

Geossítios portugueses na lista dos Primeiros 100 Sítios de Património Geológico da IUGS

Portuguese geosites in the First 100 IUGS Geological Heritage Sites

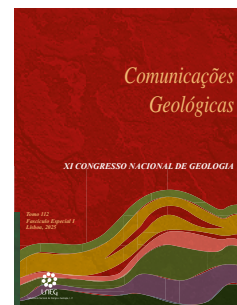
P. Pereira^{1*}, J. Brilha¹, S. Machado², J. X Matos², S. Meneses³, J.C. Nunes⁴, A. Porteiro⁵, A. A. Sá⁶

DOI: <https://doi.org/10.34637/2vys-f022>

Recebido em 11/10/2023 / Aceite em 15/02/2024

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: São apresentados os geossítios portugueses que integram a lista dos Primeiros 100 Sítios de Património Geológico da IUGS. A lista resulta de um projeto patrocinado pelo IGCP-UNESCO e pela IUGS, com o objetivo de sensibilizar para a importância das estratégias de geoconservação, para a expansão do conhecimento geológico e para a proteção do património geológico com excecional valor científico e que corresponde a sítios-chave para a compreensão da história geológica do Planeta. Os três geossítios portugueses a integrar este primeiro conjunto de geossítios são as Trilobites Gigantes do Ordovício Médio da Pedreira de Canelas, a discordância angular Carbonífero-Triássico da Ponta do Telheiro e o Vulcão dos Capelinhos. Os geossítios foram propostos e selecionados tendo em conta critérios científicos que sustentam a sua relevância internacional.

Palavras-chave: Património geológico, relevância global, inventário, Portugal.

Abstract: The Portuguese geosites in the list of the First 100 IUGS Geological Heritage Sites are presented. The list results from a project sponsored by IGCP-UNESCO and the IUGS, aiming to raise awareness of the importance of geoconservation strategies, the expansion of geological knowledge and the protection of geoheritage with exceptional scientific value and which corresponds to key sites for the understanding of the geological history of the Planet. The three Portuguese geosites to integrate this first set of geosites are the Middle Ordovician Giant Trilobites of Canelas Quarry, the Carboniferous-Triassic Unconformity in Telheiro and the Capelinhos Volcano. The geosites were proposed and selected taking into account scientific criteria that support their global significance.

Keywords: Geoheritage, global significance, inventory, Portugal.

1. Introdução

Na década de 1990, o grupo de trabalho “Global Geosites” da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) iniciou o desenvolvimento de uma base de dados de sítios geológicos de relevância internacional (Wimbledon *et al.*, 2000). O projeto teve o apoio da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) e da ProGEO (Associação Internacional para a Conservação do Património Geológico), tendo sido implementado em vários países europeus. No entanto, esta iniciativa não conseguiu a aceitação global que inicialmente ambicionava.

Recentemente, a Comissão Internacional para o Património Geológico da IUGS retomou a ideia de inventariar os principais geossítios do planeta, através da coordenação do projeto IGCP 731 “IUGS Geological Heritage Sites”, patrocinado pela UNESCO, em que participam dezenas de especialistas pertencentes a instituições de investigação, serviços geológicos e geoparques de todo o mundo.

Foram submetidas 181 candidaturas de geossítios de 56 países por parte de membros do projeto IGCP 731, argumentando a sua relevância internacional. A seleção dos geossítios assenta precisamente no seu valor científico excecional, devendo estes corresponder a locais chave para a compreensão da história geológica do planeta. Numa fase inicial do projeto, um grupo de trabalho discutiu a definição de requisitos para essa seleção, apoiados em critérios como relevância científica internacional, representatividade, estado de preservação, acessibilidade e potencial educativo. Outro grupo de trabalho discutiu os procedimentos de submissão e de avaliação dos geossítios.

Todos os sítios candidatos foram avaliados por um grupo de 34 especialistas. Cada sítio foi avaliado por pelo menos 3 especialistas e um pequeno comité de seleção da IUGS analisou todas as avaliações para garantir o controlo de qualidade e ter em conta a distribuição geográfica e a representação temática. Como resultado deste processo, foram aceites 149 geossítios, dos quais foram selecionados 100 para figurar na lista global dos primeiros 100 Sítios de Património Geológico da IUGS (Hilario *et al.*, 2022).

