

VII Reunião do Quaternário Ibérico

VII Reunión del
Cuaternario Ibérico

LIVRO DE RESUMOS LIBRO DE RESÚMENES



G.T.P.E.Q.



**O futuro do ambiente da Península Ibérica:
as lições do passado geológico recente**

**El futuro del ambiente de la Península Ibérica:
lecciones del pasado geológico reciente**

**Universidade do Algarve
5 a 9 de Outubro de 2009**

CIMA

**Centro de Investigação Marinha e Ambiental
Universidade do Algarve, Faro, Portugal**

ESCALONAMENTO DE PLATAFORMAS DE EROÇÃO MARINHA NA PRAIA DE FORNELOS (MONTEADOR, VIANA DO CASTELO), NA PERSPECTIVA DO PATRIMÓNIO CIENTÍFICO E DIDÁCTICO

R. Carvalhido^{1,2*}, D. Pereira^{1,2}, M. A. Araújo^{1,3,4}, A. Gomes^{1,3,4}, J. Brilha^{1,2}

¹CENTRO DE GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

²DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA DA UNIVERSIDADE DO MINHO

³DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA DA FACULDADE DE LÍNGUAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

⁴CENTRO DE ESTUDOS EM GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO (CEGOT).

* CORRESPONDING AUTHOR: CARVALHIDO@DCT.UMINHO.PT

ABSTRACT

The present study identifies the staircase development of shore platforms at Montedor - Viana do Castelo, using the data obtained by the method of Communicating Vessels and GPS. It was found that both devices provide identical results and operation time. There were identified four different shore platforms above the actual (0,4/1,8 meters), at 2,8/3,4 - 4,5/5,5 - 6,6/7,4 and 8,5/9,2 meters. A tectono-eustatic origin of this staircase development is proposed, by excluding the influence of structural inheritance, such as sub-horizontal fracturing, in its genesis.

RESUMO

Com o presente estudo pretendeu-se identificar o escalonamento das plataformas de erosão costeiras existentes na área de Montedor - Viana do Castelo, tendo-se recorrido a uma técnica baseada no princípio dos vasos comunicantes e nos dados provindos de GPS. Verificou-se que ambos os métodos garantem resultados e tempo de operação semelhantes. Identificaram-se quatro superfícies de erosão marinha acima da actual (0,4/1,8 metros, aproximadamente), nomeadamente a 2,8/3,4 - 4,5/5,5 - 6,6/7,4 e a 8,5/9,2 metros, de provável origem tectono-eustática, excluindo-se a influência da fracturação subhorizontal na génese dessas estruturas.

INTRODUÇÃO

Este estudo integra-se num projecto que pretende contribuir para a sistematização e aprofundamento do conhecimento sobre a geomorfologia do litoral do concelho de Viana do Castelo, na perspectiva da evolução da paisagem geomorfológica. Através da identificação dos geossítios onde a geodiversidade possui características particulares, é possível conhecer e interpretar os processos geológicos promotores da evolução geomorfológica da região. As plataformas de erosão marinha constituem geoformas de magnitude diversa, com valor patrimonial geomorfológico, cuja conservação deve ser assegurada pelas autoridades locais e nacionais (BRILHA, 2005). Com o presente trabalho pretende-se identificar o escalonamento das plataformas costeiras de Viana do Castelo, no sector de Montedor e analisar a adequação de dois métodos de medição aos objectivos propostos.

