



OS GEOMONUMENTOS DO GEOPARK NATURTEJO MUNDIAL DA UNESCO

The Geomonuments of the Naturtejo UNESCO Global Geopark

Carlos Neto de Carvalho

Coordenador Científico do Geopark Naturtejo Mundial da UNESCO. Serviço de Geologia do Município de Idanha-a-Nova. Colaborador do Instituto D. Luiz – Universidade de Lisboa. Membro da Associação de Estudos do Alto Tejo

Palavras-chave Património Geológico, Geomonumentos, Geopark Naturtejo
Keywords Geological Heritage, Geomonuments, Geopark Naturtejo

Resumo

Definindo um Geomonumento como uma área de excepcional significado geológico multidisciplinar, um recurso cultural não renovável que merece ser protegido e valorizado, faz-se uma síntese do significado dos 17 geomonumentos para a definição da história geológica dinâmica do Geopark Naturtejo, território integrado no Programa Internacional de Geociências e Geoparques da UNESCO justamente pelo seu Património Geológico.

Abstract

By defining a Geomonument as an area of exceptional geologic multidisciplinary significance, a non-renewable cultural resource which deserves to be protected and valued, a synthesis is made of the relevance of 17 geomonuments for the comprehension of the dynamic geological history of the Naturtejo Geopark, a territory included in the International Programme of Geosciences and Geoparks of UNESCO for its Geological Heritage.

Introdução: Geomonumentos vs. Geossítios

Todos aceitamos uma catedral, um castelo, um vestígio pré-histórico ou uma festividade popular como relevante património de um passado de séculos ou mesmo milénios. São memórias culturais tangíveis ou intangíveis, quantas vezes singulares na sua tipologia, que procuramos preservar para as gerações vindouras. Do mesmo modo, muitas ocorrências geológicas podem e devem ser entendidas como outros tantos documentos de uma história ainda mais antiga, processada ao longo de milhões e milhões de anos. Nelas reside a memória da Terra e da Vida. Fazem parte do nosso Património Natural e merecem tanta atenção quanto a prestada ao Património Cultural (Galopim de Carvalho, 2010). Ainda nas palavras do Prof. Galopim de Carvalho, à semelhança de uma catedral ou qualquer vestígio histórico que, pelos seus significado e grandiosidade, são considerados monumentos, também certas ocorrências geológicas, ou geossítios, evidenciam características de excepcionalidade contextual que permitem classificá-las como GEOMONUMENTOS.

Geomonumentos são ocorrências geológicas que, pela sua elevada importância e pelo facto de constituírem recursos culturais não renováveis, devem ser preservados e valorizados (Galopim de Carvalho, 1999). Distinguem-se à escala do afloramento, do sítio ou da paisagem. Já um Geossítio, ou Sítio/Local de Interesse/Importância Geológica e pode ser definido como lugar de interesse particular para o estudo da geologia, geralmente com características notáveis do ponto de vista científico, didático e/ou turístico (Brilha, 2005). São considerados elementos excepcionais da geodiversidade. O património geológico compreende as ocorrências naturais de elementos da geodiversidade – os geossítios – que possuem excepcional valor científico. Trata-se de locais onde os minerais, as rochas, os fósseis, os solos, as águas ou as geoformas possuem características próprias que nos permitem conhecer a história geológica do nosso planeta. Os geossítios, para além de terem um valor científico, podem igualmente ter um valor educativo e turístico, cujo uso sustentado deve ser promovido para usufruto da sociedade (Brilha, 2005).

O Geopark Naturtejo Mundial da UNESCO integrou a Rede Europeia e Global de Geoparques em 2006 e é reconhecido no âmbito do Programa Internacional de Geociências e Geoparques da UNESCO. O Inventário do Património Geológico e Geomineiro do Geopark Naturtejo inclui hoje 176 geossítios. Desde o princípio do projecto deu-se primazia à valorização de 17 geomonumentos espalhados pelos 7 municípios que constituem o território classificado, pois são os testemunhos-chave da evolução geológica da paisagem desta região, tal como a conhecemos actualmente. Felizmente, outros geossítios têm evoluído na sua valorização para Geomonumentos de que se destaca, nos dias que correm, o Barrocal, em plena cidade de Castelo Branco. Ao longo dos anos, temos vindo a estudar a importância científica, mas também formas de valorização dos geomonumentos. Reunimos toda a informação dada a conhecer por diferentes geocientistas sobre estes geomonumentos na bibliografia que temos publicado e que se encontra no final deste artigo. No presente trabalho sintetizamos a relevância científica, mas também cultural de cada um dos geomonumentos. Importa dizer em poucas palavras, mais próximas da generalidade das pessoas, de uma forma talvez menos racional e um pouco mais emocional, porque vivida na primeira pessoa, quase diariamente, há 25 anos, porque é que estas áreas do território classificado pela UNESCO são reconhecidas a nível nacional e internacional, uma vez que caracterizam as principais etapas da evolução geológica da paisagem desta região num contexto geodinâmico mais alargado. Esta é a história geológica do Geopark Naturtejo

contada nos seus principais episódios. Esperamos que a nossa bem-intencionada tentativa possa chegar a mais audiência, para que aumentem os contributos científicos sobre os geomonumentos, os geossítios e a geodiversidade do Geopark Naturtejo Mundial da UNESCO, de tão extraordinário interesse, e para que haja um envolvimento crescente na sua protecção, valorização e disseminação.

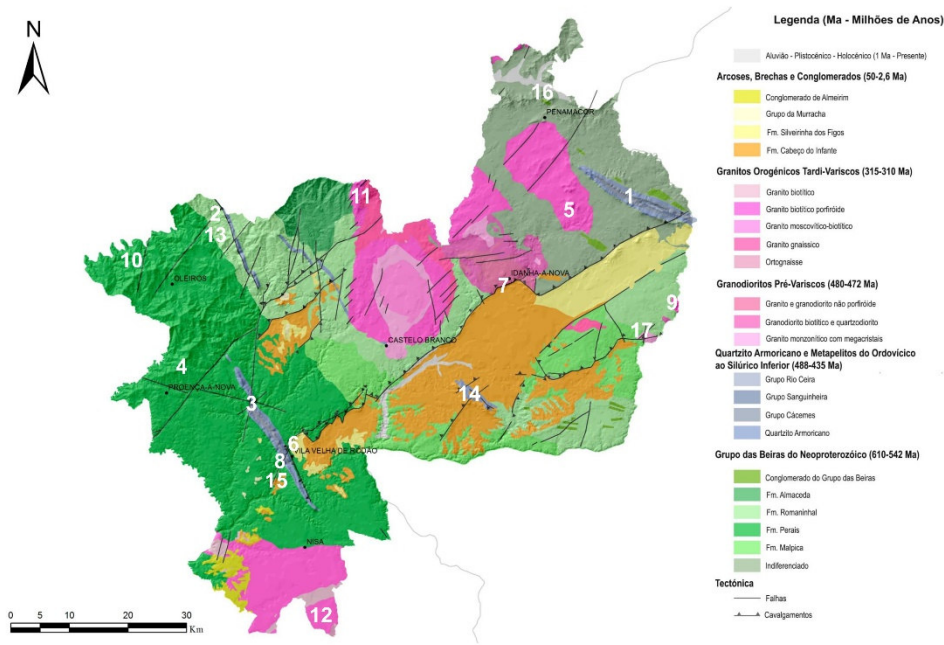


Figura 1. Mapa geológico simplificado do Geopark Naturtejo Mundial da UNESCO, com a localização dos Geomonumentos descritos, pela ordem apresentada.

A diversificação da Vida num Oceano passado: Parque Icnológico de Penha Garcia

Penha Garcia é um refrescante mergulho na imensidão do Tempo: na vertente sul, uma aldeia que se espraia pacata e luminosa a partir da fraga templária que lhe dá nome; no lado oposto, a queda vertiginosa para um mar de há quase 500 milhões de anos, repleto de histórias da Vida petrificados em duros fragões quartzíticos. Aqui nasceu uma ideia de sustentabilidade para a região, neste Geomonumento se

fundamentou o que é hoje reconhecido como Geopark Naturtejo - Geoparque Mundial da UNESCO.

Cerca de cem metros abaixo da coroa de Castelo templário corre o pequeno Ponsul submisso entre gigantes de quartzito que se inclinam 60-70° para, ainda que a custo, o deixar passar. São lajes verticais que impressionam, outros tantos fundos do mar deste Oceano Rheic ainda então jovem no Período Ordovícico, superfícies lisas que os praticantes de escalada anseiam vencer, superfícies onduladas por tempestades extraordinárias, superfícies inscritas por formas marinhas primordiais. As "Cobras Pintadas" de Penha Garcia são a mais vívida expressão da complexidade adoptada por modos de vida há muito extintos acompanhando o encerramento do Oceano Rheic para dar origem a uma montanha, que é hoje uma galeria de Arte Fóssil, um hino à evolução da Vida, nesta paisagem natural tão especial do Rio Ponsul. Respeitadas como símbolo da curiosidade natural do povo, estas marcas específicas de actividade paleobiológica conhecidas pelos paleontólogos como icnofósseis distribuem-se em profusão por algumas camadas de quartzito, de tal maneira que os locais as encheram de lendas e muito se orgulham de serem uma referência internacional do património de Penha Garcia. A sua superfície estriada e a sua forma em cordão bilobado, contorcido em caprichosas voltas, reflectem o modo e os comportamentos de busca de alimento no fundo marinho de um dos animais mais bem-sucedidos nos estádios iniciais da sua evolução - as Trilobites. Tão bem-sucedidos eram aqui estes animais que as suas frugais refeições ficaram materializadas em icnofósseis do tipo *Cruziana*, as maiores e das mais bem preservadas que se conhecem a nível mundial.

Um olhar visitante deleita-se com o vale do Ponsul na sua harmonia pétrea, com evidências constantes de uma extensão humana das fragas. Já um olhar treinado poderá ir um pouco mais longe, às origens do grande oceano Paleozóico, e descobrir o grande delta de rio que se estendia desde o nordeste africano à Península Ibérica, para em Penha Garcia confluir no grande mar austral. Nesse momento e neste ponto do planeta onde o substrato de Penha Garcia se localizava, deu-se uma enorme diversificação das formas de vida, acompanhado a tendência global de radiação biológica conhecida para o Ordovícico. Só nestas rochas da pequena garganta do Ponsul identificámos já 36 vestígios paleobiológicos diferentes, que são também o reflexo da diversidade de habitats marinho-deltaicos existente à época, da enorme quantidade disponível de nutrientes e da variabilidade ecológica promotora de mecanismos adaptativos. Um oceano de inovações evolutivas, mas estruturadas numa base sólida de estilos de vida bem-

sucedidos no passado, que levaram a uma optimização do uso dos recursos disponíveis. Afinal, não deve ser este o princípio intrínseco ao desenvolvimento sustentável de qualquer sociedade?



Figura 2. As famosas *Cruziana* de Penha Garcia: marcas de atividade paleobiológica de trilobites.

