

Da areia do fundo do oceano ao cume da montanha quartzítica

CITAÇÃO

Rodrigues, J., Carvalho, C. N. (2015)
Da areia do fundo do oceano ao cume da montanha quartzítica,
Rev. Ciência Elem., V3(03):268.
doi.org/10.24927/rce2015.268

EDITOR

José Ferreira Gomes,
Universidade do Porto

RECEBIDO EM

15 de maio de 2015

ACEITE EM

18 de maio de 2015

PUBLICADO EM

30 de setembro de 2015

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2015.
Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

rce.casadasciencias.org



Joana Rodrigues, Carlos Neto Carvalho
Geopark Naturtejo da Meseta Meridional

O Geopark Naturtejo da Meseta Meridional, o primeiro geoparque português reconhecido pela UNESCO, é um território ímpar, pelo seu reconhecido património geológico de relevância internacional, cujo uso diferenciador e a dimensão sócio-económica são motores para o desenvolvimento sustentável. Os geossítios e geomonumentos do Geopark são locais de interesse geológico que se revelam enquanto testemunhos-chave no estabelecimento das várias etapas da longa e complexa, verdadeiramente fascinante História da Terra⁸.

O Geopark caracteriza-se por amplas áreas aplanadas (Meseta) com uma evolução por etapas durante o Mesoceno, ou seja, nos últimos 250 milhões de anos, sobre um soco muito antigo, com rochas de origem sedimentar datadas do Neoproterozóico (Grupo das Beiras, com cerca de 600 milhões de anos). Da superfície da Meseta irrompem numerosos relevos residuais, dos quais se salientam as cristas quartzíticas ordovícicas e os inselbergs ou montes-ilha graníticos (Monsanto), bem como as bacias intramontanhosas com preenchimentos sedimentares relacionados com a Orogenia Alpina. Destaque para as redes hidrográficas profundamente entalhadas durante as crises climáticas do Plistocénico e induzidas por importantes fenómenos de tectónica recente que recortaram a paisagem em vários blocos (grabens e horsts) e dão origem a algumas das águas termais existentes no território.

Pretende-se com este trabalho atravessar 600 milhões de anos e um conjunto de acontecimentos que se interligam e que compõem a história geológica do Geopark Naturtejo. Desta vez, iremos descobrir o que nos conta uma das rochas mais importantes do geoparque, responsável pelos elementos mais significativos do seu património geológico e da sua paisagem: os quartzitos.

Parque Icnológico de Penha Garcia

O sítio paleontológico do Parque Icnológico de Penha Garcia, um dos mais visitados geomonumentos do Geopark Naturtejo, é conhecido e estudado desde 1883, sobretudo no que diz respeito ao conteúdo paleontológico da Formação do Quartzito Armoricano, sendo que são especificamente as evidências de actividade paleobiológica que lhe dão reconhecimento, estando expostos ao longo do vale, como quadros numa impressionante galeria de arte.



FIGURA 1. Cruziana rugosa, um dos grupos de referência que existem em Penha Garcia.



FIGURA 2. Interpretação dos icnofósseis de Cruziana como escavações produzidas por trilobites durante a sua alimentação.

São conhecidas 36 formas de comportamento animal que tipificam esta formação com distribuição nas áreas costeiras que circundavam o antigo continente Gondwana. Esta jazida é considerada como referência internacional para o grupo *Cruziana rugosa* pela diversidade de comportamentos determinados, qualidade de preservação, dimensões (variando entre mm e as maiores Cruziana que se conhecem no registo paleontológico mundial), assim como a muito rara atribuição a um produtor (trilobite *Asaphida*) que coocorre nas mesmas rochas. A interpretação de Cruziana como escavações de alimentação atribuíveis a trilobites foi desenvolvida por Roland Goldring (1985) com base em recolhas feitas também em Penha Garcia, nos finais da década de setenta. São ainda reconhecidos comportamentos de crustáceos filocarídeos, de bivalves, de anémonas e de vermes (incluindo poliquetas sésseis e errantes). Devese realçar a ocorrência de uma pista de locomoção do tipo *Merostomichnites* atribuída a filocarídeos. Apenas se conhecem duas ocorrências em Portugal e esta é a única observável.

