

Nascentes cársticas do Maciço Calcário Estremenho Inventariação, classificação e avaliação

I. S. Azevedo^{*1} & M. L. Rodrigues²

© Associação Portuguesa de Geólogos



Resumo: Este artigo propõe uma avaliação qualitativa e quantitativa do valor geopatrimonial de nascentes cársticas localizadas no bordo do Maciço Calcário Estremenho (MCE). Primeiro, identificaram-se as nascentes cársticas perenes principais, sendo a sua inventariação e classificação, relativa aos tipos de valores patrimoniais associados, realizada através do preenchimento de fichas-inventário efectuadas no campo para as exsurgências dos rios Alviela, Almonda, Lis, Alcoa, Baça, Lena, Maior e ribeira de Alcobertas. Para avaliar o seu potencial geopatrimonial foram utilizados parâmetros de avaliação do seu valor científico (raridade, representatividade, integridade e vulnerabilidade), bem como de valores adicionais que acrescentam importância às nascentes cársticas consideradas (histórico-culturais, económico-sociais, estéticos e ecológicos). Por fim, procedeu-se à apresentação de propostas de geoconservação, valorização e promoção sustentável das nascentes.

Palavras-chave: Nascentes cársticas, Maciço Calcário Estremenho, geopatrimónio, património hidrológico, geoconservação.

Abstract: This paper aims to do a qualitative and quantitative evaluation of the karst springs located at the Estremadura Limestone Massif (ELM) border. Firstly, we did the main karst springs identification, filling an inventory sheet in the field, with data that allow also the characterization, classification and evaluation of karst springs. The springs considered were those that give rise to the Alviela, Almonda, Lis, Alcoa, Baça, Lena, Maior and Alcobertas rivers, in order to assess their geoheritage potential. The evaluation was based on the scientific value (rarity, representativeness, integrity and vulnerability) as well as on additional values that can add more importance to the studied karst springs (historical and/or cultural, economic, aesthetic and ecological ones). The results allow us to propose measures for the geoconservation, rehabilitation and sustainable development of the studied springs.

Keywords: Karst springs, Karst springs, Estremadura Limestone Massif, geoheritage, hydrological heritage, geoconservation.

Introdução

Actualmente começa a assistir-se à criação de projectos de conservação e valorização do património geomorfológico e geológico, principalmente em áreas protegidas e geoparques, embora o mesmo não ocorra com o património hidrológico. De facto, o património hidrológico é, muitas vezes, integrado em estudos de hidrogeologia ou de hidrogeografia, denotando uma subalternização do tema que se relaciona, em termos práticos directos, com o ordenamento e gestão de recursos hídricos.

A hidrologia é uma área de investigação e aplicação que engloba todos os fenómenos terrestres onde a água desempenha um papel fundamental. Segundo Lencastre & Franco (2010), o objecto da hidrologia é, em sentido lato, o estudo dos três domínios onde a água está presente: o atmosférico, o oceânico e o terrestre. Consideram, contudo, que é vulgar designar por hidrologia apenas o estudo do ramo terrestre. Quanto a nós preferimos englobar quer o papel da água doce quer o da água salgada ou salobra. De facto, para além dos estudos oceanográficos, a água salgada, por si só ou misturada com água doce é fundamental para compreender, por exemplo, o modelado litoral ou as formas nas grutas localizadas na zona entre marés. Os autores supracitados ou Hipólito & Vaz (2011) consideraram que a hidrologia estuda a ocorrência, quantidade, distribuição e circulação das águas nas terras emersas, bem como a sua qualidade (propriedades físicas e químicas) relacionada com o meio e o uso humano.

Assim, não será difícil compreender o conceito de património hidrológico, intimamente relacionado com o conjunto mais vasto constituído pela geodiversidade hidrológica terrestre, da qual é parte integrante (ver Rodrigues, 2009), bem como os elementos que o constituem. A geodiversidade engloba todos os elementos abióticos existentes na Terra (emersos e submersos). De facto, tem como

¹ Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Edifício IGOT, Avenida Prof. Gama Pinto, 1649-003 Lisboa

² Centro de Estudos Geográficos, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Edifício da FLUL, Alameda da Universidade, 1600-214 Lisboa

* autor correspondente: ines.sofia30@hotmail.com

suporte a enorme riqueza de elementos químicos e características físicas que constituem o sustentáculo da vida no nosso planeta. Segundo Sharples (1995) a geodiversidade é o conjunto (ou diversidade) dos elementos, sistemas e processos de natureza geológica (substrato rochoso), geomorfológica (formas de relevo) e dos solos. Esta definição, seguida por diversos autores (Dixon, 1995; Australian Heritage Commission, 2003; Reynard, 2005; Reynard & Coratza, 2007; Erikstad, 2008; Rodrigues & Fonseca, 2008 e 2009; Serrano & Ruiz-Flaño, 2009; entre outros), foi adoptada por Gray (2004) que, após uma discussão sistemática das definições apresentadas até à publicação do seu livro, defendeu um conceito relativamente consensual, considerando que os componentes da geodiversidade são o conjunto natural da diversidade de elementos geológicos (rochas, minerais e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo e processos) e solos, incluindo as suas relações, propriedades, interpretações e sistemas.

Posteriormente consolidou-se uma visão mais integradora, proposta inicialmente por Kozłowski (2004) e seguida por outros investigadores, de entre os quais se destacam Serrano & Ruiz-Flaño (2007), Rodrigues & Fonseca (2008 e 2009) ou Rodrigues (2009). Estes autores introduziram, para além dos elementos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, os respeitantes à diversidade hidrológica (com particular ênfase nos que integram a hidrologia continental, ou seja, a geodiversidade hidrológica terrestre).

De uma forma sintética, Rodrigues & Fonseca (2008 e 2009) e Rodrigues (2009) indicam que a geodiversidade (enquanto conceito teórico e aplicado) é o conjunto dos elementos naturais abióticos (geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos ou outros) existentes num determinado espaço. Desta forma, quanto maior for a variedade destes elementos numa dada área, maior será a geodiversidade aí patente.

No actual contexto de protecção da água, a Directiva da Água da Comissão Europeia afirma mesmo que a água não é um produto comercial como outro qualquer, mas antes um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal.