O fecho de um Oceano: Garganta do Zêzere

O Rio Zêzere atravessa com estrondo o grande Muradal: os duríssimos quartzitos são vencidos pela erosão de uma profunda garganta com 350 metros de profundidade. As praias do grande oceano paleozóico, onde formas de vida desenharam um infindável número de dédalos de galerias em busca de alimento, linha de costa do Rheic que aqui se pode acompanhar ao longo de dezenas de quilómetros, foram atiradas ao ar pelo movimento compressivo, quase infinitamente esmagador, da Orogenia Varisca.

O formidável Penedo das Sardas, sobrevivente de um oceano feito cordilheira de montanhas, mostra todas as cicatrizes orogénicas. Na lenta organização das placas litosféricas para a constituição do supercontinente Pangeia, esta região meridional da Zona Centro-Ibérica foi afectada de modo particular. A sucessão sedimentar que se iniciara há mais de 600 milhões de anos e que se depositou até há, pelos menos, 435 milhões de anos, seria empilhada de uma nova forma. Nesta primeira fase orogénica, mais intensa, os quartzitos suportaram grande parte da deformação, dobrando como massa até formarem o sinclinal de Muradal-Fajão, uma dobra decaquilométrica assimétrica no sentido da progressiva compressão máxima, que à época se fazia para ENE actual. As formações do Ordovícico Médio acabaram por desaparecer neste local, sendo a sequência marinha regressiva do Ordovícico Superior/Silúrico Inferior espremida pela falha cavalgante de Vilar Barroco-Fajão. Toda a estrutura é então intensamente delaminada por numerosas falhas cavalgantes, e dobrada entre estas. As brechas de falha confundem-se com os diamictitos resultantes da grande glaciação do Ordovícico Superior, indícios do processo que despoletou uma sucessão de eventos de extinção em massa que reduziu em cerca de 85% o número de espécies marinhas. Por atrito, no lado oposto do sinclinal surgiu a Falha de Pé da Serra-Cartamil, por onde as rochas do Grupo das Beiras, mais antigas e organizadas com direcção distinta daquela obtida pelas formações paleozoicas, foram trepando às cavalitas das grandes barras de quartzitos do Ordovícico Inferior.

Na Garganta do Zêzere observa-se ainda o resultado dos cisalhamentos que permitiram a individualização do Penedo das Sardas no contexto do Muradal, grandes falhas de desligamento com movimento esquerdo que, face às elevadíssimas pressões induzidas, afilaram o sinclinal e rodaram a estrutura a partir do seu eixo principal, como se da confecção de "pasta" estivéssemos a falar. Estes cisalhamentos dariam a oportunidade de se desenvolverem falhas, de orientação

nordeste-sudoeste, já numa fase tardia da Orogenia Varisca. Cerca de 280 milhões de anos passados, o adelgaçamento falhado do sinclinal de Muradal-Fajão irá permitir que o Rio Zêzere surpreenda os quase invencíveis quartzitos com a abertura de um impressionante "cabril" ou "porta" na expressão popular, neste seu vale construído ao longo do Quaternário.



Figura 3. A Garganta do Zêzere, próximo de Admoço.

A Orogenia Varisca: Portas de Almourão

Imaginem um oceano austral de há quase 500 milhões de anos transformado numa montanha; imaginem uma gigantesca onda de areia recristalizada na paisagem; imaginem uma montanha talhada, de cima a baixo, por um rio que corre selvagem numa garganta de vertigens com 400 m de profundidade; agora imaginem a felicidade de encontrar tudo isto num só local: pois, esse lugar chama-se Portas de Almourão...

As Portas de Almourão, ou de Vale Mourão (dependendo se estamos na margem de Proença-a-Nova ou de Vila Velha de Ródão), entreabrem-se pelo cruzamento de diferentes falhas, umas mais antigas, outras provavelmente ainda activas, como a

Falha da Sertã, numa profunda garganta que esventra a Serra das Talhadas. Aqui, onde a dura rocha quartzítica metamorfizada se vê enfraquecida pela intensa fracturação, o Rio Ocreza definiu o seu traçado antecedente, na resposta incessante ao encaixe quaternário do Rio Tejo, de que é tributário. Imediatamente antes do estrangulamento da garganta, ou logo após o abandono da montanha, o Ocreza preenche os seus terraços de sedimentos, onde se encontra sempre uma "pastana" de ouro, que alimentou os sonhos de liberdade de gerações de gaudaieiros e que trouxe a máquina Imperial romana até estas paragens. A singela aldeia de Sobral Fernando cresceu em cima de uma mina de ouro romana.



Figura 4. A impressionante deformação varisca observada nas escarpas das Portas de Almourão

Se queremos entender como se definiu a Orogenia Varisca pelas paragens mais meridionais da Zona Centro Ibérica, então há que escalar estas superfícies de falhas cavalgantes, estes flancos de dobras assimétricas, estes planos de estratificação verticais que já foram o fundo do mar; as Portas de Almourão são

exemplares na definição de uma deformação progressiva, com sentido nordeste, decorrida ao longo de três principais fases. As evidências dum oceano que se fez montanha na reunião continental da Pangeia estão por toda a parte: as ondas que emprestaram a sua forma às ripples que marcam a superfície dos estratos quartzíticos, também eles frequentemente cobertos por uma intensa actividade biológica que se diversificava durante o Grande Evento Ordovícico; as ondas sísmicas que se perpetuaram nas dobras tectónicas, assimétricas ou cilíndricas, de arrasto assumindo o movimento das falhas, umas cavalgantes outras retrocavalgantes, e nas mais diversas escalas, do cristal à montanha.

O fim do Ciclo Varisco: Miradouro Geomorfológico das Corgas

Hoje sobe-se confortavelmente à empinada Serra das Corgas. Do seu topo, a mais de 950 m de altitude, deleitamo-nos com uma das mais belas paisagens da Meseta, meio quilómetro mais abaixo, ali aos nossos pés. O olhar estende-se por dezenas de quilómetros, ao longo desta superfície gravada pelas variações tectónicas e climáticas que transportaram esta paisagem ao longo da intensa meteorização equatorial, durante o Mesozóico, e por ambientes intertropicais desérticos, que promoveram a remoção erosiva dos materiais alterados, durante o Paleogénico. Restou-nos nesta superfície, uma magnífica montanha de duros quartzitos recristalizados montada numa extensa dobra tectónica ao longo de toda a Orogenia Varisca, a extensa Falha de Sobreira Formosa materializada em vale de fractura que acompanha a varanda tectónica onde nos encontramos até cortar a crista quartzítica, tardia por isso em relação à orogenia e, por fim, o aplanamento de Montes da Senhora, evidência da Meseta antiga de 50 milhões de anos, mordida pela drenagem quaternária, basculada para sul pela reactivação alpina da Falha da Sobreira Formosa. Se queremos ir mais além do que uma simples apreciação estética das cristas apalachianas da Serra das Talhadas, preenchidas pelas brumas azuladas do Tejo em final de tarde, temos de encher bem os olhos com esta imensidão de Tempo geológico (uns binóculos também podem ajudar).

A Orogenia Varisca resultou do fecho de oceanos por aproximação progressiva de diferentes placas tectónicas até à formação do supercontinente Pangeia, há 280 milhões de anos. Durante mais de 100 milhões de anos, os sedimentos empilhados nos fundos oceânicos e apanhados na colisão de placas litosféricas foram sendo esmagados face às pressões incríveis geradas, constituindo-se como montanhas

metamórficas resultantes do dobramento e redobramento das camadas sedimentares. A Serra das Talhadas avista-se daqui como uma grande dobra em U, em cujos flancos, que se materializam nas duras cristas quartzíticas, se encontram as rochas mais antigas. Esta dobra sinclinal evoluiu por uma deformação progressiva, tão intensa nas suas fases iniciais, que as rochas se comportaram como plasticina. A rampa lateral de Sobral Fernando, onde o Rio Ocreza conseguiu rasgar a montanha quartzítica, mostra claramente a transição súbita entre o dobramento menos intenso imediatamente a sul, e a crista única desenvolvida para norte, fruto de sucessivos e brutais apertos.



Figura 5. A terminação norte do Sinclinal de Ródão.

A Serra das Talhadas é ainda cortada por diversas falhas. Estas estruturas tectónicas, de orientação predominante NE-SW, resultaram da evolução da deformação Varisca, agora não tão intensa e mostrando variação de direcção. Na paisagem, materializam-se no longo plano preenchido de vinhas da Catraia Cimeira, que separa as serras das Talhadas e da Venda, assim como no vale que separa esta única das Pedras Brancas. Outro aspecto claramente apreciável é que,

apesar dos maciços montanhosos seguirem a mesma direcção, as diferentes falhas separaram-nos, movendo-os horizontalmente uns em relação aos outros. Separa as Pedras Brancas da Serra da Venda mais de um quilómetro, ao longo da Falha de Sobreira Formosa. Esta distância demonstra bem a magnitude da actividade tectónica da região durante a Orogenia Varisca. Felizmente para os que vivem presentemente nesta paisagem, a Orogenia Alpina por que passamos nunca lhe foi comparável nos processos morfogenéticos. Não obstante, a Serra de Corgas ergue-se hoje meio quilómetro acima da Meseta o que demonstra que a Orogenia Alpina, nas suas fases paroxismais, terá tido libertações de energia sísmica frequentes e verdadeiramente construtoras de grandes formas de relevo, como é o caso da Cordilheira Central Ibérica.

A evolução da Paisagem no Mesozóico húmido ao Paleogénico árido: os Montes-Ilha de Monsanto

As paisagens graníticas encontram-se entre aquelas que oferecem maior geodiversidade. O Geopark Naturtejo - Geoparque Mundial da UNESCO é particularmente rico em granitóides, fundamentalmente de dois períodos distintos: o mais antigo relativo à abertura do Oceano Rheic há cerca de 500 milhões de anos; o mais recente, correspondente à última fase do fecho deste oceano com a consequente Orogenia Varisca, resultando da fusão de Crusta Continental de origem sedimentar. É neste último período e génese que se incluem os granitos constituintes de um "arquipélago" de montes-ilha ou inselbergs localizado entre Penamacor e Monsanto. Entre este destaca-se Monsanto, o mais extraordinário Geomonumento granítico do Geopark Naturtejo.

Erguido mais de 350 metros sobre a Superfície de Castelo Branco, um verdadeiro marco na paisagem a mais de uma centena de quilómetros, sacralizado e habitado desde o Neolítico, este espectacular inselberg complexo terá tido a sua evolução a partir de uma aplanagem inicial desenvolvida até ao Jurássico Superior. O escalonamento em escarpas e terraços, desde Carroqueiro, passando por Relva e pela vila de implantação quinhentista, ao cume plano defendido pelas muralhas templárias entre maciços acastelados naturais, é testemunho das múltiplas fases por que passou a evolução das vertentes, em função das alterações climáticas ocorridas durante o Cenozóico.



Figura 6. Geoformas graníticas no sopé do *inselberg* de Monsanto.