Tratam-se dos vestígios mais antigos deste grupo de artrópodes encontrados em Portugal.

O património paleontológico de Penha Garcia continua a revelar valores significativos à medida que são feitas novas descobertas pelos investigadores que ali trabalham, sustentados pela nobre herança deixada por grandes paleontólogos como Nery Delgado, Roland Goldring e Adolf Seilacher^{3, 5, 6, 11}.

O Parque Icnológico de Penha Garcia e o seu diversificado património geológico são percorridos pela Rota dos Fósseis, um percurso pedestre temático que atravessa a garganta rochosa do rio Ponsul e inclui também a Casa dos Fósseis, um espaço que alberga espécimes de fósseis, rochas e minerais locais e interpreta os processos de fossilização e os comportamentos deixados pelos organismos que aí viveram.

Este impressionante registo fóssil do Ordovícico, com uma idade compreendida entre os 479,1 e os 443,8 milhões de anos (Ma) não é o mais antigo do Geopark Naturtejo. Existem rochas do Ediacariano Superior, com fósseis dos mais antigos conhecidos em Portugal, datados de há cerca de 580 a 540 milhões de anos, em Salvaterra do Extremo e Monfortinho, que revelam a existência de oceanos cobertos de gelo num período da história da vida em que existiam quase somente formas unicelulares. Tratam-se de microfósseis planctónicos, como acritarcas¹².

Serra do Muradal

A oeste de Penha Garcia situa-se o relevo quartzítico do Muradal, do tipo "Apalachiano". Esta montanha ergue-se desafiante, quase meio quilómetro acima da Superfície de Castelo Branco que se estende, monótona e ocasionalmente retalhada pela incisão fluvial, até aos pés da Cardilheira Central¹⁰. O icnofóssil do tipo *Daedalus* é uma das mais intrigantes formas de comportamento que se encontram nas rochas quartzíticas desta montanha (FIGURA 3). Múltiplas marcas que lembram uma qualquer escrita ancestral indecifrável comprovam a existência de vida abundante quando, outrora, estas rochas dispostas em camadas eram sedimentos de um fundo marinho, do primitivo oceano Rheic, onde a vida proliferou e evoluiu. Um misterioso animal escavou sistematicamente a partir do fundo arenoso onde viveu, construindo sucessivas galerias verticais em forma de J dispostas de modo centrípeto, constituindo a três dimensões um cone, com o propósito de se alimentar do único recurso nutritivo em areias de quartzito lavadas pelo mar – películas de bactérias que envolviam os grãos.



FIGURA 3. Jazida da Penha Alta caracterizada pela abundância de icnofósseis de *Daedalus*, galerias de habitação e alimentação helicoidais produzidas por vermes.

Este estranho e complexo modo de viver viria a extinguir-se para sempre, conjuntamente com o animal que o produziu, há cerca de 430 Ma. Estes são testemunhos de uma vasta planície costeira que se estendia por quilómetros, cuja dinâmica pode ser testemunhada na Serra do Muradal. Ali se podem observar as evidências da abertura de um oceano, o seu fecho e a consequente deformação das rochas (FIGURA 4) sob enormes pressões, durante a formação do supercontinente Pangeia, e a formação progressiva da crista Apalachiana do Muradal. Esta crista é atravessada pelo percurso pedestre da Grande Rota Muradal-Pangeia, integrado no Trilho Internacional dos Apalaches que pretende ligar territórios norte-americanos, europeus e norte-africanos, outrora unidos na Pangeia, e que foram afastados pela abertura do oceano Atlântico. Este percurso temático evoca o supercontinente Pangeia, que existiu até há 200 Ma, com passagem por locais de interesse geológico, geomorfológico, paleontológico, biológico, histórico e cultural, incluindo uma Escola de Escalada e uma Via Ferrata – Caminho sobre o Oceano Ordovício.