A geodiversidade hidrológica engloba elementos relacionados com os lugares que incluem águas subterrâneas (unidades hidromorfológicas) e superficiais (bacias hidrográficas, lagos, rios e outras formas de escoamento), geossítios hídricos (cascatas,

zonas húmidas, zonas de descarga e recarga difusas, etc.), áreas e nascentes termais e outros pontos de interesse hidrológico (nascentes secas por sobre-exploração ou por causas naturais, nascentes fluviais ou cársticas (superficiais ou subterrâneas), como as cavidades cársticas (grutas e galerias) ou outros fenómenos hidrológicos típicos das áreas cársticas, como as perdas, exurgências, ressurgências ou canhões cársticos e, mesmo, zonas húmidas classificadas ou a necessitar de medidas de protecção. De facto, os geossítios hidrológicos resultam da acção da água nos seus diversos estados, com realce para o estado líquido, que determina os processos de erosão e acumulação fluviais, bem como para o estado sólido relacionado com o modelado glacial e periglacial, para além da sua influência nos grandes *inlandsis*.

Contudo, os rios foram os organismos que mais despertaram movimentos de preservação e conservação pela beleza de algumas das paisagens associadas ao modelado fluvial ou fluvio-cárstico.

Simic & Belij (2008) publicaram um interessante texto, que sintetiza o trabalho do *Hydrology Working Group* do *National Geoheritage Council of Serbia*, onde consideram que até ao presente os fenómenos e sítios hidrológicos têm sido alvo de protecção apenas em casos raros, quando apresentam um valor excepcional do ponto de vista científico, educacional ou estético, pelo que para os classificar se tem utilizado a sua raridade e representatividade. Por isso, os autores supracitados sugerem a necessidade de introduzir um novo conceito, o de “hidrodiversidade”, para centrar a discussão no património hidrológico.

Sabemos que a geodiversidade hidrológica terrestre é fundamental para a conservação da vida e do ambiente, bem como para uma multitude de processos físicos e químicos que interagem com a meteorização das rochas e minerais, com o modelado que constitui as paisagens actuais e herdadas ou com os processos pedogenéticos.

Assim, o geopatrimónio, na mesma linha de raciocínio adoptada para a definição de geodiversidade, será equivalente de património natural abiótico e corresponde, segundo a definição deste termo em português (que corresponde ao de *geoheritage* em inglês) proposto por Rodrigues & Fonseca (2008), ao “conjunto de valores que representam a geodiversidade do território”, sendo “constituído por todo o conjunto de elementos naturais abióticos existentes à superfície da Terra (emersos ou submersos) que devem ser preservados devido ao seu valor pa-

trimonial”, incluindo, “o património geológico, o património geomorfológico, o património hidrológico, o património pedológico e outros já referidos”. A distinção entre os patrimónios geológico e geomorfológico é aqui entendida de acordo com o âmbito destas Ciências da Terra definido no Apêndice I da Recomendação 2004(3) do Conselho da Europa intitulada “*Philosophy and practice of geological and geomorphological conservation*”. Os sítios onde é identificada a existência de geopatrimónio denominam-se de geossítios que “serão todos os sítios de particular interesse geopatrimonial, incluindo os sítios litológicos, estruturais, paleontológicos, minerais, geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos ou outros, que apresentam um valor singular do ponto de vista científico (para a reconstituição da história da Terra), podendo ter outros valores adicionais, como são o caso do pedagógico, cultural, estético, económico, ecológico ou outro” (Rodrigues, 2009). Existem poucos estudos específicos e, como tal, escassas referências bibliográficas, relativos ao património hidrológico e pedológico. Parcialmente integrado em estudos hidrogeológicos ou hidrogeográficos, o património hidrológico é, então, formado pelos elementos hidrológicos que possuem valor patrimonial (à escala regional, nacional ou internacional), pelo que devem ser preservados enquanto geopatrimónio, permitindo uma utilização sustentada desses recursos de forma a serem também disfrutados pelas gerações vindouras. Verifica-se que muito desse geopatrimónio carece de informação adequada sobre a sua relevância, sendo o seu valor desconhecido da população local e encontrando-se, na maior parte dos casos, deteriorado ou completamente ao abandono.

Daí a importância de abordar este tema sobre a inventariação, classificação e avaliação das principais nascentes cársicas existentes no bordo do Maciço Calcário Estremenho (MCE), o maior e mais importante conjunto calcário do país, onde se localizam algumas das exsurgências mais importantes e essenciais para o abastecimento das populações locais (e não só), assim como para o conhecimento das reservas hídricas nacionais, sendo de extrema importância a sua preservação, valorização e promoção. Para além do seu interesse para a investigação científica, possuem elevado valor para o turismo de natureza e para o geoturismo.

2. Enquadramento geográfico e geomorfológico

O Maciço Calcário Estremenho, individualizado na figura 1 através da sua maior altitude relativamente aos terrenos circundantes, localiza-se na região central de Portugal continental, enquadrado pelas cidades de Leiria, Alcobaça, Rio Maior, Torres Novas e Ourém. Uma parte deste maciço está igualmente sujeita a um regime de protecção da natureza através da instituição em 1979 do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PN-SAC), em 1979, com uma área aproximada de 384 km², correspondente à área delimitada no mapa.

O MCE corresponde a uma unidade geomorfológica, geológica e hidrológica situada no sector leste da Bacia Sedimentar Ocidental, que, através de soerguimento tectónico, cavalga a Bacia do Tejo. É caracterizado por possuir importante carsificação superficial e subterrânea (ver, por exemplo, Martins, 1949 ou Rodrigues, 1998), constituindo um grande reservatório de água de importante valor no âmbito do ordenamento dos recursos hídricos nacionais. Nele se regista a maior extensão de afloramentos em rochas calcárias do Jurássico Médio no país (Carvalho *et al.*, 2001), caracterizada pela sua permeabilidade devido às discontinuidades presentes nas rochas (falhas, juntas de estratificação, diaclases e outras fracturas), o que influencia a ausência de cursos de água à superfície (encontrando-se o nível freático a profundidades elevadas embora variáveis) e a existência de condutas subterrâneas (poços, galerias e grutas) responsáveis pelo escoamento da maior parte da água.