Apesar do concelho de Viana do Castelo possuir uma costa extensa, com cerca de 24 km, só cerca de 1/3 correspondem a troços rochosos. Os tipos litológicos com maior representatividade são os micaxistos quaiastolíticos e os quartzitos (cerca de 5km), estes últimos, restringidos à Praia Norte e a retalhos em Areosa e Montedor, da Formação de Sta. Justa (Tremadociano/Arenigiano), entre outras fácies com menor representatividade pertencentes às formações da Desejosa (Câmbrico) e de Valongo (Landeiliano/Lanvirniano) (Pamplona, 2001). Os granitóides hercínicos constituem o tipo litológico menos frequente, aflorando em cerca de 3km. A praia de Fornelos fica localizada na vertente costeira sudoeste da colina de Montedor, a qual, constitui um maciço granítico que se ergue cerca de 75 metros acima do nível médio do mar, a norte de Viana do Castelo. Este trecho costeiro assume particular interesse para o presente

estudo, por ser constituído, à semelhança do troço costeiro do Cabedelo (a sul da foz do rio Lima) e da Gelfa, principalmente por granito, que se comporta como rocha mais resistente aos processos de meteorização e erosão que os outros tipos litológicos aflorantes nos restantes troços litorais.

À excepção da fácies quartzítica, que se mantém relativamente estável sob condições ambientais superficiais, as litologias de xisto, que dominam nos afloramentos da costa de Viana do Castelo, tendem a apresentar superfícies mal conservadas, raramente revelando traços de escalonamento evidentes na paisagem costeira. Nos locais que exibem retalhos aplanados razoavelmente conservados, como a Praia Norte (zona do Fortim da Areosa), é possível identificar desnivelamentos da plataforma costeira preservados em superfícies de reduzida extensão, isoladas pelo cruzamento dos alinhamentos estruturais herdados da tectónica frágil tardi-hercínica, de direcção predominante NNO-SSE, ENE-OSO, NE-SO e N-S, possivelmente reactivados durante o Quaternário (CABRAL, 1995), com a direcção de foliação dominante, segundo NO-SE.

A actividade neotectónica poderá contribuir para a criação de diferentes superfícies de erosão marinha, mas não se pode negligenciar o efeito das discontinuidades estruturais que potenciam a capacidade erosiva dos agentes geodinâmicos e que comandam a meteorização das rochas. As mesoformas em pináculo, típicas nas costas rochosas de xisto, constituem um exemplo que confirma a importância desse processo combinado (CARVALHIDO *et al.*, 2009), contribuindo para o desmantelamento das plataformas costeiras reduzindo-as, na maioria das vezes, a restos mais ou menos irregulares, só identificáveis através da isometria dos seus topos.

O troço costeiro objecto de estudo, foi seleccionado por constituir o sector que revela, dada a sua constituição cristalina (granítico-quartzítica), as melhores condições de resistência e preservação à acção dos agentes erosivos e que conserva a maior riqueza em termos de presença de superfícies escalonadas na plataforma litoral. A identificação de elementos geomorfológicos adicionais, indicadores do estacionamento do nível do mar a cotas diferentes da actual, nomeadamente, as sapas e as marmitas-de-gigante, cartografadas a diversas altitudes, bem como as geoformas típicas de evolução dos pavimentos graníticos - como os blocos, os *kluftkarren*, os pavimentos ondulados, os pedúnculos, entre outros (CARVALHIDO *et al.*, 2009), foram também factores determinantes na escolha do local de estudo.

A interpretação do escalonamento da plataforma costeira de Fornelos - Montedor, constitui uma tarefa complexa, dada a combinação de processos de origem endógena e exógena, que concorreram para a sua geração, nomeadamente: 1) a densa rede de alinhamentos estruturais que corta todo o maciço de Montedor e a área em estudo, cujo rejogo recente poderá ter originado a fragmentação de antigas plataformas, desnivelando diferentes sectores dentro da mesma plataforma; 2) a taxa média de rebaixamento geral das superfícies rochosas, que para as litologias de xisto, se estima ser dez vezes superior à que se verifica em granitos (WOODROFFE, 2002; STEPHENSON *et al.*, 2008), impede, dada a diversidade de tipos litológicos aflorantes na costa de Viana do Castelo, a generalização dos estacionamentos do nível do mar, baseada em interpretações assentes fundamentalmente no critério altimétrico, pelo que as inferências deverão ser compartimentadas; 3) a actividade neotectónica imprime, segundo CABRAL (1995), uma taxa estimada de levantamento para a região estudada de 0,1-0,2 mm/ano, durante o Quaternário; 4) a plataforma litoral bem como a escarpa da serra de Sta. Luzia terão feito parte de um sistema periglacial instalado durante a fase intermédia do Würm, há cerca de 38000 anos (BLANCO CHAO *et al.*, 2003), dando origem, principalmente por processos solifluxivos associados às águas de fusão, aos depósitos que constituem a Formação Areno-Pelítica de Cobertura (ARAÚJO, 1984; RIBEIRO, 2003), a qual, terá contribuído