2. Geossítios

Três candidaturas de geossítios de Portugal foram submetidas pelos membros portugueses do projeto IGCP 731, tendo esta seleção como critérios o valor científico mais elevado (quantificado numericamente

¹ Instituto de Ciências da Terra, Polo da Universidade do Minho, Braga, Portugal

² Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., Alfragide, Portugal

³ Associação Geoparque Açores, Portugal

⁴ Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade dos Açores, Portugal

⁵ Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas, Açores, Portugal

⁶ Departamento de Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro, Vila Real, Portugal.

* Corresponding author / Autor correspondente: paolo@dct.uminho.pt

pela avaliação realizada no âmbito do inventário nacional do património geológico - <https://geossitios.progeo.pt>), a diversidade temática e a distribuição geográfica: a jazida de trilobites gigantes de Canelas, a discordância angular da Ponta do Telheiro e o vulcão dos Capelinhos (Figura 1).

2.1. Jazida de trilobites gigantes de Canelas

A jazida de trilobites gigantes de Canelas (Figura 2), um dos geossítios do Arouca Geoparque Mundial da UNESCO, testemunha os vestígios da vida nos habitats marinhos do Ordovícico Médio. Estes fósseis fornecem informação única e valiosa sobre o gigantismo e o comportamento social entre algumas espécies, bem como as suas interações com outros invertebrados também fossilizados (Sá, 2022). Para além disso, o museu local dedicado às trilobites é um recurso educativo amplamente utilizado e um exemplo de cooperação entre a indústria extrativa, a educação, a ciência e o desenvolvimento sustentável.

