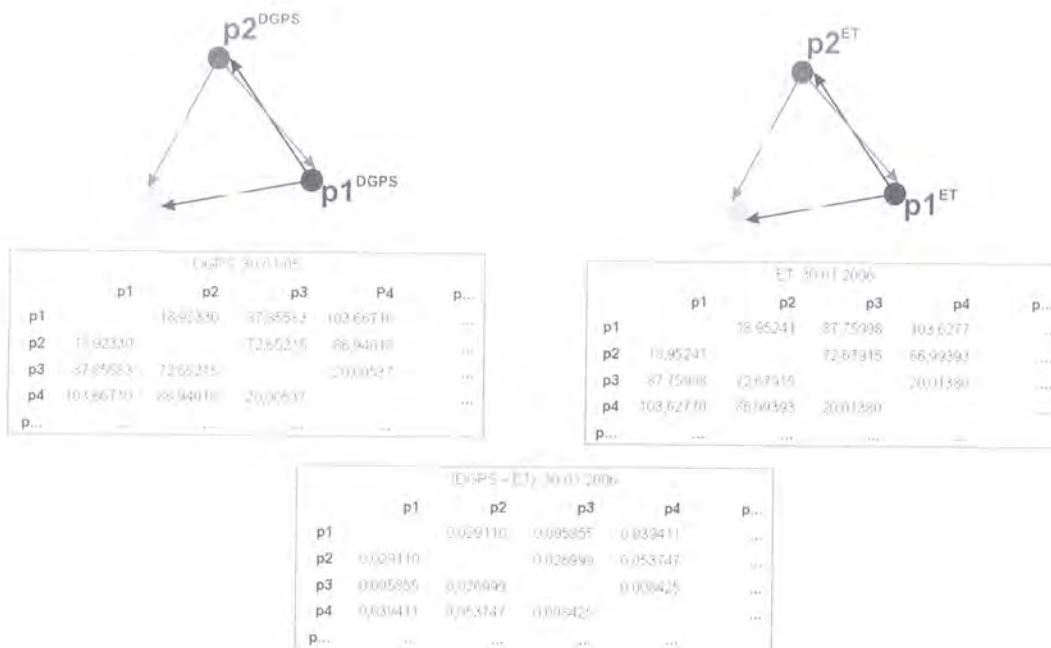


Figura 2 – Comparação do posicionamento horizontal medido com dGPS e com estação total.

Figure 2 – Horizontal positioning data comparison using dGPS and total station devices.

O pós-processamento de dados dGPS é essencial para a obtenção de dados precisos. A diferença entre os valores de posicionamento horizontal com e sem correcção, obtidos na campanha de 30 de Janeiro de 2006, pode atingir cerca de 20 m (Fig. 3 e Quadro 3). Quando comparadas essas diferenças entre campanhas distintas (Quadro 3), verifica-se uma grande variação nos valores máximos (14,8 m), médios (5,1 m) e do desvio padrão (3,7 m), sendo que a maior disponibilidade média de satélites e o valor de PDOP médio (relativo ao posicionamento tridimensional dos satélites visíveis) mais baixo contribuem para diminuir a diferença entre os dados com e sem correcção e obter posicionamentos mais precisos.

Em termos absolutos, ou seja sem correcção diferencial, a determinação da posição horizontal é mais precisa do que a determinação da posição vertical. Segundo USACE (2003), as diferenças podem ser significativas, correspondendo a posição horizontal absoluta a valores de incerteza tipicamente entre os 10 m e os 30 m, sendo superiores no caso da posição vertical absoluta. As medições levadas a cabo na praia da Foz do Lizandro confirmam esta tendência, podendo verificar-se que as diferenças entre valores com e sem correcção diferencial (Quadro 3) são bastante superiores no caso das posições verticais.

Assim, o erro registado não é constante (Fig. 3) e depende da disponibilidade de satélites e do valor PDOP, que varia ao longo da campanha e entre campanhas. Como consequência, a utilização de dados não corrigidos anula todos os procedimentos de alinhamento dos perfis na praia (Fig. 3), não garantindo a sobreposição de medições entre campanhas e, por isso a comparação de resultados.

Quadro 2

Erros esperados em medições com estação total NIKON DTM-522 sobre piso duro e em areia de praia (intervalo de confiança em X, Y e Z = 95 %; σ = desvio-padrão).

Table 2

Expected errors when using NIKON DTM-522 total station on hard floor and on beach sand (confidence interval = 95 %; σ = standard-deviation).