Evidências concretas da modelação lenta das formas graníticas são as pias de meteorização. Estas ocorrem em profusão ao longo das vertentes de Monsanto, no topo sub-horizontal de blocos como as lendárias 13 Tigelas, ou no piedmont rochoso liso que foi exposto na base do inselberg há cerca de 50 milhões de anos, a partir de Chão do Touro. A evolução destas geoformas mede-se em milímetros a cada mil anos, através da desagregação, cristal a cristal, resultante da transformação por contacto com a água, da biotite e das plagioclases em argilas. No piedmont, junto à Ribeira das Cantarinhas encontramos gigantescas pias com largos metros de extensão. Elas atestam a antiguidade das formas de Monsanto e inspiram uma mitologia ancestral diversa, de que se destaca também a gruta de Santo Amador, o Penedo da Serpe e a fenda do demónio do Barrete Vermelho, parte daquilo que é a relevância geocultural de carácter supranacional que singulariza Monsanto e o modo de viver milenar neste Geomonumento.

Fósseis indicadores de evolução climática no Neogénico: os Troncos Fósseis de Vila Velha de Ródão

Encontrar fósseis nos sedimentos mais antigos da Bacia cenozóica do Baixo Tejo não é para o comum dos mortais. Ainda para mais fósseis que nos revelem tantas histórias, da sua vida, mas também de todas as atribuições tafonómicas por que passaram até serem resgatados como património de todos. Este é o caso exemplar, e são as aventuras, dos troncos fósseis de Vila Velha de Ródão.

Classificados pelos paleobotânicos, especialistas no estudo dos restos de plantas fossilizados, como eventualmente pertencentes à espécie *Anonnoxylon teixeirae*, são por si homenagem a uma das personalidades que se destacou e se dedicou, de corpo e alma à paleobotânica e, em geral, à Geologia portuguesa, Carlos Teixeira. Descrita originalmente em sedimentos miocénicos de Ponte de Sor, incrivelmente esta espécie corresponde aos únicos achados paleontológicos realizados na sub-bacia de Ródão-Moraleja, no lado português. O que sabemos desta espécie? Que é um parente afastado das anoneiras, uma espécie próxima das pimenteiras que ainda hoje vivem a latitudes que vão das regiões sub-saharianas à Venezuela, em florestas subtropicais "sempre verdes". Assim, no Miocénico médio ou superior (porque a idade destas ocorrências ainda não está completamente determinada), a região da Charneca de Ródão onde estes fósseis foram encontrados mostrava um clima quente e húmido, diferente daquele que temos por aqui na actualidade. No entanto, em secções dos troncos fossilizados é possível verificar a presença de anéis de crescimento, que surgem como resposta à sazonalidade climática com estações contrastadas. Por outro lado, a madeira enterrada em bancos de areia de quartzo deu origem a uma fossilização por sílica sub-microscópica que foi substituir as paredes celulares dos tecidos em decomposição, por precipitação como salmoura sempre que a humidade no solo escasseava. As anonáceas do Ródão eram habitantes de um sistema fluvial anterior ao Rio Tejo, tal como hoje o conhecemos. Alguns milhões de anos mais tarde seria o grande rio ibérico, entretanto já remetido ao seu vale inciso, a resgatar estes fósseis da mortalha miocénica.

Há um milhão de anos, era o Tejo um rio rejuvenescido e vigoroso, com forte capacidade de erosão ao longo da sua bacia hidrográfica, quando se deu a remobilização, transporte e deposição de sete bioclastos, naquele que foi definido como o seu primeiro terraço fluvial. O polimento, as marcas nas suas superfícies e a presença de seixos arredondados do transporte fluvial enfiados nas reentrâncias

mostram que, após estes troncos petrificados terem sido resgatados da sucessão arenítica de idade miocénica, foram transportados violentamente como bioclastos, eventualmente fragmentados ao longo de um leito cascalhento nos invernos caudalosos, até serem depositados na planície de inundaçã e aí permanecerem por quase um milhão de anos mais.



Figura 7. Detalhe da preservação dos anéis de crescimento no tronco fóssil.

Até que um dia, nem mais nem menos que o Império Romano os encontrou. Na incessante busca de ouro nas aluviões actuais e antigas do Baixo Tejo, os trabalhadores das minas de ouro existentes na vasta área da Charneca de Ródão encontraram sete troncos fossilizados. Não sabemos se estariam dispersos na

região, mas a verdade é que os achados foram concentrados numa única zona de uma escombreira estéril, e aí ficaram por quase dois mil anos, entre blocos e seixos de quartzo e quartzito, de composição siliciosa idêntica à dos fósseis.

Já nos inícios da década de 90 do séc. 20, os troncos fósseis foram encontrados por trabalhadores rurais que, nem de propósito, os confundiram com elementos constituintes de colunas de templos romanos. A Associação de Estudos do Alto Tejo, desde a década de 70 extremamente activa na identificação e escavação de património arqueológico regional, acabou por levar os fósseis aos especialistas que deles saberiam tratar. Hoje, estas preciosidades de uma floresta há muito desaparecida podem ser encontradas no espaço nobre do Centro de Arte e Cultura do Tejo, em Vila Velha de Ródão, assim como no museu municipal e em colecções privadas locais que os souberam apreciar e deixar apreciar. É claro que nem todos tiveram destino tão nobre; um dos troncos acabou por desaparecer da propriedade onde se encontrava em exibição. Provavelmente, nunca o encontraremos e a nossa história geológica vê-se assim diminuída.

O paroxismo Bético da Orogenia Alpina: a Falha do Ponsul

Sobe-se ao Monte do Castelo, o relevo residual mais elevado da cidade de Castelo Branco, para apreciar a Falha do Ponsul. A névoa que marca a escarpa de linha-de-falha releva a presença do Rio Ponsul que corre logo abaixo, no lábio rebaixado desta falha inversa. Mas nem sempre assim foi. A separação horizontal quilométrica entre o inselberg ou monte-ilha quartzítico de S. Martinho e a Serra de Monforte da Beira, lá mais ao fundo e abaixo, traduz a magnitude sísmica que esta falha teve quando foi criada no final da Orogenia Varisca, há quase 300 milhões de anos.

A sua reactivação, com o levantamento da região de Castelo Branco em relação ao Alto Alentejo, deu-se nos últimos 10 milhões de anos, como consequência da aproximação entre as placas tectónicas Núbia e a porção ibérica da Euroasiática. E como o caminho de África se faz no sentido de uma continuada aproximação mediterrânica para noroeste, a Falha do Ponsul segue activa. Hoje, é um gigante adormecido que cruza por mais de uma centena de quilómetros esta parte da Meseta Ibérica, a qual se estende daqui até bem para dentro da Extremadura, onde se vê as cristas quartzíticas da Sierra de San Pedro e de S. Mamede a convergirem, a mais de 100 km de distância.



Figura 8. A escarpa de Falha do Ponsul em Idanha-a-Nova

A História do Rio Tejo: Monumento Natural das Portas de Ródão

Poderíamos estar a chegar, ou já de partida. Mas nunca deixaremos de passar pelas majestosas Portas de Ródão. Um verdadeiro Monumento Natural, hoje protegido, marco simbólico de uma paisagem feita de rotinas e do sagrado, para as espécies, as sociedades, as comunidades e as gerações que habitaram a região ao longo de milénios, não há melhor local para contar a História do Rio Tejo.

As suas águas, hoje amansadas, já tiveram invernias em que cresceram aqui mais de 25 metros acima do seu nível habitual. Porque o rio corre limitado ao longo de profundo vale, corre na direcção do Atlântico, mudando de rumo a cada falha tectónica que fragiliza o substrato. Vem ele a acompanhar a crista quartzítica da Serra de S. Miguel para noroeste quando, atingindo a Charneca de Ródão, faz um apertado cotovelo e resolve cortar a montanha multiplicada por duas, numa magnífica dobra tectónica em forma de U. É uma incisão a golpe de machado, mais

de 250 metros a prumo, 45 metros de largura mínima. Mas como se explica que o Tejo tenha perfurado a montanha, abrindo as imponentes Portas de Ródão, só para continuar o seu rumo ao Atlântico?

Os mistérios do Tejo condensam-se e desvendam-se no Ródão. O rio já foi outro, um rio sem vale, um rio que nem sempre foi suficiente para chegar ao oceano, que há mais de 4 milhões de anos se entrelaçava numa extensa planície aluvial de mais de 20 km de largura, que se abria num delta, um super "Mar da Palha", de múltiplos canais, espalhando-se no que é hoje Lisboa até Setúbal. Não é difícil encontrar evidências desse rio antes do nosso Tejo: os retalhos planálticos que se estendem de Montalvão a Ponte de Sor, hoje a mais de 300 metros de altitude, têm a sua assinatura sedimentar, que a Falagueira tipifica. Mas a certa altura, num período em que a Litosfera africana se aproxima da Península Ibérica a cerca de 5 mm por ano, começaram a definir-se os abatimentos tectónicos da Charneca e de Arneiro, de um e do outro lado da extensa muralha quartzítica, bordejada a norte e a ocidente pela activa Falha do Ponsul, onde a Fonte das Virtudes vai permitindo a exalação de humores. Nestas depressões, uma escadaria de seis terraços fluviais expressa as vontades paleoclimáticas e tectónicas do rio no último milhão de anos, mas também revela as mais antigas presenças do Homem, a chegada precoce dos Neandertais e a sua partida tardia, em plena glaciação, associada à extinção de grandes mamíferos estranhos à paisagem que hoje julgamos imutável.

Mas porquê no Ródão e não em outro sítio? A Serra das Talhadas sempre foi a barreira permeável que permitiu ao Tejo crescer na sua capacidade de escavar o seu leito. Durante os picos regressivos, quando o nível do Atlântico chegou a atingir mais de 100 metros abaixo do actual, o Tejo naturalmente ia mais longe, constituindo aquilo que é hoje o canhão submarino de Lisboa. Nestas fases, o rio rejuvenescia e aumentava a sua capacidade de aprofundar o vale a montante. No gigantesco obstáculo da Serra das Talhadas, feito de uma das rochas mais duras havia, no entanto, um único ponto de fraqueza. Onde as águas se avolumavam na depressão de Ródão, existe uma falha perpendicular aos flancos quartzíticos. O flanco nordeste, mais delgado, não seria tão difícil de rasgar, e a prova é que aqui as "Portas" se escancaram; já o flanco sudoeste, dobrado e redobrado durante a Orogenia Varisca, seria à partida o derradeiro obstáculo. No entanto, aqui cruzam-se três falhas paralelas e contemporâneas, que delimitam por escarpa vertical a montanha quartzítica. Segue-se a depressão do Arneiro e a grande Falha do Ponsul. No conjunto, a intersecção de tão grande número de importantes falhas, umas há muito inactivas outras reactivadas há bem pouco, permitiu que o Tejo

esculpsisse tão triunfal pórtico. Monumental forma de relevo que celebra a importância deste rio maior do sudoeste europeu para a diversificação dos ecossistemas ibéricos, como via, recurso, símbolo e espaço sagrado para as gentes que aqui têm vivido, sempre com um "coração maior do que as Portas".