para a fossilização da plataforma marinha do *Eemiano* que serviu como substrato à sua deposição. Os materiais argilosos em que os clastos estão envolvidos, criam um interface permanentemente húmido com o substrato, acelerando a sua meteorização, sendo expectável uma taxa de rebaixamento destes afloramentos superior à esperada. A detecção dos níveis marinhos do *Eemiano* pode ser percebida, mediante o critério estratigráfico, pela identificação de depósitos-reíquias conservados *in situ* dessa formação, como os que ocorrem a 120 metros, a sul da Praia de Fornelos, sobre o substrato granítico, à cota de base entre os 4,4 e os 5,4 metros.

METODOLOGIA

O trabalho de campo e o conhecimento prévio da região foram essenciais para a definição do sector de estudo, processo que foi auxiliado pela análise e manipulação assistida por computador de ortofotomapas, e cartografia digital 1:10k, com os softwares ESRI Arcgis 9.2[®] e Adobe Photoshop CS4[®]. Após a selecção inicial da área, definiram-se os transectos a realizar, cuja escolha recaiu nos troços que exibem maior número e amplitude de superfícies escalonadas. Procedeu-se, de seguida, ao apuramento de cotas das superfícies identificadas, recorrendo-se a dois dispositivos: 1) a um GPS da marca Leica, modelo SR20 (Figura 1A), que permitiu definir cotas absolutas e 2), a um dispositivo de baixo custo, construído pela equipa e baseado no princípio físico dos vasos comunicantes (Figura 1B), proposto por SANTOS (1994).



Figura 1. Dispositivos usados na medição das superfícies costeiras: (A) GPS Leica/SR20 e (B) dispositivo de vasos comunicantes.

Este instrumento é capaz de fornecer cotas por desnível relativo entre superfícies. Pretendeu-se comparar os resultados obtidos pelos dois instrumentos, com o objectivo de validar o segundo dispositivo e a técnica dos vasos comunicantes como procedimento passível de ser usado em estudos de geomorfologia costeira. Durante a execução das medições, por estacionamento dos dispositivos de medição nas superfícies seleccionadas, tivemos o cuidado de colher diversos pontos, de forma a delimitar, quer o bordo dos patamares, quer o limite inferior e superior das arribas que os separam. Procedeu-se, por fim, à identificação e aferição da inclinação dos planos de fracturação subhorizontal dos granitóides aflorantes, bem como dos alinhamentos estruturais da região, essencialmente pela análise dos ortofotomapas e aferição em campo, no sentido de apurar o comprometimento destas estruturas com o escalonamento das plataformas costeiras. Todos os valores apurados, apresentados neste trabalho, têm por referência o nível médio das águas do mar.

Foram efectuados cinco transectos, tendo-se escolhido os perfis que produziram resultados de melhor qualidade - A (1), B (4) e C (5) - (Figura 2 e 3), procedendo-se, *a posteriori*, à análise comparativa de resultados.



Figura 2. Panorâmica da Praia de Fornelos - Montedor, com a indicação dos transectos A, B e C.

RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO

A área em estudo apresenta-se segmentada por vários alinhamentos estruturais, verticais a subverticais, cuja análise estatística, revelou como orientações preferenciais as direcções N-S, NE-SW e E-W, sendo esta última, a direcção mais representada (Figura 3A). A fracturação subhorizontal dos granitóides aflorantes, apesar de não ser muito intensa, foi também analisada, tendo-se apurado que o valor médio de inclinação dos planos é de 21°/NW (Figura 3B). De realçar a obtenção de duas medições (1/18) de 4°/W e 8°/NW, sendo a ulterior medição mais baixa de 18°/W e a mais elevada absoluta de 54°/NW. É importante notar a bipolarização da concentração da atitude dos planos subhorizontais nos quadrantes NW e W, perpendiculares à linha de costa.