Prisma estável em piso duro (cm)						
	X ₉₅	X _{σ}	Y ₉₅	Y _{σ}	Z ₉₅	Z _{σ}
12 m	0,100	0,073	0,100	0,065	0,100	0,038
530 m	3,900	1,889	0,600	0,274	2,600	1,284

Prisma móvel sobre areia de praia (cm)						
	X ₉₅	X _{σ}	Y ₉₅	Y _{σ}	Z ₉₅	Z _{σ}
92 m	4,000	1,929	3,600	1,757	0,400	0,186
525 m	3,000	1,482	4,700	2,290	1,400	0,697

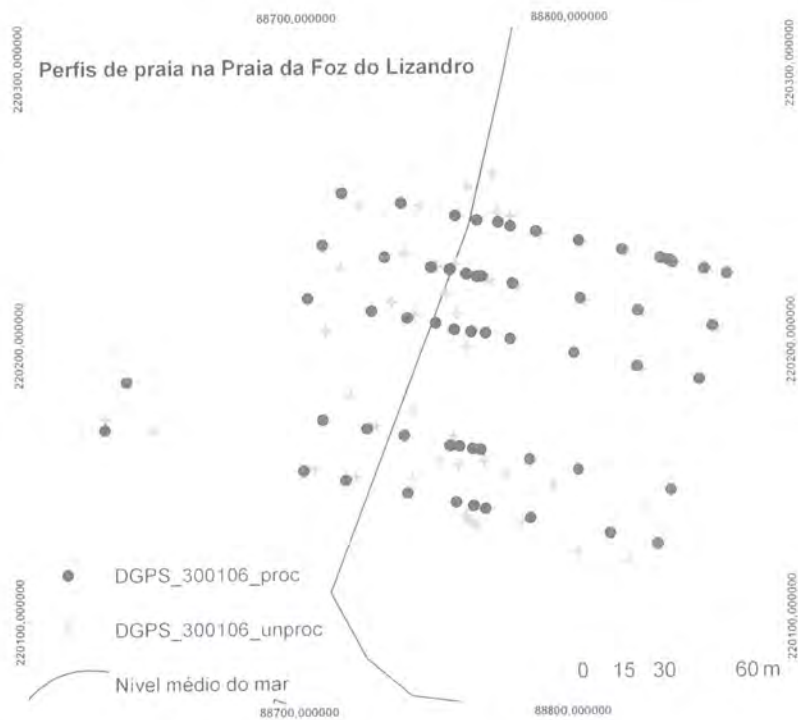


Figura 3 – Correção diferencial dos dados dos perfis de praia, na Praia da Foz do Lizandro. Os pontos indicam os dados corrigidos e as cruzes os valores sem processamento.

Figure 3 – Differential correction of the Foz do Lizandro beach profiles. Dots indicate corrected dGPS data and crosses indicate unprocessed data.

Quadro 3

Diferenças no posicionamento horizontal (h) e vertical (v) entre dados dGPS com e sem correcção diferencial, nas campanhas de 30 de Janeiro e 25 de Maio de 2006.

Table 3

Horizontal (h) and vertical (v) positioning differences between non-processed and post-processed dGPS data (30-01-2006 and 25-05-2006 surveys).

	Méd. (m)	Min. (m)	Max. (m)	σ (m)	Satélites disponíveis (med)	PDOP (med)
30-01-2006 _h	8,1	0,6	19,9	4,7	7,5	1,3
30-01-2006 _v	11,4	0,8	33,9	9,2	7,5	1,3
25-05-2006 _h	2,6	0,7	5,1	1,0	8,9	1,2
25-05-2006 _v	22,1	14,8	30,9	4,5	8,9	1,2

Os dados obtidos na campanha de medições simultâneas de 30 de Janeiro de 2006 permitiram, por fim, uma comparação das posições horizontais e verticais obtidas com dGPS e estação total. Das diferenças registadas (Quadro 4), salienta-se que, em média, as duas técnicas diferem entre si 32,5 cm ($\pm 22,0$ cm) no posicionamento horizontal e 25,7 cm ($\pm 20,7$ cm) nas medições altimétricas. Estes valores revelaram-se aceitáveis quando comparados com a dinâmica morfológica deste sistema. Assim o demonstram os dados recolhidos em 3 campanhas de monitorização com dGPS na praia da Foz do Lizandro, entre 20 de Setembro e 19 de Outubro de 2005 (Fig. 4). Os elementos morfológicos mais dinâmicos, como a berma e a face da praia (curva de 4m - Fig. 4), recuaram planimetricamente num mês cerca de 36 m, e as diferenças verticais foram superiores a 2 m.

Quadro 4

Diferenças no posicionamento horizontal e vertical entre dados dGPS e estação total, na campanha de 30 de Janeiro.

Table 4

Horizontal and vertical positioning differences between dGPS and total station data (30-01-2006 survey).