Figura 9. Portas de Ródão: a montanha quartzítica cortada pelo Rio Tejo

Resposta erosiva a um substrato heterogéneo: Canhões Fluviais do Rio Erges

O Rio Erges, ou Rio das Elhas na Fala ou Xalimés, é um dos últimos rios selvagens de Portugal. A sua natureza bravia determinou uma porção de fronteira que, embora socialmente quase sempre permeável, ao longo de 50 km é uma das mais antigas definidas entre nós e os irmãos espanhóis. Esta natureza confere-lhe traços de personalidade próprias, a nível de uma paisagem cultural pouco humanizada, desde que nasce e se despenha da Sierra de Gata, em plena Cordilheira Central Ibérica. Na raia, fruto de uma geodiversidade extraordinária e como resposta à

evolução do curso do Tejo na direcção do Atlântico, o Erges abriu três profundas gargantas, cuja forma, profundidade e orientação do vale foram determinantes para a ocupação humana, mas também para a subsistência de ecossistemas rupícolas de grande importância para a conservação, no âmbito do Parque Natural do Tejo|Tajo Internacional, hoje também Reserva da Biosfera da UNESCO.

O Erjas passa a partilhar nome português alguns quilómetros antes das Termas de Monfortinho, na confluência com o seu afluente Baságueda, certamente auxiliado pela deformação tectónica inerente à zona de Falha do Ponsul. No seu trajecto impaciente para sul ao encalce do Tejo, arrebatado após fortes chuvas, inexistente num longo e infernal estio, a erosão de um campo filoniano riolítico e dolerítico determina que as aluviões acabem por concentrar ouro e terras raras na forma cristalina de monazite e xenótimo, na transposição dos dois flancos quartzíticos do sinclinal de Aranhas-Penha Garcia-Canaveral. Aqui, o rio serpenteia entre "canchos" duros de roer e define 6 níveis de terraços ao longo de cerca de 7 km², grande parte deles revolvidos pelos Romanos. Dos quartzitos irrompem ricas nascentes termais de água muito leve, com caudais até 12 l/s e temperaturas inferiores a 30°C, após largos anos de circulação no interior do sinclinal até 1 km de profundidade. Estas águas ricas em sílica, com reconhecidas propriedades terapêuticas, apelidadas de "Santas" serão certamente afamadas há milhares de anos e enriqueceram a raia dando nome às Termas de Monfortinho.

Chegamos ao Vale da Idanha no fulgor da corrente, onde o maciço granítico de Salvaterra do Extremo-Cabeza de Araya é cortado à faca pelo Erges/Erjas, definindo uma garganta quasi rectilínea por 2 km e cerca de 200 m de profundidade, um espectáculo de apreciar do "Salto da Cabra", de caras com a medieval Peña Fiel. No fundo rochoso desta garganta, os turbilhões de água que tomba em episódios aos magotes da montanha, aprofundam grandes marmitas, já por si "de-gigante", e nas polidas paredes graníticas quase verticais pela fracturação prevalecente ecoa o voo do grifo. Antes, ouviam-se apenas os murmúrios de amigos nascidos no contrabando, ou a gargalhada de outros cuja memória não quer esquecer. Um pouco antes cruzámos algumas das rochas mais antigas da Península Ibérica, oportunamente empacotadas no chamado Grupo das Beiras, onde os paleontólogos descobriram fósseis de bactérias e onde os geólogos detetaram indícios de uma Terra "bola de neve", com a passagem de icebergues, de há cerca de 565 milhões de anos.

No Batão, o Erges cruza granitóides muito mais antigos do que os de Salvaterra, uma rocha muito especial conhecida como Tonalito, ou como Pedras Negras pelas gentes da terra, cuja idade importa agora descobrir, pois "coração de geólogo olha sempre à idade", ainda que se conte por centenas de milhões de anos.



Figura 10. Canhão fluvial do rio Erges, em Salvaterra do Extremo.

Aventuramo-nos nas Fragas de Segura, a última das gargantas do Erges. Aqui o granito de Segura, tardi-orogénico, é vencido pelo rejeito vertical provocado pela Falha de Segura, o que provoca espectacular cotovelo antes da Ponte Romana. Embora mais pequeno, não deixa de ser diferente dos anteriores canhões fluviais, bordejado de incríveis "cantchais" graníticos, que abutres de várias espécies aproveitam para ver os humanos que passam na fronteira, mantendo um olho na saúde do gado que pasta nas duas margens. Aqui, as exalações nos últimos estádios de cristalização do granito enriqueceram um sistema filoniano com minerais de bário, estanho, volfrâmio e lítio, que alimentaram o sonho de uma

Empresa Mineira de Segura, e de uma vida melhor para muita gente da zona e envolvente.

Mas chegámos ao fim desta já longa aventura do Erges? Provavelmente há um milhão de anos o Erges acompanharia a Falha de Segura até encontrar o Tejo após passar o Rosmaninhal. Mas um afluente do Tejo escavou nos metapelitos "moles" do Grupo das Beiras o seu profundo vale para norte, até capturar o Rio Erges. Neste sector, a capacidade erosiva do Erges/Erjas foi novamente rejuvenescida e desenvolve-se profundo vale. O acesso é difícil, mas vale mesmo a pena aqui saltitar de fraga em fraga, tal como o faz, à sua maneira, este rio magnífico e selvagem, em vias de extinção.

A herança Varisca que se impõe: Meandros do Rio Zêzere

O Rio Zêzere atravessa a Beira Baixa num tumulto. Na verdade, só entre Gaia e a Cova da Beira corre tranquilo, enquanto percorre os planos da Meseta. Assim que volta a entrar na Cordilheira Central Ibérica, por alturas da Coutada, e até Zaboeira, o vale encaixa-se e enche-se de curvas. Mas os meandros do Rio Zêzere adensam-se particularmente entre Janeiro de Cima e Pedrogão Grande, associados a dois relevos de resistência, o relevo quartzítico, de tipo Apalachiano, do Muradal e o maciço granítico de Pedrógão, que delimitam este traçado verdadeiramente tortuoso ao longo de uns impressionantes 80 km.

O levantamento tectónico desta área fez-se ao longo de falhas com orientação ENE-WSW, como são os casos da Falha de Sobreira Formosa e a Falha de Cebola. Estas falhas delimitam imensos blocos de constituição litológica similar, fundamentalmente filítica-metagrauváquica, uns mais erguidos do que outros, num domínio que se inicia na Serra das Corgas, passando pelo Cabeço Rainha, Vermelha e Açor. Ora, o Rio Zêzere corre entre blocos tectónicos, naquele que é conhecido como o "Fosso Tectónico do Médio Zêzere", com uma profundidade média de 400 metros relativamente às cumeadas mais próximas.

Em geral, quando se dá o rejuvenescimento do relevo por acção tectónica, os maiores desníveis são vencidos pelo rio por um processo de incremento erosivo nas margens côncavas, tendo como resposta uma mais reduzida erosão e, mesmo, sedimentação nas margens convexas. Com a evolução do encaixe da drenagem formam-se meandros simétricos perpendiculares à principal direcção de escorrência, com vales de perfil assimétrico, com uma vertente mais inclinada na

margem côncava ou erosiva e uma vertente mais suave na margem convexa ou de sedimentação. Ora, os Meandros do Rio Zêzere são distintos. Gigantescos, com quilómetros de extensão, não são perpendiculares à orientação geral do traçado do rio, não têm dimensões similares, nem formam curvas perfeitamente simétricas. A sua forma é antes o resultado de um encaixe forçado por uma fracturação predominantemente NE-SW, herdada da Orogenia Varisca. O vale também não mostra um claro perfil assimétrico, com a ausência de terraços escalonados nas vertentes. Como se o Rio Zêzere fosse impassível face às variações eustáticas e levantamentos tectónicos que se deram durante o Quaternário, tendo aberto a sua trincheira serpenteante toda de uma vez.



Figura 11. Meandros do Rio Zêzere.

A evolução morfo-tectónica da Cordilheira Central Ibérica: Morfologias graníticas da Serra da Gardunha

A Serra da Gardunha é a grande montanha do território do Geopark Naturtejo Mundial da UNESCO. Com uma cumeada a mil metros de altitude média que se estende na separação de águas entre a bacia do Zêzere e a bacia do Tejo, erguendo-se a uma altitude máxima de 1227 m e mais de 800 m acima da superfície de Castelo Branco, só poderia ter as melhores paisagens. A montanha, um enorme cordão montanhoso que nasce contra a Serra da Muradal, a SW, e avança até à Serra de Santa Marta, a NE, é composta de três litologias principais, metassedimentares, granitos tardiorogénicos e corneanas de contacto metamórfico. A sua origem é tectónica, associada ao levantamento da Cordilheira Central Ibérica em que se inclui, mas a sua evolução é erosiva. De tal modo que quase nada resta da superfície da Meseta a que pertenceu, antes de ser erguida aos céus pela aproximação da Placa Núbia à Ibéria, nos últimos 10 milhões de anos. As cabeceiras das ribeiras de Almaceda, Orada, Ocreza e Alpreade mordem a escarpa de linha-de-falha, aproveitando a fracturação prevalecente. Os anfiteatros de Casal da Serra e de Castelo Novo, por se desenvolverem nas vertentes graníticas, ganham uma dimensão extra de formas extraordinárias, desde a rocha à escala da paisagem.

É no ponto de triplo montanhoso que se desenvolve entre Patrícios, Castelo Velho e Alcongosta, que iremos encontrar todo um manual ilustrado de geomorfologia granítica. Quase todos os exemplos de morfologias graníticas conhecidas, desde a mega-escala às formas menores, e mesmo uma ou outra ainda eventualmente desconhecida, podem ser encontrados na Gardunha. É toda uma paisagem de caos de blocos que se estende entre a superfície toda feita de ladeiras a norte de Castelo Novo, até à crista e rechã de Castelo Velho, com belos exemplos de "inselberg" e de "tor" a despontar do plano, até às altas cabeceiras do Ocreza. Como um imenso rebanho de ovelhas petrificado, as encostas enchem-se de rochas individuais que raramente atingem os 20 m de dimensão máxima.

Mas existem duas geoformas graníticas de menor escala que se destacam na Gardunha: as pias de meteorização e a fracturação poligonal. Muitos dos topos dos blocos, grandes ou pequenos, mostram pequenas bacias, que se podem aprofundar em mais de um metro no limite das suas vertentes. Em alguns blocos, estas pias desenvolvem-se em regueiras que gravam as superfícies verticais até uma dada altura a que já esteve a superfície topográfica. Estes são bons

indicadores da taxa de denudação dos solos. As pias resultam da interacção da água com a rocha que, grão a grão, vai transformando plagioclases em argilas e desagregando os minerais. Algumas destas pias, desenvolvidas num tempo que se conta por dezenas de milhares de anos, perfuram a rocha de um lado ao outro. A sua posição e vicissitudes da gravidade colocam-nas em lugares de destaque, como a Pedra-Galo, no alto do Castelo Velho.



Figura 12. Bola granítica com caneluras do alto da Serra da Gardunha.