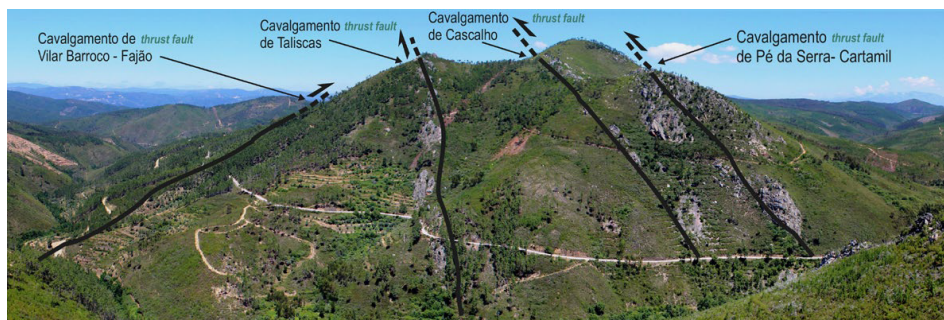


FIGURA 4. Vista panorâmica a partir do Miradouro do Zebro, sobre a crista quartzítica do Muradal, com destaque para a deformação das rochas resultante da colisão entre placas tectónicas, durante a formação da Pangeia.

Vale Mourão e as Portas de Almourão

As formações sedimentares, que ocorreram nos fundos marinhos há cerca de 500 Ma, surgem agora nos cumes das serras do Muradal, Penha Garcia e Talhadas. Estes materiais foram enrugados e elevados por forças compressivas derivadas da gigantesca colisão continental que originou a formação da Pangeia. A magnitude desta colisão continental pode ser testemunhada em Vale Mourão⁴, onde a consequente elevação da grande cordilheira montanhosa Varisca está bem patente na paisagem, com camadas verticalizadas e rochas dobradas e redobradas, em estruturas sinformas e antiformas dignas de respeito (FIGURA 5), como é o caso da Dobra Albarda. Neste contexto, o imponente geomonumento das Portas de Almourão desvenda uma impressionante garganta epigénica escavada pelo rio Ocreza nos últimos 2 Ma, tendo dado origem a um desfiladeiro com quase 400 m de profundidade (FIGURA 6). O rio aproveitou uma zona de fraqueza estrutural, pela existência de falhas, para entalhar o leito através da Serra das Talhadas. A geodinâmica e a dinâmica fluvial das Portas de Almourão fizeram com que as aldeias localizadas a jusante da garganta, Foz do Cobrão e Sobral Fernando, tenham sido locais com tradição para a exploração de ouro, desde o período romano até meados do século XX. Sobral Fernando é uma aldeia típica construída literalmente em cima de uma mina de ouro, uma conheira que aí ainda se pode visitar.



FIGURA 5. Dobras sinforma e antiforma, com eixos paralelos inclinados ou vergentes para NE, no Corte de Estrada Sobral Fernando-Carregais.

A este propósito, o percurso pedestre “Rota das Conheiras” percorre os vestígios destas antigas conheiras e a actividade “Há Ouro na Foz”, tradição recuperada pelo geoparque, permite experimentar o garimpo de ouro nas margens do Ocreza, utilizando técnicas milenares. Em Vale Mourão são vários os miradouros temáticos sobre o geomonumento das Portas de Almourão e sobre a flora e fauna da crista quartzítica que permitem uma leitura clara sobre a incisão fluvial e os ecossistemas rupícolas. A interpretação dos processos de deformação pode ser feita através de percursos pedestres guiados que cruzam a garganta e acompanham a deformação bem patente nas rochas, como “Os Segredos de Vale Mourão”, “Viagem pelos Ossos da Terra” e “Caminho do Xisto -Voo do Grifo”.