Relativamente às unidades morfológicas do MCE, este encontra-se estruturado, (segundo Rodrigues, 1998), em: i) dois planaltos, o Planalto de Sto. António (a Sul e SE) e o Planalto de S. Mamede (a Norte, que se liga à Plataforma de Fátima através de ressalto tectónico); ii) três relevos resultantes de estruturas anticlinais, a Serra de Candeeiros (a W, que efectua a ligação à Plataforma de Aljubarrota), a Serra de Aire (a E, que cavalga a Bacia do Tejo ao longo dos Arrifes) e o monte de Alqueidão (a W do Planalto de S. Mamede, abatido relativamente a este ao longo da falha de Reguengo do Fetal); iii) três depressões de origem tectónica (com estrutura em graben dissimétrico), que intercalam as unidades anteriores, como é o caso da Depres-

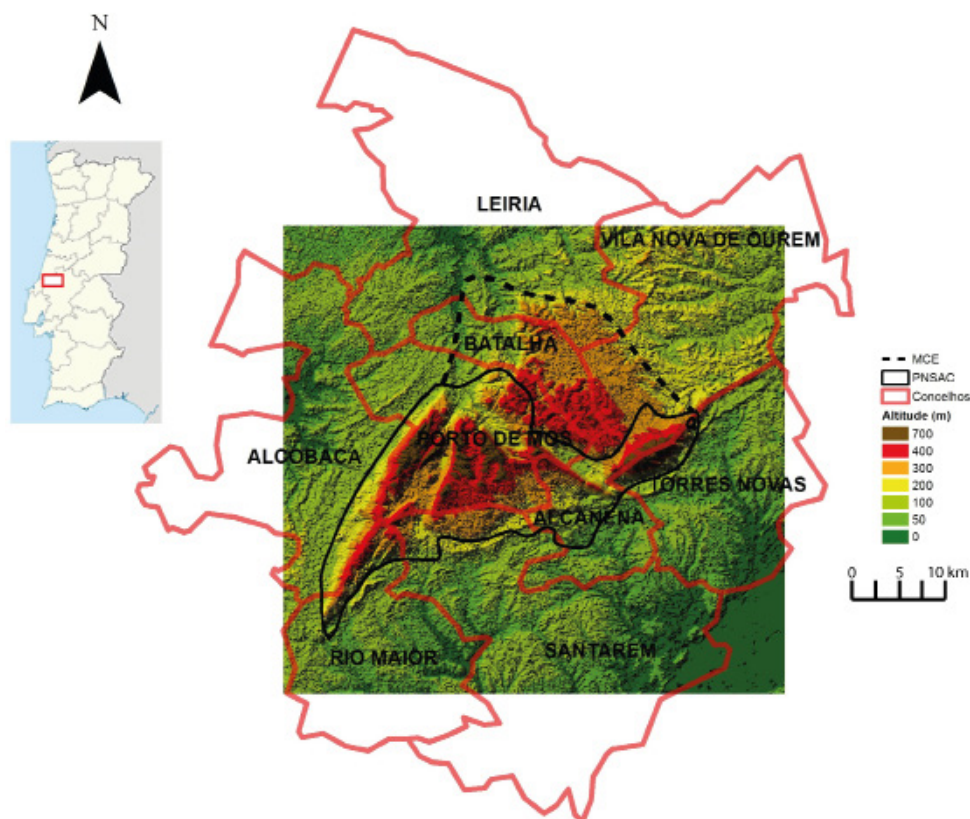


Figura 1 - Localização da área de estudo.

Figure 1 - Location of the study area.

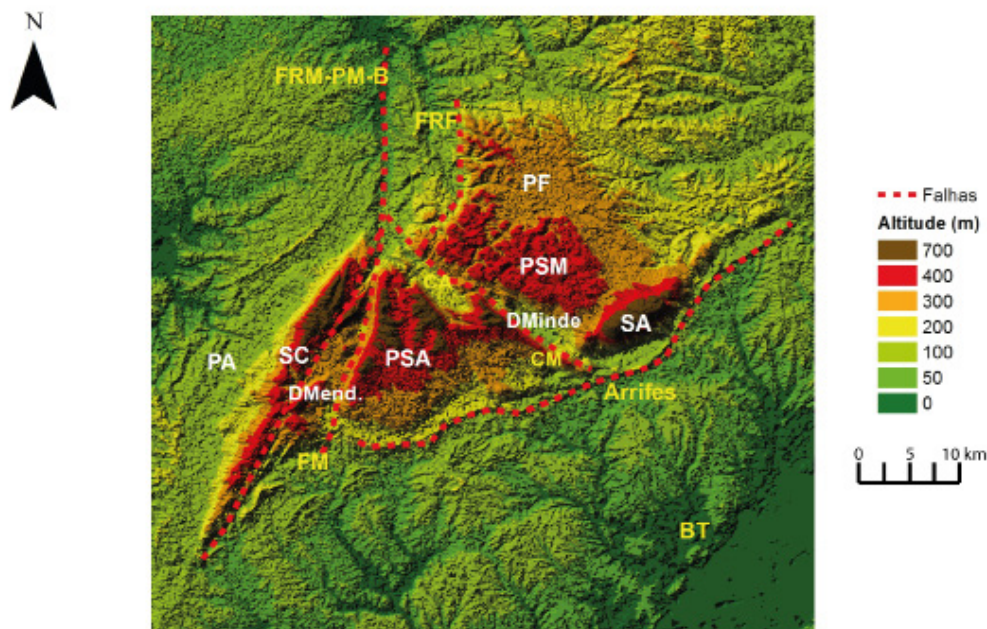


Figura 2 - Unidades morfológicas e principais acidentes tectónicos. PA-Plataforma de Aljubarrota; SC – Serra dos Candeeiros; DMend. – Depressão de Mendiga; PSA – Planalto de Sto. António; DMinde – Depressão de Minde; PF – Plataforma de Fátima; PSM – Plataforma de São Mamede; SA – Serra de Aire. FRM-PM-B – Falha de Rio Maior-Porto de Mós-Batalha; FM – Falha de Mendiga; CA – Costa de Alvados; CM – Costa de Minde; FRF – Falha do Reguengo do Fetal; BC – Bacia do Tejo.