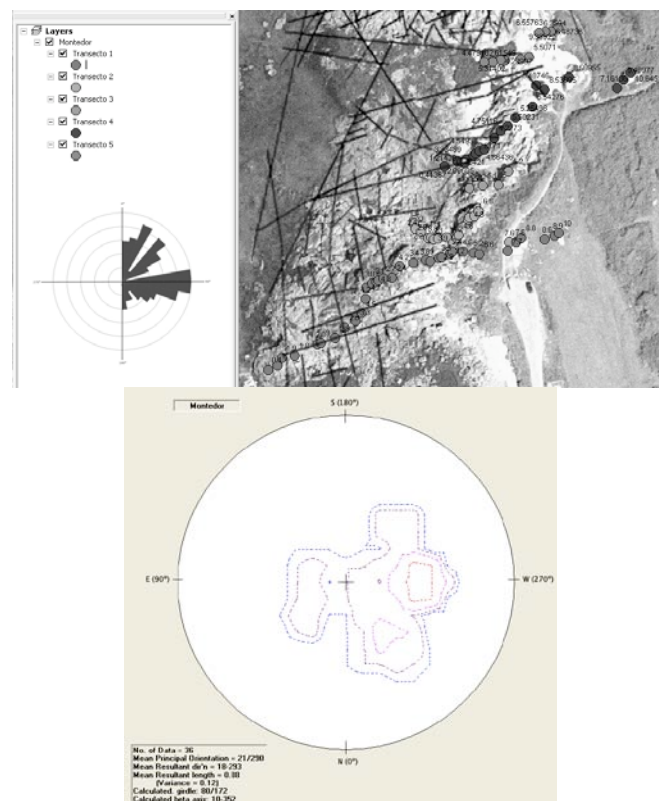


Figura 3. (A) Projecto SIG no software ArcMap 9.2[®], com as *layers* trabalhadas: ortofotomapa; transectos; alinhamentos estruturais e roseta de orientação dos alinhamentos estruturais (escala horizontal - 1:3700); (B) Projecção dos planos de fracturação subhorizontal na Rede de Schmidt (*Equal Area*), em ambiente GEOrient 9.4[®].

Os perfis realizados com recurso ao método dos vasos comunicantes permitiram identificar cinco retalhos de plataformas de erosão marinha, nomeadamente às cotas médias aproximadas de 0,8 (plataforma actual), - 2,9 (Platf. IV), - 4,4/5,2 (Platf. III), - 6,6/7,4 (Platf. II) e 8,5/9,2 metros (Platf. I), tendo-se apurado um valor médio de declive das superfícies de 2,5°/W-SW (Figura 4). Uma vez que os dados obtidos são relativos a uma superfície inicial, determinou-se o horário de cobertura desta plataforma pelo plano de água enchente, que possibilitou o cálculo da cota instantânea de maré e por conseguinte, da superfície.

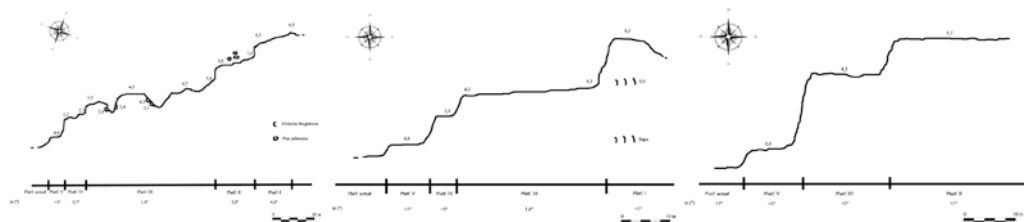


Figura 4. Perfis dos transectos A, B e C, realizados através de cotas obtidas pelo método dos vasos.