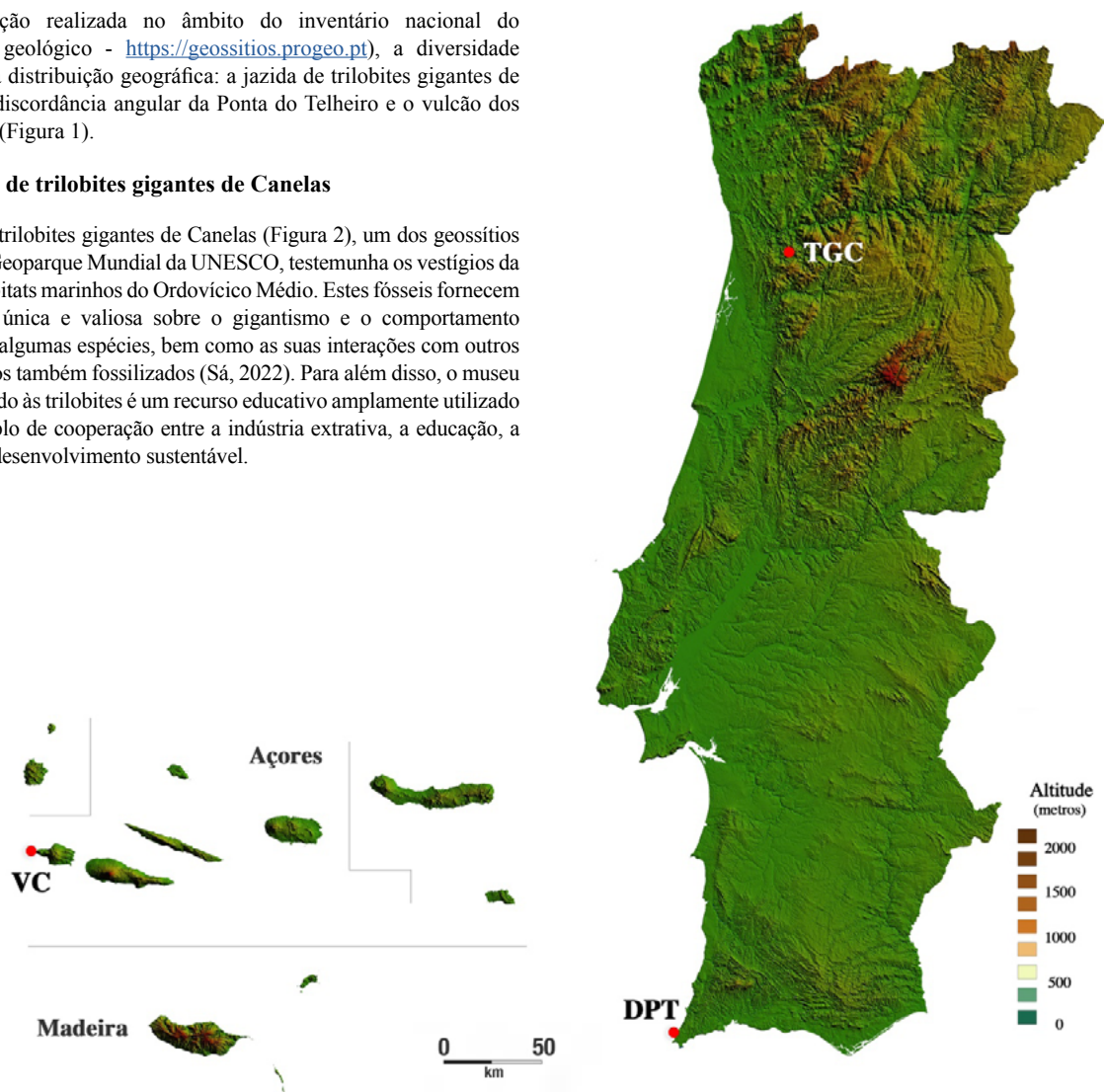


Figura 1. Localização dos geossítios portugueses que integram a lista dos Primeiros 100 Sítios de Património Geológico da IUGS: a jazida de trilobites gigantes de Canelas (TGC), a discordância angular da Ponta do Telheiro (DPT) e o vulcão dos Capelinhos (VC).

Figure 1. Location of the Portuguese geosites on the First 100 IUGS Geological Heritage Sites list: giant trilobites of Canelas Quarry (TGC), Ponta do Telheiro Unconformity (DPT) and Capelinhos Volcano (VC)



Figura 2. Jazida de trilobites gigantes de Canelas (escala = 10 cm), um dos 100 Sítios de Património Geológico da IUGS.

Figure 2. Giant trilobites of Canelas Quarry (scale = 10 cm), one of the 100 IUGS Geological Heritage Sites.

As ardósias expostas pela atividade extrativa na pedra de Canelas foram formadas em ambientes redutores e constituem um *lagerstätte* Ordovícico único que permitiu adquirir conhecimento fundamental sobre o comportamento social das trilobites com a investigação feita nas últimas duas décadas. Para além disso, aí encontram-se vários dos maiores espécimes de trilobites do mundo (alguns atingindo 80 cm), evidenciando possível gigantismo polar em algumas espécies, bem como numerosos exemplos de aglomerados de trilobites autóctones monotáxicos e politáxicos segregados por tamanho, alguns dos quais contendo cerca de 1000 espécimes. Estes revelam um comportamento social muito diversificado, que inclui refúgio temporário contra a predação e muda e reprodução síncronas. A isto acresce uma fauna de invertebrados diversificada, que inclui cefalópodes, graptólitos, hiolitídeos, conularídeos, gastrópodes, bivalves, rostroconchas, braquiópodes e equinodermes, bem como um conjunto variado de icnofósseis (Sá e Gutiérrez-Marco, 2006, 2008, 2015; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2009; Sá *et al.*, 2021).

Conhecidas desde meados do século XIX, as trilobites gigantes de Canelas impulsionaram a criação do Arouca Geoparque Mundial da UNESCO. Este geossítio é hoje uma atração científica e turística mundialmente reconhecida, já visitada por paleontólogos e geólogos durante congressos internacionais de trilobites e do Ordovícico, entre outros.

2.2. Discordância angular da Ponta do Telheiro

A discordância angular da Ponta do Telheiro (Figura 3), em Vila do Bispo, entre xistos e grauvaques do Pensilvaniano (Carbonífero) e os arenitos do Triássico Superior, testemunha a fase tardia da Pangeia como supercontinente e a sua desagregação inicial. O elevado valor científico deste geossítio é confirmado pela sua inclusão em quatro diferentes categorias temáticas do inventário nacional de património geológico de relevância nacional e internacional (Brilha *et al.*, 2022).