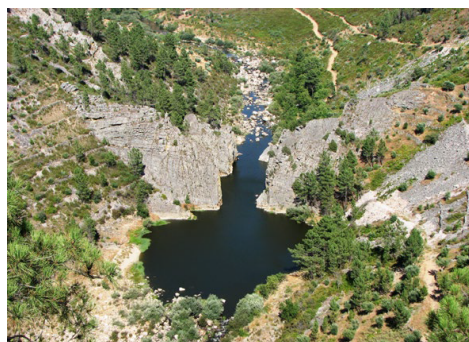


FIGURA 6. Portas de Almourão, garganta entalhada pelo rio Ocreza.

Vale do Tejo e as Portas de Ródão

A Serra das Talhadas, tal como a Serra de Penha Garcia ou a Serra do Muradal, exhibe rochas quartzíticas coesas e duras que eram originalmente areias móveis em fundos marinhos, como podemos comprovar pela existência de marcas de ondulação (ripple marks) comparáveis com aquelas que encontramos hoje nas praias e que nos indicam que este mar tinha aqui poucos metros de profundidade. Os quartzitos são rochas neste contexto particularmente resistentes à erosão, formando relevos residuais que sobressaem na paisagem quando as rochas existentes menos resistentes que os envolvem são erodidas. No Geopark Naturtejo estes relevos tão característicos, que constituem verdadeiras muralhas naturais, compõem os relevos apalachianos, como na serra de Penha Garcia, na serra do Muradal, na serra de Monforte da Beira ou na serra das Talhadas.

É precisamente na serra das Talhadas que se localizam as Portas de Ródão, em pleno curso do rio Tejo, um dos mais importantes rios da Península Ibérica, que ali corre entrenchado, submisso, entre gigantes quartzíticos (FIGURA 7). O Rio Tejo aproveitou a intersecção de quatro acidentes tectónicos gerando um vale encaixado nas serras de Talhadas e Perdigão, que atinge 45 m na largura mínima, entre escarpas quartzíticas com cerca de 200 m de altura. A incisão fluvial terá avançado a uma velocidade média de 10 cm por 1000 anos¹, tendo começado há cerca de 2,6 Ma, como se pode observar pelas etapas sucessivas de encaixe materializadas nos terraços fluviais².



FIGURA 7. Monumento Natural das Portas de Ródão.

Com base nas características geológicas e geomorfológicas, toda a área do Monumento Natural das Portas de Ródão encerra uma importante biodiversidade e um rico património arqueológico, marcado pela excepcionalidade do Complexo de Arte Rupestre do Tejo e também associado à ocupação dos terraços fluviais. Por exemplo, no Paleolítico Inferior, que remonta há mais de 150 000 anos, as cascalheiras dos terraços ofereceram ao ser humano matéria-prima para a construção de inúmeras ferramentas, que estão ainda hoje bem preservados.

Um passeio de barco pelas águas tranquilas do rio Tejo apresenta de vários prismas, científicos aos puramente estéticos, o Monumento Natural, permitindo cruzar as Portas de Ródão, que podem também ser observadas de vários miradouros temáticos dedicados ao património geológico e à biodiversidade. Percursos pedestres, como a Rota das Invasões, Trilhos do Conhal ou o Caminho das Virtudes, oferecem perspectivas magníficas sobre as Portas de Ródão e sobre as cristas quartzíticas paralelas das serras das Talhadas e do Perdigão. Destaque ainda para o percurso “Geologia e Arqueologia Urbanas” que proporciona uma abordagem integradora entre os vestígios arqueológicos e o substrato geológico.