Outra das formas graníticas transforma a paisagem em gigantescas broas acumuladas numa estante de padaria. De facto, são tantas as superfícies com fracturação poligonal em certos pontos da serra que nos atrevemos a dar o nome à paisagem que dominam como "padarias". A fracturação poligonal não escolhe fracturas: tanto ocorrem em superfícies de falha, como nas fracturas ortogonais e de descompressão que afectam o granito da Gardunha, como evoluem na descamação convexa que transforma o granito numa paisagem de bolas. Estão claramente associadas a descontinuidades na rocha e à fragilidade das superfícies expostas. As variações contínuas de humidade, drásticas e cíclicas de temperatura, assim como a precipitação de sais são a causa para a fissuração em polígonos das

superfícies de descontinuidade, que se tornam deste modo quebradiças e vulneráveis face ao resto da rocha. Não é afinal esta a razão que leva à formação da côdea daquele pãozinho da avó que tanto gostamos?

Testemunhos-relíquia das Alterações Climáticas: os Blocos Pedunculados de Arês-Alpalhão

A Meseta Ibérica é imensa! Na sua porção meridional esta superfície aplanada estende-se desde as serras da Gardunha e de Alvelos, ao longo da Falha de Sobreira Formosa-Atalaia do Campo, onde se levanta a Cordilheira Central Ibérica, até para além da raia, na direcção do sul da Extremadura. Ela é a unidade geomorfológica de maior escala na região e, por tanto, empresta a sua identidade ao Geopark Naturtejo - Geopark Mundial da UNESCO. Aqui e além sulcada pela rede hidrográfica do Baixo Tejo ibérico, ferida por algumas escarpas tectónicas, como as falhas de Sobreira Formosa, de Grade, do Ponsul ou de Segura, e cravejada de relevos residuais de resistência, de que as cristas quartzíticas são a expressão mais evidente, a Meseta é, no entanto, espectacularmente plana. Esta aplanagem gravada de histórias paleogeográficas é antiga de quase 50 milhões de anos, a sua evolução acompanhou as alterações climáticas que se sucederam desde, pelo menos, o Eocénico. Fossilizada ao longo do Cenozóico, ela volta a expor-se a partir da drenagem conquistada pelo Tejo ao longo do Quaternário.

Nestas aplanagens quase perfeitas, como o são as superfícies de Castelo Branco e de Nisa, indiferentes aos diferentes tipos de rochas que as compõem, sejam metamórficas ou ígneas, poucos são os resíduos sobreviventes. É verdade que, quando a densidade da fracturação o permite há rochas que se destacam e, pela sua volumetria ou capricho de forma, não se deixam ser indiferentes, mesmo ao olhar mais empedernido. São os casos da Laje de Prata ou da Redonda, a qual inclusivamente deu origem a culto cristianizado, como também os chamados blocos pedunculados.

Estas formas graníticas particulares podem ser encontradas desde as cumeadas da Serra da Gardunha até aos planos de Castelo Branco, mas têm invulgar densidade e genialidade de formas no granito de Nisa, entre Arez e Alpalhão. Com uma dimensão média de 2-3 metros podem, no entanto, crescer acima dos 6 metros. A sua formação está intimamente relacionada com a evolução das vertentes e requer, pelo menos, dois períodos climáticos distintos: um mais húmido e com um coberto

vegetal mais denso, que permita o intenso ataque bioquímico das superfícies do granito no perfil de solo. Outro mais árido, com menos capacidade de retenção dos solos, que promova a remoção da rocha alterada e o consequente rebaixamento da superfície topográfica, expondo o pedúnculo sob o grande chapéu granítico. A dimensão que algumas pias de meteorização atingem no topo destes chapéus fazem-nos supor que é necessário mais do que um ciclo de humidade-aridez para criar estas formas.

Os blocos pedunculados isolados na paisagem alentejana certamente terão inspirados as comunidades do Neolítico a levantarem também aqui os seus mais antigos monumentos aos ciclos bioclimáticos. São estes inspiradores testemunhos-relíquia das alterações climáticas, que têm vindo a afeiçoar a Meseta Ibérica.



Figura 13. Bloco Pedunculados de Lameirancha

Relevos Apalachianos: Fraga da Água d'Alta

A Serra do Muradal atravessa o concelho de Oleiros num rumo Nor-noroeste a Sul-sudeste. Ao longo dos seus 15 km de extensão, a montanha-muralha ergue-se,

num rompante, 100 a 500 m acima da envolvente, transformando-se numa pequena cordilheira de fragas eriçadas, verticais, assombrosas. A este tipo específico de relevo se denomina de Apalachiano, não apenas pela comparação morfológica, mas também pelas relações geodinâmicas genéticas com aquelas montanhas do leste americano.

As camadas sedimentares de origem marinha que constituem este relevo especial mostram muitas evidências de animais que viveram naquele Oceano Rheic, mas agora enfrentam o intenso azul do céu. Ao longo dos planos de estratificação, circula muita água infiltrada das chuvas que faz do Muradal um extenso reservatório que alimenta uma densa rede de drenagem. A água brota e jorra no sopé e nas encostas da serra. Mas em nenhum outro lugar da região encontramos um cenário mágico feito do precioso líquido, como na Fraga da Água d'Alta.

Água d'Alta, com as suas variações, é o termo popular que identifica toponimicamente muitas quedas d'água ao longo do nosso país. O Vale das Fragas, com uma orientação quase este-oeste, é percorrido pelo Ribeiro da Água d'Alta, um sub-afluente do Zêzere aqui tão próximo. O forte encaixe desse rio maior, a resistência litológica diferencial e a grande quantidade de água que brota das fragas quartzíticas durante todo o ano foram os principais responsáveis pela abertura de tão harmonioso vale, a partir do planalto de Orvalho. Ao longo de apenas 500 metros, o pequeno ribeiro despenha-se numa correria que nunca deixa de ser elegante, vencendo 70 metros de altitude, em sucessivas cascatas. A sucessão quartzítica apresenta-se aqui inclinada para nordeste e invertida, o que significa que espessas bancadas de duros quartzitos constituem o relevo, e a parte superior da sucessão, dominada por rochas ricas em minerais com a dimensão das argilas intercaladas em finos níveis quartzíticos, ocorre mais para a base. Assim, o ribeiro lança-se escadaria abaixo desta catedral apalachiana, em que cada degrau quartzítico oferece resistência, resultando numa cascata. A Fraga da Água d'Alta não é mais do que o degrau quartzítico mais espesso da escadaria monumental do Muradal.

O Vale das Fragas é um cenário de permanente humidade, um vale apertado voltado ao sol da tarde, de substrato predominantemente rochoso, propício à persistência de uma selva relíquia das florestas subtropicais que já existiram no sudoeste da Europa, um oásis de biodiversidade. De repente, e assim que atinge um substrato xistento menos resistente à erosão, o ribeiro é desviado para um rumo Nor-noroeste pela grande Falha de Vilar Barroco-Fajão, que acompanha o

grande Muradal e com quem se relaciona geneticamente. Então, a protecção das fragas quartzíticas perde-se, os níveis de humidade baixam e o bosque reliquial extingue-se, um perfeito exemplo de especialização que merece todo o cuidado.

Pela sua capacidade erosiva limitada, ainda levará muitos milhares de anos até que o Ribeiro da Água d'Alta corte a bancada quartzítica de cima a baixo, até alcançar o seu perfil de equilíbrio.



Figura 14. Fraga da Água d'Alta na GeoRota do Orvalho.

O Aproveitamento sustentável da Geodiversidade: Complexo Mineiro de Monforte da Beira

Em regiões não carbonatadas, as antigas minas preenchem o imaginário que quase todos nós desejamos da "Viagem ao Centro da Terra". Algumas destas minas perdem-se na memória histórica e na limitação do conhecimento arqueológico: estão reunidas as condições para que a curiosidade popular se

incendeie de lendas. Os antigos "aljibes" de Monforte da Beira encontram-se entre os mais fecundos pastos para a imaginação. Dispersos e de presença discreta por esta serra que se diz ser do Povo, ou simplesmente de Monforte. Uma pequena serrania encrespada de quartzitos, evidência de tectónicas complexas. Pequenas "buracas" abertas na rocha duríssima que dão estreita passagem a enormes câmaras subterrâneas, a partir da qual irradiam minúsculas galerias em todas as direcções. São os "aljibes" ou aljibes do Pó e da Tinta, o Poço para onde atiravam as vacas "Preadas", os poços entulhados na serra, aos quais se associa o "caminho dos Mouros" que permite atravessar a serra.



Figura 15. Mina do Pó, na serra de Monforte.

O que se explorou nestas minas não deixa margem para dúvidas...ou não será bem assim? Olhamos para as paredes destas antigas minas e vemos ferro, muito ferro...a alteração destes óxidos cria hidróxidos intensamente rubefactos que se acumulam na base dos hastiais. A rocha quartzítica brechificada por deformação tectónica frágil é cimentada por minerais de ferro que ainda mostram, aqui e além, as técnicas utilizadas para a sua extracção. À boca da mina encontramos escórias, os resíduos metalúrgicos das forjas acumularam-se por séculos próximo do adro da

Igreja de Nossa Senhora da Ajuda, matriz de Monforte da Beira. Escórias encontram-se também no Castelo, povoado proto-histórico entre muralhas naturais. Muito provavelmente, foi então que se gerou o momento das minas de Monforte. Mas quantas mais vezes terão estas entranhas ferríferas sido esventradas? E qual o móbil do sonho? É certo que os Romanos, sempre eles, não deixaram de vir até cá. Estas minas enquadram-se num contexto regional que se estende muito para além da Sierra de Aljibe e do famoso tesouro de Aliseda, com quem Monforte da Beira se afronta no outro lado da fronteira. Os famosos torques de ouro maciço encontrados em Monforte fazem parte do tesouro do Museu Nacional da Arqueologia. Terão a sua origem local, originária das minas proto-históricas de Monforte da Beira? E serão estes apenas uma pequena amostra do grande tesouro de Monforte da Beira que ainda está por descobrir?

A transformação profunda da paisagem: Mina de Ouro Romana do Conhal do Arneiro

Ainda não refeitos da sua beleza esmagadora, atravessamos as Portas de Ródão para encontrar uma das paisagens mais intrigantes do Tejo. Quem diria que as vagas feitas de calhaus e blocos que se sucedem, de um revoltoso rio que já não é, são afinal rejeitados de uma antiga mina? Pois é, estamos no Conhal do Arneiro.

Para quem desce da Serra de S. Miguel, o Arneiro abre-se num vale arejado e luminoso, de torrão predominantemente arenoso que lhe dá topónimo. A aldeia, com sabor ao rio, sempre com um toque de poejo, aninha-se alva contra uma escarpa de falha xistenta, que quase a separa do Tejo. Assim se define um enorme "graben", abatimento consentido entre os inícios alentejanos da famosa Falha do Ponsul, a ocidente, e a imponente escarpa tectónica vertical que define as Portas de Ródão, a oriente. No fundo, o chão quase plano, pendendo para o Pego das Portas. Por aqui o Rio Tejo se espalhava há mais de cem mil anos em alturas de cheia, e durante dezenas de milhares de anos subsequentes. A sua fúria cascalhenta ficou definida no desenvolvimento de terraços, de tal maneira que se acumularam metros de mantos de blocos, calhaus, seixos, areias e argilas, predominando o quartzito e o quartzo hidrotermal, quase todos bem polidos da violência do transporte, alguns de volumetria métrica e pesando toneladas só deixados num repouso quase eterno a cerca de um quilómetro de distância do rio.