As características geológicas principais da arriba onde está exposta a discordância são (do topo para a base):

a. Uma superfície aplanada no topo da arriba com cascalheiras preservadas correspondentes a uma praia quaternária levantada;

b. A Formação dos Arenitos de Silves (Triássico Superior) é composta por leitos de arenitos e siltitos avermelhados, com finas intercalações de conglomerados. Os leitos expostos na arriba correspondem à parte inferior da formação. A sua cor avermelhada e as estruturas sedimentares como a estratificação cruzada sugerem a deposição na parte média de leques aluviais continentais sob um clima árido. Estes estratos representam a primeira fase da desagregação da Pangeia (Gama *et al.*, 2021);

c. Discordância angular entre a Formação de Silves no topo e o *flysch* do Paleozoico Superior (Formação da Brejeira) na base, correspondendo a ~72 Ma. Durante este período ocorreu o soerguimento e a erosão de uma parte significativa da Cadeia Varisca;

d. A Formação da Brejeira [Bashkiriano (320 Ma) - Moscoviano (307 Ma)] é composta por uma espessa sequência turbidítica (>1000 m) formada por alternâncias de xistos e grauvaques (Oliveira, 1990; Jorge *et al.*, 2013). Esta formação foi afetada pela orogenia Varisca, que produziu dobras subverticais e clivagem xistosa (Ribeiro *et al.*, 2007);

e. Na base da arriba ocorre a plataforma de abrasão marinha atual, moldada na Formação da Brejeira.

A Formação de Arenitos de Silves foi descrita pela primeira vez em 1887 por Paul Choffat, tendo um estudo detalhado desta formação sido efetuado por Palain (1976). O *flysch* carbonífero do sul de Portugal tem sido estudado extensivamente desde meados do século XX (Oliveira *et al.*, 2019).



Figura 3. Discordância angular da Ponta do Telheiro, um dos 100 Sítios de Património Geológico da IUGS.

Figure 3. Ponta do Telheiro Unconformity, one of the 100 IUGS Geological Heritage Sites.

2.3. Vulcão dos Capelinhos

O vulcão dos Capelinhos (Figura 4), na ilha do Faial, é um dos geossítios do Açores UNESCO Global Geopark. A erupção dos Capelinhos (1957/1958) atraiu a atenção do mundo devido às suas características geológicas, localização e estudo. Foi a primeira erupção submarina do mundo a ser totalmente monitorizada e devidamente documentada durante toda a sua atividade. Estando tão próximo da costa e despertando a curiosidade da comunidade científica internacional (Tazieff, 1958; Waters e Fisher, 1971; Cole *et al.*, 2001), Capelinhos tornou-se num dos vulcões freatomagmáticos mais bem documentados do Mundo (Sigurdsson *et al.*, 2000). O interesse e os estudos desenvolvidos pela comunidade científica internacional permitiram obter novos conhecimentos e abriram uma nova página na compreensão dos vulcões submarinos (Nunes *et al.*, 2022).

Este geossítio recente resulta da erupção vulcânica submarina que teve início a 27 de setembro de 1957 e continuou durante os 13 meses seguintes, a apenas 1 km de distância da ilha do Faial (Zbyszewski, 1960; Machado *et al.*, 1962). É o mais recente de cerca de 20 pequenos vulcões monogénicos ao longo de um alinhamento tectónico que contribuiu para a formação e configuração da ilha. A erupção basáltica iniciou-se com a projeção de cinzas vulcânicas acompanhadas por uma grande coluna de vapor de água e gases vulcânicos. A acumulação de tefra deu origem a um pequeno ilhéu que acabou por se ligar à ilha do Faial. A erupção evoluiu então para um estilo subaéreo com a emissão de escórias e escoadas lávicas. Esta erupção foi acompanhada por uma intensa atividade sísmica que afetou fortemente a área circundante. Durante a erupção, o vulcão expeliu cerca de 174 milhões de m³ de material vulcânico, cobrindo os campos agrícolas e acrescentando 2,4 km² de área à ilha do Faial (atualmente resta apenas um quarto desta área devido à erosão costeira). Os vestígios desta erupção permanecem na paisagem e também aos níveis cultural, social e económico. A memória da erupção dos Capelinhos com o surgimento deste cone de tufos do tipo surtseiano é fundamental como elemento representativo da formação das ilhas vulcânicas.