Árvores Fósseis

Precisamente num destes terraços do Tejo, no Monte do Pinhal (designado T1)² foram encontrados os Troncos Fósseis de Vila Velha de Ródão (veja-se Neto de Carvalho & Rodri-

gues 2008)(FIGURA 8). O terraço fluvial do Monte Pinhal é o mais antigo e aquele que se dispõe a altitude mais elevada, à cota dos 180m e a 120m do leito actual do Tejo, tendo os troncos sido postos a descoberto entre os amontoados de seixos rolados de uma conheira, durante a exploração aurífera levada a cabo possivelmente durante o domínio Romano. Este terraço, datado de há cerca de 1,6 Ma², ravina depósitos cenozóicos anteriores, pelo que os troncos terão sido remobilizados das sequências arcósicas mais antigas por acção fluvial e depositados a jusante.



FIGURA 8. Troncos fósseis de Vila Velha de Ródão, recuperados do terraço fluvial do Monte Pinhal.



FIGURA 9. Detalhe de tronco, observando aspectos do sistema vascular, anéis de crescimento, incisões de choque e zonas apodrecidas.

O forte desgaste dos fósseis, as incisões de choque provocadas por seixos assim como a ampliação das fracturas pré-existentes que os seccionam, mostram que os troncos assentaram, em parte, num leito fluvial de elevada energia, cascalhento, posteriormente à sua fossilização. Assim, os troncos fósseis serão mais antigos do que os depósitos pliocénicos do Tejo, possuindo entre 15 e 5 Ma. Estes troncos e outros conhecidos partilham as características de uma mesma árvore atribuída a *Annonoxylon teixeirae*, cuja representante actual mais conhecida são as xilópias, do grupo das Anonáceas, indicando que o clima nesta região terá sido tropical, quente e húmido, mas com estações contrastantes.

Cascata da Fraga da Água d'Alta e os fósseis vivos da antiga Laurissilva

Estes troncos fossilizados são os últimos testemunhos de uma floresta que já não existe na região, assim como os vestígios actuais de Laurissilva, recentemente encontrados na Fraga da Água d'Alta, que actualmente apenas persistem em alguns locais da Macaronésia

e em alguns refúgios da Europa continental, com destaque para o azereiro (*Prunus lusitanica*), o folhado (*Viburnum tinus*), o amieiro negro (*Frangula alnus* L.) ou o *Omphalodes nitida*, um endemismo Ibérico. Estes vestígios de Laurissilva são autênticos fósseis vivos, representando florestas antigas que remontam ao período Terciário.



FIGURA 10. Cascata da Fraga da Água d'Alta, um reduto vestigial da Laurissilva europeia.

Deste paraíso agora encontrado destaca-se também as cascatas da Fraga da Água d'Alta, onde se observa a evolução do perfil do ribeiro que, nas condições climáticas actuais, vai regularizando os três relevos estruturais pela erosão e tenta alcançar o seu perfil de equilíbrio, um processo erosivo que se assemelha ao que terá levado, na sua fase inicial, à formação das gargantas das Portas de Almourão ou Portas de Ródão (FIGURA 10 e FIGURA 11). As bancadas métricas de quartzitos alternam com bancadas mais finas de quartzitos e xistos, essas menos resistentes à erosão fluvial, ocorrendo um encaixe diferencial da linha de água. O Vale das Cardosas é atravessado pela GeoRota do Orvalho, um percurso pedestre que aborda a riqueza da geodiversidade, da biodiversidade e do património cultural, deste troço da Serra do Muradal.

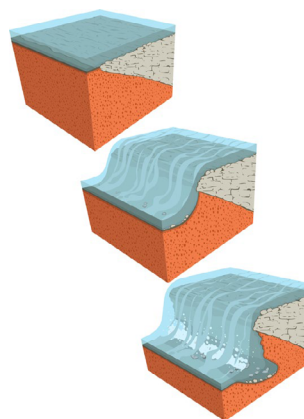


FIGURA 11. A diferente resistência entre quartzitos e xistos é responsável pela erosão diferencial que origina os degraus da Fraga da Água d'Alta.