É apenas uma das várias evidências sedimentares de períodos climáticos de intensa precipitação por que passou o grande rio ibérico, durante o Quaternário.

A grande via do Tejo trouxe os primeiros neandertais até estas paragens do ocidente peninsular. Com tanto quartzito disponível, em núcleos bem recristalizados, proveniente dos mais variados recantos da bacia hidrográfica, desde os Montes de Toledo à tão próxima Serra das Talhadas, por estes terraços do Ródão permaneceram, construindo habitações perenes e fazendo belas petiscadas, deixando vestígios da sua cultura por todo o lado. O mesmo percurso fez o Império Romano, em busca nas fontes de conhecimento indígena das origens geológicas do ouro acumulado, por efeito da sua elevada massa específica, nas planícies, e paleoplanícies, de inundação do então seu Tagus Aurifer.

Durante os cinco séculos de existência do Império Romano, as grandes áreas mineiras de ouro exploradas sob domínio imperial estenderam-se de Bessa na Península Itálica à Núbia do Antigo Egipto, de Dolaucothi na Grã-Bretanha a Limousin na França, e da Dacia na Roménia à Península Ibérica.

Se para os Romanos, o El Dorado Ibérico teve origens no séc. I a.C., baseados na fama quase mitológica descrita por diferentes escritores e povos da Antiguidade, a verdade é que não tardaram a chegar ao Conhal do Arneiro. O desmonte dos terraços fluviais nesta região pode ter sido iniciado no Bronze Final pelas populações indígenas, deixando vestígios hoje conhecidos pelas gentes locais como Conheiras, Conhais, Gorrais e Gorroeiras.

Os Romanos, aplicando conhecimentos de hidrodinâmica miméticos aos processos erosivos e de sedimentação ao longo de um canal fluvial, industrializaram os trabalhos mineiros e transformaram paisagens ribeirinhas, de forma irremediável. O Conhal do Arneiro encontra-se entre as maiores e mais importantes explorações auríferas romanas em terraço da Península Ibérica. Em quase 90 ha de extensão dos trabalhos, os Romanos desmontaram e lavaram onze milhões de metros cúbicos de depósitos de terraço por processos hidráulicos, obtendo 3-3,5 toneladas de ouro com teores médios de 0,291 g/m³-0,347 g/m³. O Castelejo é um pequeno relevo-testemunho que se ergue acima da extensa frente de trabalhos, que atingiu os muito perfeitos 105-106 m de altitude, uma relíquia da superfície original do terraço fluvial. O terraço explorado pode ainda ser observado na frente vertical, bastante recortada por erosão induzida, que acompanha o limite oriental da exploração mineira; aqui chegariam canais que transportariam a água aplicada com pressão a favor da vertente, que faria desabar o terraço e permitiria a triagem

granulométrica dos seus sedimentos, a jusante. Do processo de triagem ao longo dos canais ficaram os amontoados de milhões de "conhos", por vezes com mais de 100 metros de extensão, que ao longe se assemelham hoje a vagas petrificadas num mar de prata. O Ribeiro do Vale, no seu vale de fractura, bifurca na foz, artificializada para melhor cumprir os desígnios de esgoto das águas utilizadas na exploração mineira. Depois de largas dezenas de anos de exploração possivelmente sazonal, mas intensa, os Romanos legaram-nos uma paisagem cultural feita de "conhais" ou "conheiras", certamente menos rica em ouro, mas mais rica do ponto de vista da diversidade morfológica e ecológica, integrando a área protegida do Monumento Natural das Portas de Ródão.



Figura 16. Vista do impressionante do Conhal do Arneiro.

O primeiro *rush* mineiro do Território: Complexo Mineiro Romano da Presa

O Rio Bazágueda despenha-se com violência lá do alto da Serra da Malcata. O seu profundo vale faz mil e uma curvas num arco para ocidente. Quando finalmente chega ao sopé da serra, muda de ânimos e alarga-se em veigas onde deposita a

carga sedimentar da lavagem das encostas da serra. Então, inflete para sudoeste ao encalce do Erges, de novo em sulco ziguezagueante, até à fronteira de Salvaleón. O Bazágueda é o mais importante afluente do Rio Erges. Mas o passado de um rio pode levá-lo a outras companhias, e a verdade é que o Bazágueda já foi afluente do Rio Zêzere.

O Zêzere corre preguiçoso pelos planos da Cova da Beira, muito para ocidente dos termos do Bazágueda. O vale da Ribeira da Meimoa, seu afluente, é obviamente largo de mais, e extenso de mais, para tão pequeno contributo. Desenvolvido desde a Arrancada, o vale alarga-se entre a Serra de Santa Marta e a Serra da Malcata, de fundo plano e fértil de depósitos aluvionares. De certo que tão largo vale, que se mede em quase 1,5 quilómetros de extensão, terá uma justificação tectónica, ombreado por relevos também com essa origem. Olhando de perto estes depósitos notamos uma mistura cascalhenta de material bem e mal rolado, de composição metamórfica e quártzica, que nos indiciam que por aqui andou um rio com origem nos substratos da Malcata, de águas turbulentas por climas mais húmidos passados, mas mais extenso e com maior capacidade de transporte sedimentar do que a actual e minúscula Ribeira da Queijeira. Este é um brilhante exemplo da evolução de uma rede hidrográfica por captura fluvial. Aquele que já foi um rebelde tributário do Zêzere, terá sido capturado por um afluente do Erges, num passado desconhecido. O registo sedimentar ficou e, é claro, não passou despercebido à máquina imperial mineira dos romanos, na sua avidez por recursos naturais, há cerca de dois mil anos.

As cortas da Presa e do Covão do Urso são as evidências mais pujantes deste passado mineiro. O extenso complexo filoniano da Malcata-Gata, cortado com fúria perpendicularmente pelo anterior Bazágueda, é a origem do ouro, com teores médios na ordem dos 1,56 g/t de Au. As veigas também foram alvo de pesquisas, mas o paleovale da Meimoa mostra cerca de 20 m de sedimentos auríferos, sem dúvida muito mais aliantes para os Romanos. A partir da Barroca do Ouro, desenvolveram um impressionante e engenhoso sistema hidráulico, composto de barragens e canais de derivação, que lhes permitiu abrir e esgotar duas enormes crateras onde os sedimentos do pré-Bazágueda eram mais espessos, logo ali no sopé da Malcata. A corta da Presa estendeu-se até à Ribeira da Valdedra, que lhe serviu de esgoto, por mais de 1200 metros e o Covão do Urso atingiu meio quilómetro, ocupando ambos uma área de 39 ha. No total foram escavados e lavados na bateia 3500000 m³ de sedimentos. A base operacional dos Romanos foi estabelecida em Vicus próxima da actual povoação da Meimoa, na Canadinha,

de solos férteis e águas cristalinas, a poucos quilómetros das cortas que possuíam pelo menos um povoado mineiro.

Os romanos, e as suas hordas mineiras, acabariam por seguir as pistas sedimentares para as origens geológicas primárias do ouro da Presa, até às cumeadas das serras da Malcata, Sierra de Malvana e Sierra del Moro, onde abriram impressionantes vieiros a pico nos duros filões básicos, alguns deles ao longo de mais de 2,5 quilómetros.



Figura 17. Covão do Urso (Complexo Mineiro da Presa).

O último *rush* mineiro do Território: As Minas de Segura

Quando a URSS cortou definitivamente o acesso da Alemanha Nazi às matérias-primas asiáticas, Hitler teve de se voltar para os países europeus neutros. No que diz respeito ao volfrâmio, estanho e sardinha, de que tanto necessitava, socorreu-se da oportunidade criada para Salazar. As concessões mineiras despontavam às centenas no jardim à beira-mar plantado, qual prado florido numa manhã quente de

primavera. O contrabando na raia alimentava a produção mineira em Espanha e era natural a existência de concessões "fantasma", a que a PVDE fechava os olhos, num e no outro lado da fronteira para garantir a legalidade de uma produção gerada pela força de braços dos milhares que andavam "ao quilo". Segura era uma das excepções, pese embora se localizasse mesmo na fronteira, as suas minas realmente produziram e formalmente terão abastecido a quota dos aliados.

O maciço granítico de Segura é a terminação para WNW do granito tardi-Varisco de Cabeza de Araya, que se estende desde próximo a Cáceres. É composto por um granito grosseiro de duas micas que passa a um granito mais fino, moscovítico. O consequente arrefecimento lento e contracção do granito no seio da crosta terrestre, possibilitou a instalação de uma rede filoniana resultante do arrefecimento, mais (aplito, de grão muito fino) ou menos (pegmatito, de cristais bem desenvolvidos) rápido, de líquidos magmáticos residuais ricos em minerais metálicos, como a cassiterite e a volframite, mas também com teores muito elevados de Lítio, Rubídio e Flúor. A evidente riqueza geológica criada pela proximidade à massa granítica não deixou indiferente locais e empresas que se instalaram na zona, pelo menos desde o séc. XIX.

A Mina do Touro, próximo da margem do Erges, é uma dessas minas imemoriais, que esventra o granito na horizontal, eventualmente relacionada com o período das fosforites, no último quartel de oitocentos. Mas o Campo Mineiro de Segura, que depois do caos inicial, passou a ser gerido pela Empresa Mineira de Segura, Lda., chegou a ter 12 concessões mineiras a laborar entre as décadas de 40 e 50. Oficialmente, das Minas de Vale das Porcas, Tapada do Barreirão e Bouchal do Paulo, profundos poços que acompanhavam filões verticais, foram extraídas 525 toneladas de barite, então aplicada na indústria das tintas, e 211 toneladas de galena, para a obtenção do chumbo empregue, entre outros, nas canalizações; mas no período da "febre do ouro negro", das minas da Tapada do Zé Marques e do Cabeço Queimado foram extraídas 100 toneladas de concentrados de cassiterite, fundamental na indústria conserveira, assim como 12 toneladas de concentrados de volfrâmio, com grande aplicação na indústria de armamento. Os concentrados eram processados numa unidade de tratamento de minérios munidos de fornos de ustulação, monumento a uma revolução industrial que nunca chegou realmente a acontecer nesta paisagem rural.

Pela Tapada do Zé Marques eram centenas as pessoas, em pequenas equipas, que se viam a procurar a "milheirinha" que indiciava a presença da rocha com

minério, a escavar e rebentar rocha atrás dos filões, de orientação ENE-WSW, que se metiam suavemente para o interior da terra. O diabo estava quando, após tanto trabalho a abrir uma galeria onde só se respirava um ar pesado feito de poeiras de sílica e vapores da pólvora, o tufo como era apelidado, o filão subitamente desaparecia, atirado por uma falha tectónica para qualquer profundidade desconhecida. As mulheres e gaiatos que mal sabiam andar andavam com bacia a "arear" os mais profundos solos e aluviões engrossados pela aridez do arado. A maioria dos concentrados realizados seria vendido ao sábado no barracão da empresa mineira.