Durante a erupção, cientistas de todo o mundo deslocaram-se aos Açores, dando origem a inúmeras publicações científicas sobre a erupção. Hoje em dia, este local continua a ser um ponto de referência para a investigação em várias áreas, sendo utilizado como exemplo-chave de erupções submarinas em livros e um geossítio mundialmente icónico para erupções do tipo surtseiano.



Figura 4. Vulcão dos Capelinhos, um dos 100 Sítios de Património Geológico da IUGS.

Figure 4. Capelinhos Volcano, one of the 100 IUGS Geological Heritage Sites.

3. Conclusões

Os primeiros 100 Sítios de Património Geológico da IUGS correspondem a uma lista inicial de geossítios de relevância internacional, selecionados no âmbito do projeto IGCP 731 “IUGS Geological Heritage Sites” patrocinado pela UNESCO devido ao seu valor científico excecional e à sua importância para a compreensão da história geológica da Terra. Contudo, isso não significa que estes sejam os 100 sítios mais importantes à escala mundial, uma vez que muitos locais não foram submetidos nesta primeira fase do projeto, havendo algumas regiões do mundo com pouca representatividade. Espera-se assim que outros geossítios de semelhante relevância sejam incluídos em listas futuras e que outros geossítios de Portugal venham a ser acrescentados a esta iniciativa da IUGS.

O reconhecimento como Sítio de Património Geológico da IUGS não atribui estatuto legal de conservação aos locais, contrariamente a outras designações internacionais (Património Mundial da UNESCO, por exemplo). Com esta iniciativa, procura-se sobretudo chamar a atenção para a importância das estratégias de geoconservação, de ampliação do conhecimento geológico e da proteção do património geológico de relevância internacional. Neste contexto, pretende-se que a importância dos geossítios inventariados seja partilhada pela comunidade científica a nível global, salientando-se a relevância da geodiversidade enquanto parte fundamental dos serviços dos ecossistemas.

Agradecimentos:

Ao International Geoscience Program (IGCP) da UNESCO pelo suporte ao projeto IGCP 731 “IUGS Geological Heritage Sites” (<https://www.unesco.org/en/igpp/igcp-projects/731>).