Este património geológico excepcional, de origem quartzítica, que pauta o Geopark Naturtejo tem sido alvo de estratégias de geoconservação e divulgação para um público diversificado: habitantes, turistas, geoturistas, professores, estudantes e grupos heterogéneos, com o desenvolvimento de ferramentas apropriadas, estratégias específicas e guias especializados⁹. A interpretação da história geológica do Geopark Naturtejo, dos materiais e dos processos envolvidos, é fundamental na conservação dos valores da Geodiversidade, sensibilizando para a sua importância e vulnerabilidade. Por milhões de anos os duros quartzitos construíram a paisagem do Geopark Naturtejo. Mas mesmo estas rochas mais duras voltam e voltarão à sua condição original de areias de praia...

REFERÊNCIAS

- ¹ CUNHA, P. et al., *Tectonic control of the Tejo river fluvial incision during the Late Cenozoic, in Ródão – Central Portugal (Atlantic Iberian border)*. *Geomorphology*, 64, 271-298. 2005.
- ² CUNHA, P. et al., *Dating the Tejo River lower terraces in the Ródão area (Portugal) to assess the role of tectonics and uplift*. *Geomorphology*, 102, 43-54. 2008.
- ³ DELGADO, J. F. N. *Terrenos paleozóicos de Portugal:-Estudo sobre os Bilobites e outros fósseis das quartzites da base do systema silurico de Portugal*. Memória da Secção de Trabalhos Geológicos de Portugal, Lisboa, 113 pp. 1885.
- ⁴ METODIEV, D. et al. *Vila Velha de Ródão Variscan complex syncline: stratigraphy and structure (Central-Iberian Zone, Portugal)*. In Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (eds.), *New challenges with geotourism*. Proceedings of the 8th European Geoparks Conference, Idanha-a-Nova: 144-149. 2009.
- ⁵ NETO DE CARVALHO, C. *Os Testemunhos que as Rochas nos Legaram: Geodiversidade e Potencialidades do Património do Canhão Fluvial de Penha Garcia*. *Geonovas*, 18, 35 - 65. 2004.
- ⁶ NETO DE CARVALHO, C. *Roller coaster behaviour in the Cruziana rugosa group from Penha Garcia (Portugal): implications for the feeding program of Trilobites*. *Ichnos*, 13(4), 255-265. 2006.
- ⁷ NETO DE CARVALHO, C. & RODRIGUES, J. *As árvores fósseis de Vila Velha de Ródão: contribuição para a sua conservação e valorização como geomonumentos*. *Açafa On-line*, 1-23. 2008.
- ⁸ NETO DE CARVALHO, C. & RODRIGUES, J. *Building a Geopark for fostering socio economical development and to burst cultural pride: the Naturtejo European Geopark (Portugal)*. In: P. Florido & I. Rábano (Eds), *Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero*. *Cuadernos del Museo Geominero*, 12, 467-479. 2010.
- ⁹ RODRIGUES, J. *Pedagogical Geosciences tools to explain Naturtejo Geopark in both non-formal and formal environments. Libro de Ponencias II Conferencia del Proyecto Geoschools: "Geología y Sociedad: Alfabetización Geocientífica"*. *Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza*, 10, 2012.
- ¹⁰ RODRIGUES, J.C., et al., *Património geológico da Serra do Moradal (Oleiros): Inventariação, certezas e potencialidades geoturísticas*. *Açafa On-line*, 2, 1-53. 2009.
- ¹¹ SEILACHER, A., *Trace Fossil Analysis*. Springer, 226 p. 2007.
- ¹² SEQUEIRA, A. *Provável discordância intra Grupo das Beiras na região entre Monfortinho e Idanha-a-Velha*. *XII Reunião de Geologia do Oeste Peninsular*, vol. 1, 41-52. 1993.