Figure 2 - Morphological units and major tectonic accidents. PA-Plataforma de Aljubarrota; SC – Serra dos Candeeiros; DMend. – Depressão de Mendiga; PSA – Planalto de Sto. António; DMinde – Depressão de Minde; PF – Plataforma de Fátima; PSM – Plataforma de São Mamede; SA – Serra de Aire. FRM-PM-B – Falha de Rio Maior-Porto de Mós-Batalha; FM – Falha de Mendiga; CA – Costa de Alvados; CM – Costa de Minde; FRF – Falha do Reguengo do Fetal; BC – Bacia do Tejo.

são da Mendiga (associada às falhas da Mendiga e de Rio Maior – Porto de Mós – Batalha), que separa a Serra de Candeeiros do Planalto de Sto. António e das Depressões de Alvados e de Minde (associadas ao sistema de falhas com orientação NW-SE, que dão lugar às imponentes Costas de Alvados e de Minde), que separam o Planalto de Sto. António do conjunto formado pelo Planalto de S. Mamede e pela Serra de Aire. Estas unidades morfológicas principais do MCE são visíveis na figura 2.

Na figura 3, correspondente ao mapa de declives do MCE, estão localizadas as nascentes cársicas referidas no presente trabalho. Como se verifica facilmente, estas localizam-se no bordo do MCE, embora as exsurgências dos rios Alcoa e Baça se situem já na Plataforma de Aljubarrota. As restantes nascentes ocorrem a jusante de alinhamentos com declive elevado, frequentemente coincidentes com acidentes tectónicos.

3. Metodologia para a avaliação das nascentes cársicas

As fases de identificação, classificação e avaliação do património hidrológico basearam-se na metodologia proposta por Reynard *et al.*, 2007 e Rodrigues & Fonseca, 2010, entre outros, que

foi adaptada para o presente estudo. No artigo são utilizados dados qualitativos e quantitativos com o objectivo de seleccionar e caracterizar os principais locais de interesse hidrológico.

Os locais identificados foram listados, localizados em mapa e sujeitos a uma avaliação qualitativa e quantitativa aquando do preenchimento *in situ* da ficha-inventário dos geossítios. Este procedimento considerou três conjuntos principais de informação: o valor do elemento hidrológico identificado e classificado, a necessidade de gestão e protecção/medidas a tomar, bem como as potencialidades de uso enquanto local de interesse hidrológico. A ficha-inventário proposta por Rodrigues (2009) foi adaptada relativamente aos locais em estudo – as exsurgências do bordo do MCE. Esta é composta por um primeiro conjunto de tópicos com o objectivo de realizar o enquadramento da área em estudo (e.g., localização do geossítio, data de observação, mapa com localização). Num segundo conjunto englobou-se a descrição do geossítio (e.g., tipo de acessibilidade, estado de conservação, síntese descritiva). No último conjunto juntaram-se os dados relativos à importância do geossítio a nível de representatividade espacial (importância regional, nacional ou internacional), o tipo e grau de interesse/valor científico e/ou adicio-

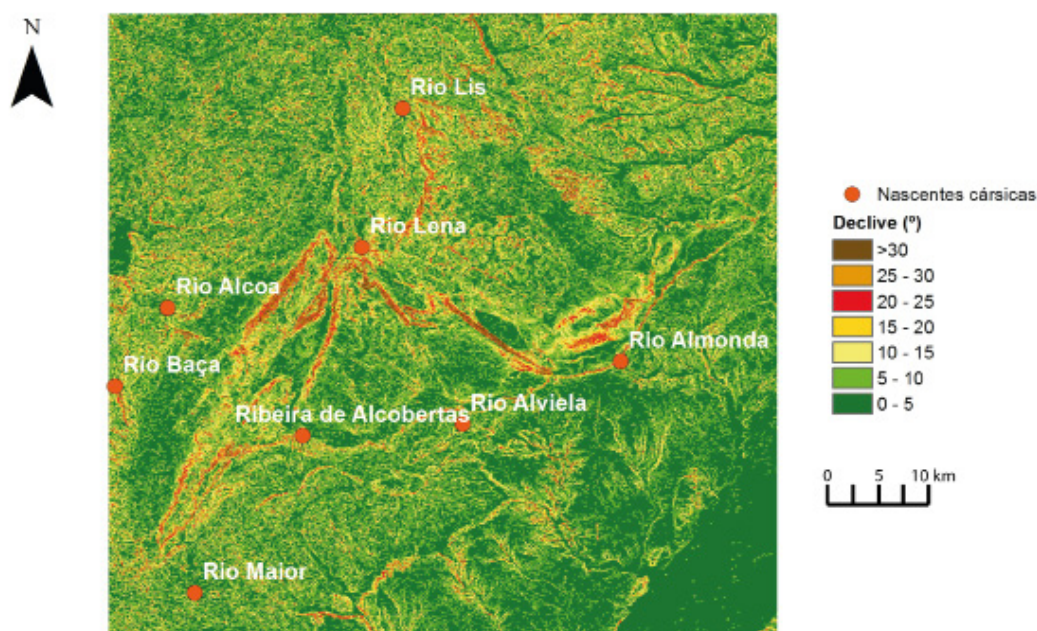


Figura 3 – Localização das nascentes cársicas.

Figure 3 – Location of the karst springs.

nais e as potencialidades e ameaças do geossítio (potencialidades de uso, ameaças actuais ou potenciais, necessidade de medidas de protecção).

Terminada a fase de recolha, caracterização e avaliação dos dados relativos a cada exsurgência foram efectuadas algumas propostas de conservação, valorização e promoção sustentável das nascentes cársticas localizadas no bordo do Maciço Calcário Estremenho, na medida em que a área protegida não apresenta propostas de geoconservação.

4. Resultados e discussão

Através do trabalho de campo efectuado e do preenchimento das fichas-inventário, foi possível verificar que as nascentes (ver Fig. 3) detêm um importante valor científico. Relativamente à nascente do rio Baça, temos ainda dúvidas quanto aos processos de evolução e à sua forma actual, sendo que a exsurgência passa despercebida, uma vez que se confunde com uma qualquer ribeira.