Referências

- Brilha, J., Pereira, P., Matos, J.X., Machado, S., 2022. Carboniferous-Triassic Unconformity in Telheiro. In: Hilario, A., Asrat, A., van Wik de Vries, B., Mogk, D., Lozano, G., Zhang, J., Brilha, J., Vegas, J., Lemon, K., Carcavilla L., Finney, S., (Eds.), *The First 100 IUGS Geological Heritage Sites*. IUGS, 64-65.
- Cole, P.D., Guest, J., Duncan, A., Pacheco, J., 2001. Capelinhos 1957–1958, Faial, Azores: deposits formed by an emergent surtseyan eruption. *Bulletin of Volcanology*, **63**: 204.
- Gama, C., Pereira, M.F., Crowley, Q., Dias da Silva, Í., Silva, J., 2021. Detrital zircon provenance of Triassic sandstone of the Algarve Basin (SW Iberia): evidence of Gondwanan- and Laurussian-type sources of sediment. *Geological Magazine*, **158**: 311-329.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Sá, A.A., García-Bellido, D., Rábano, I., Valério, M., 2009. Giant trilobites and trilobite clusters from the Ordovician of Portugal. *Geology*, **37**: 443–446.
- Hilario, A., Asrat, A., van Wik de Vries, B., Mogk, D., Lozano, G., Zhang, J., Brilha, J., Vegas, J., Lemon, K., Carcavilla L., Finney, S. (Eds.), 2022. *The First 100 IUGS Geological Heritage Sites*. IUGS.
- Jorge, R., Fernandes, P., Rodrigues, B., Pereira, Z., Oliveira, J.T., 2013. Geochemistry and provenance of the Carboniferous Baixo Alentejo Flynch Group, South Portuguese Zone. *Sedimentary Geology*, **284-285**: 133-148.
- Machado, F., Parsons, W., Richards, A., Mulford, J., 1962. Capelinhos Eruption of Fayal Volcano, Azores, 1957-1958. *Journal of Geophysical Research*, **67**: 3519-3529.
- Nunes, J.C., Meneses, S., Porteiro, A., 2022. Capelinhos Volcano. In: Hilario, A., Asrat, A., van Wik de Vries, B., Mogk, D., Lozano, G., Zhang, J., Brilha, J., Vegas, J., Lemon, K., Carcavilla L., Finney, S., (Eds.), *The First 100 IUGS Geological Heritage Sites*. IUGS, 34-35.
- Oliveira, J.T., 1990. Stratigraphy and Synsedimentary Tectonism. In Dallmeyer, R. D., Garcia, E. M. (Eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer, 334-347.
- Oliveira, J.T., Quesada, C., Pereira, Z., Matos, J.X., Solá, A.R., Rosa, D., Albardeiro, L., Díez-Montes, A., Morais, I., Inverno, C., Rosa, C., Relvas, J., 2019. South Portuguese Terrane: A Continental Affinity Exotic Unit. In: Quesada, C., Oliveira, J. T. (Eds.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach, Volume 2: The Variscan Cycle*. Springer, 173-206.
- Palain, C., 1976. *Une série détritique terrigène. Les “Grès de Silves”: Trias et Lias Inférieur du Portugal*. Memória nº 25, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Ribeiro, A. Munhá, J., Dias, R., Mateus, A., Pereira, E., Ribeiro, L., Fonseca, P., Araújo, A., Oliveira, J.T., Romão, J., Chaminé, H., Coke, C., Pedro, J., 2007. Geodynamic evolution of the SW Europe Variscides. *Tectonics*, **26**: TC6009.
- Sá, A.A., 2022. Middle Ordovician Giant Trilobites of Canelas Quarry. In: Hilario, A., Asrat, A., van Wik de Vries, B., Mogk, D., Lozano, G., Zhang, J., Brilha, J., Vegas, J., Lemon, K., Carcavilla L., Finney, S. (Eds.), *The First 100 IUGS Geological Heritage Sites*. IUGS, 90-91.
- Sá, A.A., Pereira, S., Rábano, I., Gutiérrez-Marco, J.C., 2021. Giant trilobites and Other Middle Ordovician Invertebrate Fossils from the Arouca UNESCO Global Geopark, Portugal. *Geoconservation Research*, **4**: 121-130.
- Sá, A.A., Gutiérrez-Marco, J.C., 2006. *Trilobites gigantes das ardósias de Canelas (Arouca)*. Ardósias Valério & Figueiredo, Lda.
- Sá, A.A., Gutiérrez-Marco, J.C., 2008. Giant Ordovician trilobites from Canelas (Arouca Geopark, northern Portugal). In *Pre-Conference field trip guide*. Madrid: Câmara Municipal de Arouca-Museo Geominero.
- Sá, A.A., Gutiérrez-Marco, J.C., 2015. Aroucaichnus igen. nov. y otros icnofósiles singulares del Ordovícico del Geoparque Arouca (Portugal). *Boletín de la Sociedad Geológica del Peru*, **110**: 8-23.
- Sigurdsson, H., Houghton, B., Rymer, H., Stix, J., McNutt, S., 2000. *Encyclopedia of volcanoes*. 1st Edition, San Diego, Academic Press.
- Tazieff, H., 1958. L'éruption de 1957-1958 et la tectonique de Faial (Açores). *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, **67**: 13-49.
- Waters, A.C., Fisher, R.V., 1971. Base surges and their deposits: Capelinhos and Taal Volcanoes. *Journal of Geophysical Research*, **76(23)**: 5596-5614.
- Wimbledon, W., Ishchenko, A., Gerasimenko, N., Karis, L., Suominen, V., Johansson, C., Freden, C., 2000. GEOSITES - an IUGS initiative: science supported by conservation. In Baretino, D., Wimbledon, W. A. P., Gallego, E. (Eds.), *Geological Heritage: its conservation and management*. ProGEO, Madrid, 69-94.
- Zbyszewski, G., 1960. L'éruption du Volcan de Capelinhos (Ile de Faial, Açores). *Bulletin Volcanologique*, **23(1)**: 77-100.