	Méd. (m)	Min. (m)	Max. (m)	σ (m)	Satélites disponíveis (med)	PDOP (med)
Horizontal	0,325	0,004	1,362	0,220	7,474	1,298
Vertical	0,257	0,040	0,938	0,207		

CONCLUSÃO

A monitorização de praias exige uma avaliação cuidada das limitações da metodologia e das técnicas empregues na obtenção de dados sobre a dinâmica do sistema. A adequação das técnicas à monitorização depende em primeiro lugar da escala de análise a que se pretende implementar o estudo, mas também das limitações dos instrumentos de medição. O utilizador é outro factor de erro a ter em conta, no entanto os testes com estação total sobre areia de praia revelaram imprecisões inferiores a 5 cm. Os resultados obtidos com recurso ao dGPS demonstraram dados fiáveis de posicionamento, capazes de detectar modificações morfológicas no sistema superiores a 40 cm, no entanto as técnicas empregues com a estação total revelaram-se de maior fiabilidade. O resultado considera-se aceitável

quando comparado com a elevada dinâmica da praia da Foz do Lizandro e, especialmente, quando considerado num plano alargado de monitorização deste sistema e de obtenção de dados a longo prazo.

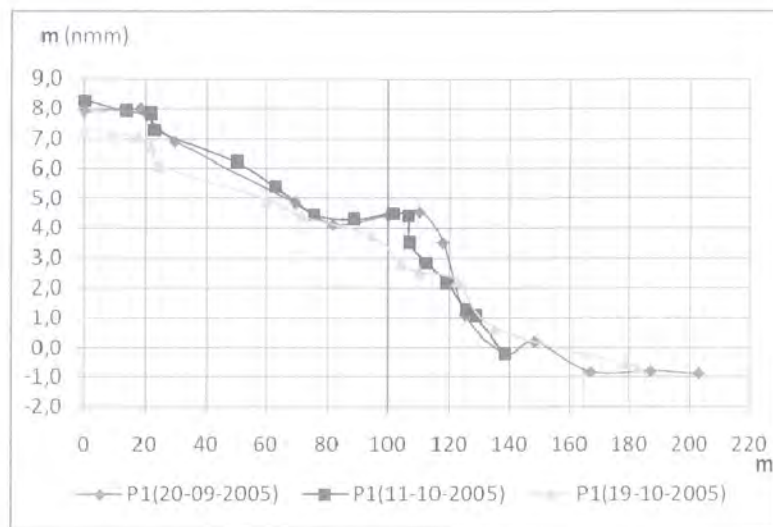


Figura 4 – Perfis de praia nos meses de Setembro e Outubro de 2005, na praia da Foz do Lizandro (nmm – nível médio do mar).

Figure 4 – September and October beach profiles, in Foz do Lizandro beach (nmm – mean sea level).

BIBLIOGRAFIA

- Featherstone, W. E.; Dentith, M. C.; Kirby, J. F. (1998) – Strategies for the accurate determination of orthometric heights from GPS. *Survey Review*, 34(267): 278-296.
- Gomes, N. & Garcia, J. (2002) – Beach/Dune morphology survey errors in aeolian sand transport monitoring. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Vol. I, p. 121-126.
- Huang, J.; Jackson, D.; Cooper, J. (2002) – Morphological monitoring of a high energy beach system using GPS and Total Station techniques, Runkerry, Co. Antrim, Northern Ireland. *Journal of Coastal Research*, SI 36: 390-398.
- Komar, P. D. (1998) – *Beach Processes and Sedimentation*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.
- Marreiros, P. (2002) – Aplicação do GPS OTF em levantamentos hidrográficos. *Actas da 3ª Assembleia Luso-Espanhola de Geodesia e Geofísica*, Tomo 1: 50-53.
- Neves, M. (2004) – *Evolução Actual dos Litorais Rochosos da Estremadura Norte. Estudo de Geomorfologia*. Tese Doutoramento em Geografia Física, Universidade de Lisboa, 557p.
- Pereira, A. Ramos (1987) – Aspectos da evolução do relevo de Portugal. Litoral entre a serra de Sintra e a praia de S. Julião (Ericeira). *Finisterra*, XXII (44): 423-434.
- Sá-Pires, C.; Morris, B.; Matias, A.; Vila-Concejo, A. (2002) – Monitoring program to determine cross-shore changes in beach morphology. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Vol. I, p. 127-134.
- Trindade, J.; Pereira, A. Ramos; Metrogos, R. (2006) – Aquisição de dados sobre a dinâmica de praias em diversas escalas temporais. Exemplos do litoral da Estremadura. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Vol. III, p. 85-91.
- USACE (2003) – *NAVSTAR global positioning system surveying*. Engineer Manual 1110-1-1003, United States Army Corps of Engineers, Washington DC.



FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



Associação Portuguesa de Geomorfólogos - Volume V

ISBN 972636175-3



9 789726 361756