O método do GPS, apesar de mais cómodo de executar, requereu sensivelmente o mesmo tempo de recolha, tratamento e análise dos dados, relativamente ao método dos vasos comunicantes. Foram identificadas, aproximadamente, as mesmas plataformas (Figura 5), verificando-se um desvio médio de 10cm (máximo de 30 cm, pontual), relativamente às cotas apuradas pelo outro método: 0,4-1,8 (plataforma actual) - 2,8-3,4 (Platf. IV) - 4,5/5,5 (Platf. III) - 6,6/7,4 (Platf. II) e 8,5 metros (Platf. I). Esta diferença poderá estar relacionada com a aferição dos pontos em locais ligeiramente diferentes da plataforma, uma vez que, com o primeiro método, eles não foram georreferenciados previamente.

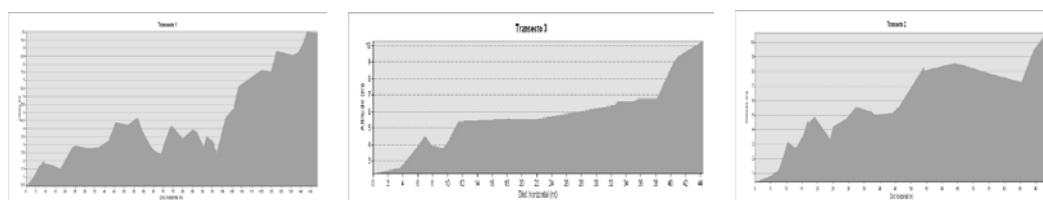


Figura 5. Perfis dos transectos A, B e C, realizados através de cotas obtidas pelo método do GPS.

O nível inferior 0,4-1,8 metros considera-se como plataforma de erosão marinha actual, uma vez que se verifica que o desenvolvimento destas geoformas se enquadra no intervalo altimétrico definido pelos valores médios da baixa-mar e da preia-mar (ARAÚJO & GOMES, 2009), apurados para o Porto de Viana do Castelo, de 1,07 e -1,06 metros, respectivamente. O valor máximo de preia-mar foi de 1,78 metros (FCUL, 2009), coincidente com o limite superior da plataforma actual identificada.

A análise das arribas que separam as diferentes plataformas marinhas (Figura 3A), a maioria coincidente com alinhamentos estruturais E-W, não revelou indícios de movimentos, nomeadamente, de rejeição vertical recente (neotectónica). Foram investigados aspectos como a recristalização, a presença macroscópica de cataclase em minerais de quartzo e feldspato no granito e, em filões pegmatíticos, bem como a integridade de encraves e de alvéolos biogénicos (CARVALHIDO *et al.*, 2009), atravessados por esses alinhamentos. Observa-se um perfil côncavo da totalidade das arribas talhadas em granito, contrariamente ao aspecto rectilíneo das arribas em quartzito, facto que deverá prender-se ao intenso dobramento que afecta esta formação. Apesar de não terem sido identificados indicadores de movimentação tectónica recente nos

afloramentos em estudo, admitimos a possibilidade, dado o número anormalmente elevado de patamares identificados a diferentes cotas, de uma oscilação vertical, em bloco, da colina de Montedor, que se encontra tectonicamente enquadrada num importante sistema de alinhamentos estruturais, sendo os mais significativos Paço-Orbacém (NE-SO) e Carreço-Vile (NNE-SSO) (CARVALHIDO *et al.*, 2009).

A atitude apurada para a grande maioria dos planos subhorizontais (Figura 3B) que afectam a plataforma granítica permite assegurar que as superfícies identificadas não são herdadas destas descontinuidades, dado o desfazamento entre os valores determinados para as duas estruturas, uma vez que só cerca de 5% das atitudes medidas são compatíveis com as aferidas nas plataformas marinhas locais. Reforça-se, assim, a origem tectono-eustática das superfícies identificadas.