O valor científico foi caracterizado por três parâmetros essenciais: a raridade, a representatividade e a integridade de cada geossítio. Contudo, é necessário saber qual o conjunto de referência adoptado para a avaliação destes parâmetros. Isto é, o valor de um geossítio não será o mesmo se adoptarmos diferentes escalas de análise: o seu significado científico diminui à medida que alargamos a área de referência. Será maior se utilizarmos comparações a nível local ou regional, diminuirá se considerarmos todos os geossítios do mesmo tipo existentes a nível nacional e poderá ter um valor insignificante se comparado com geossítios existentes em toda a superfície terrestre. No limite, apenas o geossítio mais importante do planeta terá um valor científico máximo.

No nosso caso utilizamos uma avaliação baseada nas nascentes cársticas existentes a nível nacional.

Verificou-se que, de entre os parâmetros de avaliação do valor científico, a raridade é um parâmetro decisivo na diferenciação entre as nascentes cársticas, apesar de no MCE existir um elevado número de nascentes temporárias e mais algumas permanentes de reduzido caudal. A avaliação qualitativa apresentada na tabela I mostra que as nascentes cársticas apresentam uma raridade distribuída pelas quatro classes de valor consideradas: baixa (nascente do rio Baça); média (nascentes do rio Lena, do rio Maior, da ribeira de Alcobertas e do rio Lis); elevada (nascentes do rio Alcoa e do rio Almonda);

muito elevada (nascentes do rio Alviela). De facto, três nascentes apresentam particularidades específicas que as distinguem das outras: i) os “Olhos de Água do Alviela” (Fig. 4), que mostram bem a acção conjunta de processos flúvio-cársticos, sendo a nascente cárstica mais importante do país, pelo caudal total emitido, pelas diferentes exsurgências que os constituem (dando origem ao rio Alviela), ou pela ocorrência de perdas e ressurgências; ii) o “Olho do Moinho da Fonte” (nascente do rio Almonda, representada na Fig. 5), através do qual é possível ter acesso à gruta localizada a montante da exsurgência com recurso ao espeleomergulho; iii) o “Olho da Mãe d’Água” (nascente do rio Alcoa, representada na Fig. 6), que possui uma temperatura mais elevada e maiores concentrações em sulfatos, cálcio e sódio.

O parâmetro da representatividade, incluindo também no valor científico, é particularmente importante pois estas nascentes cársticas têm a capacidade de transmitir a sua génese, forma e processos hidrológicos associados, adicionando ao valor científico características que permitem a sua utilização em actividades pedagógicas (Rodrigues, 2009). Como se pode ver na tabela I, não é por acaso que três delas estão associadas a centros interpretativos, como são o Centro de Ciência Viva do Alviela, o Centro de Interpretação Subterrâneo da Gruta do Almonda ou o Eco Parque dos Monges, que, para além disso, permitem uma gestão mais eficaz das exsurgências e sua envolvência. Estes centros, com objectivos mais direccionados para a educação e sensibilização ambiental, desenvolvem diversas actividades lúdicas para os mais novos, bem como a criação de percursos pedestres que permitem a interpretação *in situ* dos geossítios. Com excepção das nascentes do rio Baça, todas apresentam uma representatividade elevada ou muito elevada.

O parâmetro da integridade apresenta um valor sempre elevado ou muito elevado (excepto a nascente do rio Baça), mostrando a importância destas exsurgências no panorama do relevo cárstico português, bem como a necessidade de promover um uso sustentado da sua envolvência através de programas de gestão e monitorização.

Muitas das nascentes possuem, para além do valor científico, valores adicionais, como o histórico-cultural (pela sua associação a lendas, superstições ou festividades), ou o valor económico relacionado com a longa história de utilização da água pelas populações locais (para a agricultura, abastecimento

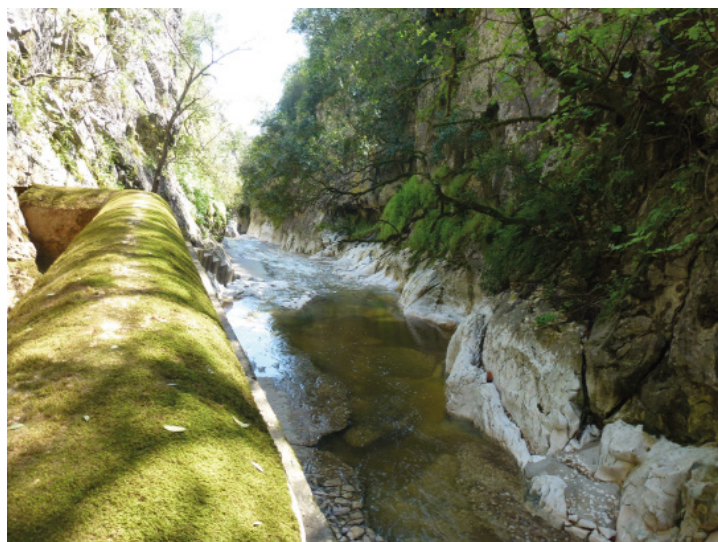


Figura 4 – Canhão Flúvio-Cársico da Ribeira dos Amiais.
Figure 4 – Fluvial-Karst Canyon of the Ribeira dos Amiais.



Figura 5 – Olho do Moinho da Fonte.
Figure 5 – Olho do Moinho da Fonte.



Figura 6 – Olho da Mãe d'Água.
Figure 6 – Olho da Mãe d'Água.

Tabela 1 – Síntese da avaliação qualitativa das nascentes cársticas estudadas no Maciço Calcário Estremenho. Classificação do valor: B - Baixo; M - Médio; E - Elevado; ME - Muito Elevado.

Table 1 – Qualitative evaluation summary of karst springs studied in the Limestone Massif of Estremadura. Value rating: B - Low; M - Medium; E - High; ME - Very High.