Figura 18. Galeria mineira principal da concessão do ribeiro do Calvário.

A Empresa Mineira de Segura foi o sonho de uma personalidade curiosa: José Bacelar Bebiano. Engenheiro de minas, pioneiro da cartografia geológica nas então colónias africanas, chegou a Ministro das Colónias e fomentou como pôde a investigação científica das sociedades indígenas e recursos naturais africanos. Exonerado do cargo, envolve-se enquanto empreendedor na actividade mineira dos finais de trinta em Portugal, abrindo

minas das Beiras a Portimão, passando pela serra do Cercal. Alimentava o sonho solitário de criar uma grande indústria em Segura, que possibilitasse a transformação de barite à boca da mina, na produção de tintas de aplicação primária que tornasse o país autossuficiente neste produto, e ainda contribuísse para a construção da Europa do pós-Guerra. Sem nunca ter encontrado o apoio certo, acabou os seus dias enquanto director do Porto de Lisboa. E Segura, adormecida desde as guerras peninsulares, desconhecendo José Bacelar Bebiano e o seu projecto de industrialização da raia, lá continuou na sua serenidade intemporal, a olhar o Erges e a fronteira que serpenteia a seus pés.

Agradecimentos

As fotografias das figuras 2, 8, 9 e 17, assim como da figura 10, pertencem a Jesus Salazar Cabrera e a João Tavares respetivamente, que muito agradecemos.

Bibliografia

Brilha, J. (2005) - *Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage, Braga.

Brilha, J. et al. (2010) - O inventário nacional do património geológico: abordagem metodológica e resultados. *e-Terra*, 18(1): 1-4.

Cachão, M., Neto de Carvalho, C. & Carvalho, M.R. (2020) – As riquezas do Ager Olisiponensis. *Lisboa Romana|Felicitas Iulia Olisipo, II: O território e a memória*. Caleidoscópio, 42-70.

Correia Dias, R., Silva, P.N.M., Oliveira, A., Rodrigues, J. & Neto de Carvalho, C. (2013) – GeoMonforte – Aplicação multimédia sobre Monforte da Beira na Idade do Ferro. *International Conference on Engineering – Engineering for Economic Development*. Covilhã, 27-29 November, 13 pp.

Couto, H., Valério, M & Neto de Carvalho, C. (2012) - Geoconservation in the Ordovician of Portugal: the Valongo Paleozoic Park, the Geological Interpretation Centre of Canelas and the Penha Garcia Ichneological Park. In: Sá, A.A., Rocha, D., Paz, A., Correia, V. (eds.), *Proceedings of the 11th European Geoparks Conference*. AGA – Associação Geoparque Arouca, Arouca: 85-86.

Fernandes, I., Freitas, T.B., Prazeres, R., Neto de Carvalho, C. & Calvão, J. (2019) – Characterization of the geological and geotechnical conditions at the village of

Monsanto. E3S Web of Conferences 97, 03033 (2019), FORM-2019, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199703033>

Galopim Carvalho, A.M. (1999) – *Geomonumentos – uma reflexão sobre a sua caracterização e enquadramento num projecto nacional de defesa e valorização do Património Natural*. Liga dos Amigos de Conímbriga, Lisboa.

Galopim de Carvalho, A.M. (2010) – *Geodiversidade e Geoconservação*. Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultural Científica e Tecnológica, Lisboa.

Lobarinhas, D., Rodrigues, J., Brilha, J. & Neto de Carvalho, C. (2010) - Inventariação do património geológico da região das Portas de Almourão (Vila Velha de Ródão e Proença-a-Nova, Geopark Naturtejo). *e-Terra*, 17(13): 1-4.

Neto de Carvalho, C. (2003a)– *Serpenteando pelo património paleontológico das serranias de Penha Garcia. Workshop “Fósseis de Penha Garcia-que Classificação?”*. Câmara Municipal de Idanha-a-Nova, 21p.

Neto de Carvalho, C. (2003b) – Técnicas de locomoção empregues em *Merostomichnites* PACKARD, 1900 do Arenigiano de Portugal: Critérios paleobiológicos para o reconhecimento de Phyllocarida. *Actas do VI Congresso Nacional de Geologia; Ciências da Terra (UNL)*, nº esp. 5, CD-ROM: 27-31.

Neto de Carvalho, C. (2004a) - *Serpenteando pelo património paleontológico das serranias de Penha Garcia. Estudos de Castelo Branco*, 2 (n.s.): 25-47.

Neto de Carvalho, C. (2004b) - Os Testemunhos que as Rochas nos Legaram: Geodiversidade e Potencialidades do Património do Canhão Fluvial de Penha Garcia. *Geonovas*, 18: 35-65.

Neto de Carvalho, C. (2004c) – O “Parque Geomorfológico de Monsanto” através do seu percurso pedestre *As Pedras para Além do Sagrado*. *Geonovas*, 18: 67-75.

Neto de Carvalho, C. (2004d) - *Roller coaster behavior in the Cruziana rugosa group from Penha Garcia (Portugal): implications for the feeding program of trilobitomorpha*. In: L. A. Buatois e M. G. Mángano (eds.), *Ichnos2004 – First International Congress on Ichnology, April 2004, Trelew, Argentina*: 24.

Neto de Carvalho, C. (2005a) - O tronco silicificado de *Annonoxylon teixeirae* Pais, 1973 (Perais, Vila Velha de Ródão). *Estudos de Castelo Branco*, 4 (n.s.): 41-50.

Neto de Carvalho, C. (2005b) – Geomonuments and tourism development in the Naturtejo area: the next big thing. *IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage*, Braga: 94.

Neto de Carvalho, C. (2005c) - Inventário dos georrecursos, medidas de Geoconservação e estratégias de promoção geoturística na região Naturtejo. In: C. Neto de Carvalho (Ed.), *Património Paleontológico: da Descoberta ao Reconhecimento – Cruziana'05, Actas do Encontro Internacional sobre Património Paleontológico, Geoconservação e Geoturismo*, Idanha-a-Nova: 46-69.

Neto de Carvalho, C. (2006a) – *Roller coaster* behaviour in the *Cruziana rugosa* group from Penha Garcia (Portugal): implications for the feeding program of Trilobites. *Ichnos*, 13(4): 255-265.

Neto de Carvalho, C. (2006b) - Acumulações de braquiópodes quitinofosfáticos na Formação do Quartzito Armoricano (Ordovício) em Vila Velha de Ródão. In: J. Mirão & A. Balbino (eds.), *VII Congresso Nacional de Geologia, Livro de Resumos*, Évora, v. II: 701-704.

Neto de Carvalho, C. (2006c) – Geopark Naturtejo da Meseta Meridional – UNESCO European and Global Geopark. *Altotejo*, 42-43: 5-6.

Neto de Carvalho, C. (2009a) - The meaning of Geopark Naturtejo Meseta Meridional: the first Portuguese Geopark in the European and Global Geoparks Network under the auspices of UNESCO. In Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J. & Jacinto, A. (eds.), *Geotourism & Local Development*. Câmara Municipal de Idanha-a-Nova: 95-105.

Neto de Carvalho, C. (2009b) - Paleontological heritage from the Ordovician of Penha Garcia. In Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J. & Jacinto, A. (eds.), *Geotourism & Local Development*. Câmara Municipal de Idanha-a-Nova: 192-194.

Neto de Carvalho, C. (2009c) - *Cruziana* d'Orbigny, 1842 em Portugal: da interpretação paleobiológica à consagração como Produto Geoturístico. In: Pérez Garcia *et al.* (eds.), *Actas do VII Encontro de Jovens Investigadores em Paleontologia*. Paleolusitana, 1: 33-42.

Neto de Carvalho, C. (2010a) – Fossil “Art”: scientific, educational and tourist importance of the palaeontological diversity from Naturtejo Geopark (Portugal). in N. Zouros (ed.), *Proceedings of the 9th European Geoparks Conference*, Mytilene, Lesvos, Greece, 1-5 October 2010, 181-182.

Neto de Carvalho, C. (2010b) – The extended Trilobite: 525 million years feeding imagination. In: A. Santos, E. Mayoral, G. Meléndez, C. M. da Silva & M. Cachão (eds.), *A Ibéria no centro das relações atlanto-mediterrânicas*. III Congresso Ibérico de Paleontologia/XXVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, Livro de Resumos. *Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza*, 9: 7-12.

Neto de Carvalho, C. (2012) – Icnofósseis de Penha Garcia. In: J. Brilha & P. Pereira (eds.), *Património Geológico – Geossítios a visitar em Portugal*, Porto Editora: 52-53.

Neto de Carvalho, C., Anastácio, M. I. & Viegas, P. (2006) – geomonumentos classificados como Património Cultural. In: J. Mirão & A. Balbino (eds.), *VII Congresso Nacional de Geologia, Livro de Resumos*, Évora, v. III: 937-941.

Neto de Carvalho, C. & Baucon, A. (2007) – The Ichnological Park of Penha Garcia: bringing it back to Nature and sustainable enjoyment (what's next?). *7th European Geoparks Conference*, NW Highlands Geopark: 17.

Neto de Carvalho, C. & Baucon, A. (2016) – Giant trilobite burrows and their paleobiological significance (Lower-to-Middle Ordovician from Penha Garcia, Portugal). *Comunicações Geológicas*, 103 (especial I), 71-82.

Neto de Carvalho, C., Baucon, A. & Catana, M. (2009) – Working with the communities for the valorization of the paleontological heritage: the fossil trunks from Vila Velha de Ródão (Naturtejo Geopark, Portugal). In: Escher, H., Härtling, J.W., Kluttig, T., Meuser, H. & Mueller, K. (eds.), *3rd International UNESCO Conference on Geoparks Proceedings*, Osnabrück 22-26 June 2008: 85-86.

Neto de Carvalho, C., Baucon, A., Catana, M.M. & Rodrigues, J. (2009) - The Ichnological Park of Penha Garcia: bringing it back to nature and sustainable enjoyment (what's next?). In Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J. & Jacinto, A. (eds.), *Geotourism & Local Development*. Câmara Municipal de Idanha-a-Nova: 161-164.

Neto de Carvalho, C., Couto, H., Valério, M. & Oliveira, T. (2012) - The Trilobites Tour Route in Portugal – developing the first geotourism itinerary dedicated to Ordovician paleobiodiversity. In: Sá, A.A., Rocha D., Paz, A., Correia, V. (eds.), *Proceedings of the 11th European Geoparks Conference*. AGA – Associação Geoparque Arouca, Arouca: 165-166.

Neto de Carvalho, C., Detry, C. & Cachão, M. (1998) - Paleocnologia da Formação do Quartzito Armoricano (Ordovício Inferior) em Portugal: implicações em Paleoeologia e Paleoetologia (dados preliminares). *Actas do V Congresso Nacional de Geologia, Lisboa, Comun. Inst. Geol. Min.*, Lisboa, 84(1): A7-A10.