No futuro e para alicerçar uma proposta cronológica para os patamares identificados, vai-se se proceder à datação de alguns depósitos relíquia existentes, bem como a um estudo mais detalhado, relativo ao comprometimento tectónico do bloco orográfico de Montedor.

CONCLUSÃO

A área de Montedor conserva cinco plataformas de erosão marinha, de origem tectono-eustática, sendo a mais baixa, a plataforma actual. Exclui-se a herança estrutural proporcionada pelos planos de fracturação subhorizontal dos granitóides aflorantes como causa da existência das ditas plataformas. Verificou-se que os dois métodos empregues apresentam resultados e tempos de operação semelhantes. Apesar do dispositivo de vasos comunicantes ser mais incómodo de manobrar, relativamente ao GPS, revelou-se um procedimento válido quer para trabalhos científicos em troços de área reduzida, quer como instrumento didáctico de apoio aos diversos graus de ensino.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito da bolsa de doutoramento (SFRH/BD/16438/2004), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. Agradecemos à Mestre Raquel Vieira e ao Doutor Rui Pereira do Laboratório de Biodiversidade Costeira do CIIMAR - UP, a cooperação na abordagem metodológica dos vasos comunicantes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.A. (1984) - "A Formação Arenó-Pelítica de Cobertura - alguns resultados dum estudo preliminar". *Biblos*, Faculdade de Letras, Coimbra: Vol. LX, p. 71-89.
- ARAÚJO, M. A. & GOMES, A.T. (2009) - "The use of the GPS in the identification of fossil shore platforms and its tectonic deformation: an example from the Northern Portuguese coast". *Journal of Coastal Research, SI 56 (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium)*, 688-692, Lisbon, Portugal.
- BRILHA, J. (2005) - "Património geológico e geoconservação : a conservação da natureza na sua vertente geológica". Palimage, Viseu, 190 p.
- BLANCO CHAO, R.; COSTA CASAIS, M.; MARTÍNEZ, A.C.; PÉREZ ALBERTI, A.; TRENHAILE, A. (2003) - "Evolution and inheritance of a rock coast: western Galicia, northwestern Spain". *Earth Surface Processes and Landforms* **28**, p. 757-75.
- CABRAL, J. (1995) - "A Neotectónica em Portugal Continental". *Memórias do Instituto Geológico e Mineiro*, Lisboa, **31**, 265 p.
- CARVALHIDO, R., PEREIRA, D.; BRILHA, J. (2009) - "Geomorfologia e Património Geomorfológico do concelho de Viana do Castelo". *Cadernos Vianenses*, Viana do Castelo: Tomo XLIII (em publicação).
- FCUL (2009) - Previsão de Marés dos Portos Principais de Portugal. [Consult. 15-06-2009]. Disponível em WWW: <http://webpages.fc.ul.pt/~cmantunes/hidrografia/hidro_tabelas.html>.
- PAMPLONA, J (2001) - "Tectónica do antifórma de Viana do Castelo-Caminha (ZCI): regime de deformação e instalação de granitóides". *Tese de doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho*, Braga, 197 p.
- RIBEIRO, I. (2003) - "Deformação neotectónica pós-pleistocénica na zona costeira entre os rios Minho e Ave". *Tese de Doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho*, Braga, 357 p.



- SANTOS, A.M. (1994) - "Estudo e caracterização dos povoamentos bentónicos intertidais (substrato rochoso) do norte de Portugal". *Tese de Mestrado, Universidade do Porto, Porto*, 110 p.
- STEPHENSON, W.J.; KIRK, R.M.; HEMMINGSEN, S.A.; HEMMINGSEN, M.A. (2008) - "Decadal scale micro erosion rates on shore platforms". *Geomorphology (2008)*, doi:10.1016/j.geomorph.2008.10.013.
- WOODROFFE, C.D. (2002) - "Coasts: form, process and evolution". *Cambridge University Press, Cambridge*, 617 p.