Geossítios	Valor científico	Valores adicionais	Valores de uso e gestão
Nascentes do Rio Alviela (Olhos de Água do Alviela)	• Raridade.....ME • Representatividade.....ME • Integridade.....ME • Vulnerabilidade.....B	• Histórico-cultural.....ME • Económico-social.....E • Estético.....E • Ecológico.....ME	• Centro de Ciência Viva do Alviela (Carsoscópio) • Abastecimento de água • Praia fluvial • Parque de merendas • Espeleologia • Espelcomergulho • Observação de morecos • Pedestrianismo • Passeios de burro
Nascente do Rio Almonda (Olho do Moinho da Fonte)	• Raridade.....E • Representatividade.....ME • Integridade.....E • Vulnerabilidade.....M	• Histórico-cultural.....ME • Económico-social.....E • Estético.....B • Ecológico.....E	• Centro de Interpretação Subterrâneo da Gruta do Almonda • Abastecimento de água à Fábrica Antiga da Renova • Espeleologia • Espelcomergulho • Pedestrianismo
Nascentes do Rio Lis (Grota – temporária; Nascente da Capela – permanente)	• Raridade.....M • Representatividade.....E • Integridade.....ME • Vulnerabilidade.....B	• Histórico-cultural.....E • Económico-social.....E • Estético.....ME • Ecológico.....E	• Abastecimento de água • Parque de merendas • Pedestrianismo • Passeios a cavalo • BTT
Nascente da Ribeira de Alcobertas (Olho de Água de Alcobertas)	• Raridade.....M • Representatividade.....E • Integridade.....E • Vulnerabilidade.....B	• Histórico-cultural.....ME • Económico-social.....M • Estético.....M • Ecológico.....M	• Abastecimento de água • Espeleologia • Azenhas • Levadas • Pedestrianismo • BTT
Nascentes do Rio Aleoa (Olhos de Água de Chiqueda; Olho da Mãe d'Água)	• Raridade.....E • Representatividade.....E • Integridade.....E • Vulnerabilidade.....B	• Histórico-cultural.....ME • Económico-social.....E • Estético.....M • Ecológico.....M	• Eco Parque dos Monges • Abastecimento de água • Azenhas • Pedestrianismo • BTT • Indústria panificadora (abandonada)
Nascentes do Rio Maior (Bocas de Rio Maior)	• Raridade.....M • Representatividade.....E • Integridade.....E • Vulnerabilidade.....B	• Histórico-cultural.....ME • Económico-social.....E • Estético.....E • Ecológico.....M	• Azenhas • Pedestrianismo • Central hidroeléctrica (abandonada)
Nascentes do Rio Lena (Olho de Água da Ribeira de Cima)	• Raridade.....M • Representatividade.....E • Integridade.....E • Vulnerabilidade.....M	• Histórico-cultural.....M • Económico-social.....M • Estético.....E • Ecológico.....M	• Abastecimento de água • Pedestrianismo • BTT • Antiga piscina fluvial
Nascente do Rio Baça	• Raridade.....B • Representatividade.....M • Integridade.....M • Vulnerabilidade.....M	• Histórico-cultural.....B • Económico-social.....B • Estético.....B • Ecológico.....B	• Lavagem de roupa

de água doméstica e industrial), permitindo a instalação de indústrias com particular necessidade de água, como são o caso da tecelagem aliada à tinturaria dos tecidos, dos curtumes, da indústria panificadora ou da indústria transformadora de papel (Fig. 7), que persistem até à actualidade. Contudo, a maior parte destes usos mostra a vulnerabilidade dos aquíferos cársicos à contaminação e poluição da água (Pacheco *et al.*, 2011), como se observa na figura 8.

Outros valores adicionais como o estético e o ecológico devem ser igualmente tidos em conta pois algumas nascentes estão inseridas em paisagens com elevado valor paisagístico, proporcionando, igualmente, a presença de espécies vegetais particulares

adaptadas aos ecossistemas, como é o caso das ripícolas. A fauna é também muito rica salientando-se, para além de espécies inseridas em ambientes húmidos e aquáticos, espécies cavernícolas raras ou únicas que devem ser protegidas (como os morcegos ou as gralhas de bico vermelho, os insectos, aracnídeos e outros animais cavernícolas endémicos, evidenciando, por vezes, manifestações de troglomorfo).

Na tabela I pode-se verificar que todas as nascentes cársicas consideradas no presente estudo possuem valores adicionais que se adicionam ao valor científico para conferir maior importância às exsurgências. Relativamente às potencialidades de uso (referidas por Pereira *et al.* (2007), todos os geossítios têm va-



Figura 7 - Fábrica da Renova associada à nascente do rio Almonda.

Figure 7 - Renova factory associated to the Almonda river Spring.



Figura 8 – Abastecimento de água através da nascente da Ribeira de Alcobertas.

Figure 8 - Water supply through the Ribeira de Alcobertas spring.

lor para a investigação científica, para além da maior parte ter interesse para o turismo de natureza (na sua vertente lúdica ou pedagógica), como é o caso do espeleomergulho, pedestrianismo, prática de BTT, passeios a cavalo ou de burro, bem como para a educação ambiental e acções de formação, o geoturismo (baseado na interpretação do geopatrimónio), o lazer (nomeadamente o balnear), o abastecimento de água às populações e, mesmo, a moagem de cereais (Fig. 9), entre outras (ver Tab. 1).

Para definir medidas de gestão deste património hidrológico é necessário conhecer profundamente a vulnerabilidade dos geossítios (Rodrigues & Fonseca, 2010). Por isso, o parâmetro vulnerabilidade foi também avaliado (ver Tab. 1). Nas nascentes estudadas, a vulnerabilidade varia entre baixa e média, tendo em consideração apenas as exsurgências e sua envolvente próxima. Contudo, foi possível verificar no local que algumas nascentes mostram sinais evidentes de poluição das águas e/ou intervenções humanas desajustadas que modificaram parcialmente os geossítios. Nas nascentes do rio Alcoa e na nascente da ribeira de Alcobertas, a água encontra-se eutrofizada, com presença abundante de algas verdes (Fig. 10), denotando a olho nu o excesso de nutrientes fornecidos, sobretudo pelas actividades agropecuárias (com particular importância dos efluentes das suiniculturas), industriais e deposição de substâncias químicas e de resíduos sólidos, como é o caso das placas de fibrocimento detectadas nas nascentes do rio Alcoa. Relativamente às restantes nascentes, apesar de não apresentarem evidências visuais de poluição, será necessário

proceder a análises regulares da qualidade da água para decidir dos seus usos potenciais. Assim, para traçar uma estratégia de gestão das nascentes cársticas, que permita simultaneamente a sua protecção e promoção, captando novos visitantes, é necessário realizar estudos sistemáticos que consubstanciem o ordenamento e valorização dos recursos hidrológicos do Maciço Calcário Estremenho.