Neto de Carvalho, C., Gouveia, J.; Chambino, E. & Moreira, S. (2006) – Geomining heritage in the Naturtejo area: inventory and tourist promotion. *Actas do 3º Simpósio sobre Mineração e Metalúrgia Históricas no Sudoeste Europeu*, Porto: 595-606.

Neto de Carvalho, C. & Martins, P. (2006) – *Geopark Naturtejo da Meseta Meridional – 600 Milhões de anos em imagens*. Naturtejo & Câmara Municipal de Idanha-a-Nova.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J.C. (2008) – As árvores fósseis de Vila Velha de Ródão: contribuição para a sua conservação e valorização como geomonumentos. *Açafa On-line*, 1: 1-23.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2009a) - Three cases of successful geoconservation in the Naturtejo Geopark (Portugal). In Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (eds.). *New challenges with geotourism*. Proceedings of the 8th European Geoparks Conference, Idanha-a-Nova: 188-193.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2009b) - A musealização do Parque Icnológico de Penha Garcia (Geopark Naturtejo da Meseta Meridional). In: Brandão, J. M., Callapez, P. M., Mateus, O & Castro, P. (eds.), *International Conference on Geological Collections and Museums. Journal of Paleontological Techniques*, 6: 39.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J.C. (2010a) – 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.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2010b) – Managing delicate socio-environmental impacts: Naturtejo European Geopark and the building of Alvito Reservoir at Almourão geosite (Portugal). in N. Zouros (ed.), *Proceedings of the 9th European Geoparks Conference*, Mytilene, Lesvos, Greece, 1-5 October 2010, 84-85.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2012a) – Património Geológico e Geomineiro de Nisa: caracterização do território e sua integração no Geopark Naturtejo. *Açafa Online*, 5: 91-168.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2012b) – Património Geológico de Proença-a-Nova: caracterização e gestão no âmbito do Geopark Naturtejo. *Açafa Online*, 5: 178-230.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J.C. (2012c) – Geopark Naturtejo: a evolução da paisagem. In: P.S. Andrade, M. Quinta Ferreira & F.C. Lopes (eds), *I Congresso Internacional “Geociências na CPLP”, 240 Anos de Geociências na CPLP*, Excursões Científicas, volume 2, Universidade de Coimbra: 109-129.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2015) – *Ichnological Park of Penha Garcia – Geomonument recognized by UNESCO*. Câmara Municipal de Idanha-a-Nova.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2017) – Avaliação da Geodiversidade e do Património Geológico (Sessão Prática): casos de estudo no Geopark Naturtejo da Meseta Meridional – Geoparque Global da UNESCO. VII Congresso Jovens Investigadores em Geociências. Guia do Workshop: 17-34.

Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2020) – Naturtejo UNESCO Global Geopark: The Culture of Landscape. In: Vieira, G., Zêzere, J.L., Mora, C. (Eds.), *Landscapes and Landforms of Portugal*. Springer Nature Switzerland, 359-375.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J. & Baucon, A. (2014) – “Fossil Art”: the importance and value of the palaeobiodiversity in the Naturtejo Global Geopark, under UNESCO (Portugal). *Comunicações Geológicas*, 101 (1), 91-99.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C. & Canilho, S. (2011a) – Património geológico e geomineiro de Monforte da Beira (Castelo Branco): caracterização do percurso pedestre “Caminhos do Ferro de Monforte”. *Açafa-Online*, 4, 32 pp.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C. & Canilho, S. (2011) – *Parque Icnológico de Penha Garcia e a herança Alpina na Paisagem Raiana*. I Conferência GEOescolas: Novas práticas no Ensino das Geociências, Guia de Excursão A. Geopark Naturtejo - Idanha-a-Nova, 5 e 6 de Novembro de 2011, 9 pp.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C., Canilho, S. & Catana, M.M. (2011) – *Geopark Naturtejo Meseta Meridional – European and Global Geopark under UNESCO*. II GEOschools Meeting Field Guide, 3rd November 2011, 24 pp.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C. & Chambino, E. (2010a) - Património geocultural do Geopark Naturtejo da Meseta Meridional. *e-Terra*, 18(10): 1-4.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C. & Chambino, E. (2010b) – Património geocultural do Geopark Naturtejo da Meseta Meridional. VIII Congresso Nacional de Geologia, Braga, 12-16 de Julho, XI-4.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J. & Chambino, E. (2012) - Geomining Heritage in Naturtejo Geopark (Portugal) – the role of temporary exhibitions for connecting local communities with geodiversity. In: Sá, A.A., Rocha D., Paz, A., Correia, V. (eds.), *Proceedings of the 11th European Geoparks Conference*. AGA - Associação Geoparque Arouca, Arouca: 167-168.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C. & Chambino, E. (2013) – Património geocultural do Geopark Naturtejo da Meseta Meridional (Portugal). *I Simpósio Argentino de Patrimonio Geológico, Geoparques y Geoturismo y III Encuentro Latinoamericano de Geoparques*, 25-27 Noviembre, San Martín de los Andes, Neuquén-Argentina, 2pp.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C. & Gonçalves, D. (2013) – Património Geológico de Oleiros: inventário de geossítios e propostas para a sua valorização. *Açafa On-line*, 6, 4-61.

Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C. & Metodiev, D. (2009) – Inventário do património geológico do concelho de Vila Velha de Ródão: contributo para a caracterização do Geopark Naturtejo da Meseta Meridional. *Açafa On-line*, 2, 1-53.

Rodrigues, J.C., Canilho, S. & Neto de Carvalho, C. (2011) – *Monumento Natural das Portas de Ródão e Troncos Fósseis*. I Conferência GEOescolas: Novas práticas no Ensino das Geociências, Guia de Excursão B. Geopark Naturtejo - Idanha-a-Nova, 5 e 6 de Novembro de 2011, 9 pp.

Rodrigues, J. & Neto de Carvalho, C. (2009) - Geopark Naturtejo: os Geoparques e a sua importância científica e cultural. III Encontro de Professores de Geociências do Alentejo e Algarve “Novas Fronteiras da Geologia”, Vila do Bispo, 1-2 Maio, 17pp.

Rodrigues, J. & Neto de Carvalho, C. (2010a) - Património geológico no Geopark Naturtejo: base para uma estratégia de geoturismo. *e-Terra*, 18(11): 1-4.

Rodrigues, J.C. & Neto de Carvalho, C. (2010b) – Património Geomorfológico da vertente meridional da Serra da Gardunha (Castelo Branco). *Actas/Proceedings do V Congresso Nacional de Geomorfologia* (C. Bateira, L. Soares, A. Gomes & H.I.

Chaminé (Eds). Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Porto, 8-11 Dezembro de 2010: 99-105.

Rodrigues, J. & Neto de Carvalho, C. (2010c) – Geological heritage legal frameworks in Naturtejo Global Geopark. In: M.A. Lamolda et al (eds), *Geoevents, Geological Heritage, and the Role of the IGCP*. Caravaca de la Cruz, 15th – 18th September: 241-242.

Rodrigues, J.C., & Neto de Carvalho, C. (2012) – Património geomorfológico da vertente meridional da Serra da Gardunha (Castelo Branco): potencialidades e ameaças. *Geomorfologia 2010*. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, 7, APGEOM, Porto: 61-70.

Rodrigues, J.C., & Neto de Carvalho, C. (2013) – Geoformas graníticas do Geopark Naturtejo: blocos pedunculados. *Atas do VI Congresso Nacional de Geomorfologia*, Coimbra: 223-227.

Rodrigues, J. & Neto de Carvalho, C. (2015a) – Da areia do fundo do oceano ao cume da montanha quartzítica: uma história contada no Geopark Naturtejo reconhecido pela UNESCO. *Revista de Ciência Elementar*, 3(3): 8-15.

Rodrigues, J. & Neto de Carvalho, C. (2015b) – Paisagens Geológicas e cenários singulares. *Revista de Ciência Elementar*, 3(4): 6-14.

Rodrigues, J. & Neto de Carvalho, C. (2019) – O Inventário do Património Geológico e Geomineiro do Geopark Naturtejo (Beira Baixa/Alto Alentejo). Jornadas de Património Geológico e Geoconservação, Univ. Minho, 2-3 Maio, 18.

Rodrigues, J. Neto de Carvalho, C. & Baucon, A. (2016) – Communication of Ichnological Heritage in UNESCO Naturtejo Global Geopark (Portugal). In Baucon, A., Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (eds.), *Ichnia 2016: Abstract Book*. UNESCO Geopark Naturtejo/International Ichnological Association, Idanha-a-Nova, 280-281.

Rodrigues, J.C., Neto de Carvalho, C. & Catana, M.M. (2013) – *Field Geosciences Teaching Module: Geoparks and Geosites*. GEOschools Teaching Module Series, Geopark Naturtejo da Meseta Meridional, Castelo Branco.

Rodrigues, J.C., Neto de Carvalho, C. & Chambino, E. (2011) - “Há Ouro na Foz!” e outras actividades de divulgação do património geomineiro do Geopark Naturtejo. In: Batata, C. (ed.), *Actas do VI Simpósio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Sudoeste Europeu*. Vila Velha de Ródão: 263-283.

Rodrigues, J.C., Neto de Carvalho, C. & Geraldês, J. (2008) – Património Geológico de Salvaterra do Extremo. *Açafa On-line*, 1: 1-17.

Rodrigues, J., Neto de Carvalho, C. & Henriques, B. (2012) - Naturtejo Geopark school programme Anim'a Rocha at Portas de Almourão Geomonument. In: Sá, A.A., Rocha D., Paz, A., Correia, V. (eds.), *Proceedings of the 11th European Geoparks Conference*. AGA – Associação Geoparque Arouca, Arouca: 259-260.

Rodrigues, J.C., Neto de Carvalho, C., & Metodiev, D. (2009) – Património geológico da Serra do Moradal (Oleiros): Inventariação, certezas e potencialidades geoturísticas. *Açafa On-line*, 2, 1-34.

Rodrigues, J., Neto de Carvalho, C. & Oliveira, T. (2008) – Património Geomorfológico de Monsanto. *Geomorfologia 2008*, Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Braga, 6: 243-248.

Rodrigues, J. Neto de Carvalho, C. & Santos, V.F. (2016) – Ichnological Heritage in Portugal. In Baucon, A., Neto de Carvalho, C. & Rodrigues, J. (eds.), *Ichnia 2016: Abstract Book*. UNESCO Geopark Naturtejo/International Ichnological Association, Idanha-a-Nova, 282-283.

Rodrigues, J., Neto de Carvalho, C., Silva, P., Dias, R., Gaspar, C. & Fonseca, S. (2014) – Recursos digitais ao serviço do património geomineiro no Geopark Naturtejo. *II Encontro Casa da Ciências – Portal Gulbenkian para Professores, Livro de Resumos*, Porto, 61-63.

Vilas Boas, M., Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J.C. & Valente, A. (2015) – Património Geológico de Penamacor: inventário de Geossítios e propostas para a sua valorização. *Açafa Online* 10, 23-72.