A tabela 2 foi elaborada para sintetizar a informação fornecida na tabela 1 e permitir uma comparação mais fácil entre as diferentes nascentes cársticas. Para isso transformou-se a classificação qualitativa das 4 classes de valor utilizadas na tabela 1 (baixo, médio, elevado e muito elevado) em pontuações quantitativas, tal como já foi utilizado por outros autores, nomeadamente Grandgirard (1999), Pralong (2005), Reynard (2005), Reynard *et al.* (2007), Pereira (2006), Rodrigues & Fonseca (2010). A maioria considera que cada parâmetro de avaliação deve variar entre 0 e 1. Assim, aos valores considerados baixos na tabela 1 foi atribuída uma pontuação de 0,25, aos valores identificados como médios corresponde uma pontuação de 0,50, aos valores elevados corresponde uma pontuação de 0,75 e, finalmente, aos valores apontados como muito elevados foi atribuída uma pontuação de 1,00 (ver Tab. 2).

Para além das duas primeiras colunas (com valor científico e valores adicionais) incluiu-se uma terceira sobre os valores de uso e gestão. Nesta última indica-se o número de valências existentes em termos de uso e gestão dos geossítios (ver discriminação na tabela 1), bem como a avaliação da vulnerabilidade que é fundamental para gi-



Figura 9 - Azenha em funcionamento para moagem de cereais.

Figure 9 - Watermill in operation for grinding cereals.



Figura 10 - Presença de algas verdes na nascente da Ribeira de Alcobertas.

Figure 10 - Presence of green algae in the Ribeira de Alcobertas spring.

Tabela 2 - Síntese da avaliação semi-quantitativa das nascentes cársticas estudadas no Maciço Calcário Estremenho. Classificação do valor: Baixo-0,25; Médio-0,50; Elevado-0,75; Muito Elevado-1,00.

Table 2 - Semi-quantitative evaluation summary of karst springs studied in the Limestone Massif of Estremadura. Value rating: Low-0.25; Medium-0.50; High-0.75; Very High-1.00.

Geossítios	Valor científico	Valores adicionais	Valores de uso e gestão
Nascentes do Rio Alviela (Olhos de Água do Alviela)	• Raridade.....0,25 • Representatividade.....1,00 • Integridade.....0,75 • Total.....2,00	• Histórico-cultural.....1,00 • Económico-social.....0,75 • Estético.....0,75 • Ecológico.....1,00 • Total.....3,50	9 valências Vulnerabilidade.....1,00
Nascente do Rio Almonda (Olho do Moinho da Fonte)	• Raridade.....0,25 • Representatividade.....1,00 • Integridade.....0,75 • Total.....2,00	• Histórico-cultural.....1,00 • Económico-social.....0,75 • Estético.....0,25 • Ecológico.....0,75 • Total.....2,75	5 valências Vulnerabilidade.....1,00
Nascentes do Rio Lis (Grotta – temporária; Nascente da Capela – permanente)	• Raridade.....0,25 • Representatividade.....0,50 • Integridade.....0,75 • Total.....1,50	• Histórico-cultural.....0,75 • Económico-social.....0,75 • Estético.....1,00 • Ecológico.....0,75 • Total.....3,25	5 valências Vulnerabilidade.....0,75
Nascente da Ribeira de Alcobertas (Olho de Água de Alcobertas)	• Raridade.....0,25 • Representatividade.....0,75 • Integridade.....0,25 • Total.....1,25	• Histórico-cultural.....1,00 • Económico-social.....0,50 • Estético.....0,50 • Ecológico.....0,50 • Total.....2,50	6 valências Vulnerabilidade.....1,00
Nascentes do Rio Alcoa (Olhos de Água de Chiqueda; Olho da Mãe d'Água)	• Raridade.....0,25 • Representatividade.....0,75 • Integridade.....0,25 • Total.....1,25	• Histórico-cultural.....1,00 • Económico-social.....0,75 • Estético.....0,50 • Ecológico.....0,50 • Total.....2,75	6 valências Vulnerabilidade.....1,00
Nascentes do Rio Maior (Bocas de Rio Maior)	• Raridade.....0,25 • Representatividade.....1,00 • Integridade.....0,75 • Total.....2,00	• Histórico-cultural.....1,00 • Económico-social.....0,75 • Estético.....0,75 • Ecológico.....0,50 • Total.....3,00	3 valências Vulnerabilidade.....1,00
Nascentes do Rio Lena (Olho de Água da Ribeira de Cima)	• Raridade.....0,25 • Representatividade.....0,75 • Integridade.....0,75 • Total.....1,75	• Histórico-cultural.....0,50 • Económico-social.....0,50 • Estético.....0,75 • Ecológico.....0,50 • Total.....2,25	4 valências Vulnerabilidade.....1,00
Nascente do Rio Baça	• Raridade.....0,25 • Representatividade.....0,25 • Integridade.....0,25 • Total.....0,75	• Histórico-cultural.....0,25 • Económico-social.....0,25 • Estético.....0,25 • Ecológico.....0,25 • Total.....1,00	1 valência Vulnerabilidade.....1,00

zar medidas de geoconservação e de promoção. A análise da tabela 2 permite-nos estabelecer um *ranking* das nascentes cársticas estudadas, destacando-se as Nascentes do Rio Alviela, que possuem 2 pontos em termos de valor científico (num máximo de 3 pontos) adicionados por 3,50 pontos obtidos nos valores adicionais (num máximo de 4 pontos), o que representa um valor total de 5,50 pontos. Além disso, é necessário considerar que não apresenta áreas de vulnerabilidade visíveis (vulnerabilidade de 1) e que possui 9 valências relacionadas com o uso e a gestão do geossítio.

Um segundo conjunto é formado pelas Nascentes do Rio Maior, pelas Nascentes do Rio Almonda e pelas Nascentes do Rio Lis, sendo que as primeiras obtêm uma pontuação total de 5,0 enquanto as duas últimas somam 4,75 (embora com uma estrutura distinta entre valor científico e valores adicionais). A este valor total acrescentam-se as valências das três nascentes, verificando-se que as do rio Maior apenas contabilizam 3 valências, enquanto as do rio Almonda e do rio Lis apresentam valências idênticas (5).

Quanto à vulnerabilidade, as nascentes do rio Maior e do rio Almonda apresentam um valor superior (1,00) à das nascentes do rio Lis que apenas possuem um pouco menos de vulnerabilidade (0,75).

Um terceiro conjunto é composto pelas Nascentes do Rio Alcoa, pelas Nascentes do Rio Lena e pelas Nascentes da Ribeira de Alcobertas, sendo que as duas primeiras apresentam valores totais de 4,00, enquanto as segundas contabilizam valores totais de 3,75. Em termos de valências de uso e gestão, as nascentes do rio Lena apresentam 4 enquanto as outras duas exsurgências apresentam 6 cada. Um último conjunto conta apenas com as Nascentes do Rio Baça com um valor total de 1,75 e apenas uma valência. Por último resta referir que, mesmo na actual situação das nascentes cársticas, existe a necessidade de recuperar algumas a curto prazo, de colocar painéis interpretativos junto das exsurgências e ao longo dos percursos pedestres, de proceder à sensibilização ambiental dos visitantes (qualquer que seja a sua idade ou formação prévia), colocando avisos relativos às boas práticas (e.g., não poluir a água e área envolvente), de melhorar os acessos às nascentes evitando simultaneamente a criação de trilhos “selvagens”, de realizar uma maior fiscalização das exsurgências e áreas envolventes, de

sensibilizar a população (local e visitante) quanto à importância da qualidade da água, entre outras medidas prementes.

5. Conclusões e trabalhos futuros

O estudo das principais nascentes cársticas do MCE permitiu realizar avanços no conhecimento deste património hidrológico. Contudo, temos consciência que constitui apenas um ponto de partida para o necessário conhecimento aprofundado dos recursos hídricos de valor inestimável existentes no MCE e, em particular, para a caracterização, conservação, valorização e promoção das nascentes cársticas enquanto geossítios de valor nacional. Não existindo qualquer informação sobre projectos vigentes ou futuros de geoconservação e valorização do património hidrológico existente no MCE, sugerimos que se desenvolvam, desde já, algumas iniciativas com vista à valorização das nascentes cársticas, nomeadamente:

- Acções de formação e esclarecimento em centros culturais e/ou recreativos nas diversas localidades no sentido de sensibilizar as populações e organizar grupos de voluntários para acções de limpeza e fiscalização das nascentes, rios e respectivas margens;
- Acções que permitam o armazenamento e tratamento de efluentes da agropecuária, nomeadamente através de ETAR's e medidas que aumentem a eficiência das ETAR's existentes;
- Intervenções estruturais nas explorações agropecuárias;
- Planos que permitam uma adequada gestão de fertilizantes agrícolas;
- Restrições e fiscalização, por parte das autoridades competentes, das actividades desenvolvidas pelas indústrias de curtumes, agropecuárias, matadouros e indústrias de transformação da pedra e do papel;
- Estruturas de saneamento básico nas localidades onde ainda se utilizam as fossas sépticas (frequentemente ligadas a algaes que transportam os efluentes domésticos directamente para a circulação subterrânea);
- Acções de incentivo à manutenção e recuperação de usos tradicionais ligados às exsurgências e cursos de água delas resultantes (e.g. azenhas, moagens de cereais, canais de rega,

aquedutos); Projectos de criação de roteiros geoturísticos que permitam aos visitantes realizar o percurso das nascentes cársicas do bordo do MCE, incluindo a informação necessária para a sua compreensão, uma vez que não se protege o que não se conhece.

- Dado que neste trabalho se apresentam os primeiros resultados com vista à elaboração de uma Dissertação de Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território, intitulada “Potencial geopatrimonial e geoturístico de nascentes cársicas do Maciço Calcário Estremenho”, serão ainda efectuados outros estudos relacionados, nomeadamente, com a avaliação quantitativa dos geossítios e a elaboração de roteiros geoturísticos.

Agradecimentos

Agradecemos ao revisor anónimo os comentários efectuados na primeira versão do artigo que nos permitiram enriquecer esta versão final.

5. Bibliografia

- Carvalho, J., Costa, A., Machado, S., Midões, C., Lisboa, V. & Sampaio, J., 2011. *Maciço Calcário Estremenho: Caracterização da Situação de Referência*. LNEG, 1-42.
- Dixon, G., 1995. Geoconservation: An International Review and Strategy for Tasmania. *A Report to the Australian Heritage Commission*, Parks & Wildlife Service, Tasmania, 101 p.
- Erikstad, L., 2008. History of Geoconservation in Europe. *The History of Geoconservation. The Geological Society of London*, 300: 249-256.
- Grandgirard, V., 1999. L'évaluation des géotopes. *Geologica Insubrica*, 4(1): 59-66.
- Gray, M., 2004. *Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature*, Chichester, Wiley, 448.
- Hipólito, R. J. & Vaz, C. A., 2011. *Hidrologia e Recursos Hídricos*. IST Press, Lisboa, 1-3.
- Kozłowski, S., 2004. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52, 8/2: 833-837.
- Lencastre, A. & Franco, M. F., 2010. *Lições de Hidrologia*. Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Univ. Nova de Lisboa, 19-20.
- Martins, A., 1949. *Maciço Calcário Estremenho. Contribuição para um estudo de Geografia Física*. Inst. Estudos Geográficos, Coimbra, 248.
- Pacheco, F., Moreiras, P. & Matias, R., 2011. Avaliação de impactes nas águas subterrâneas associados à exploração de pedreiras em meio cársico. *8º Seminário sobre Águas Subterrâneas, Livro de Resumos*, Lisboa, 1-5.
- Pereira, P., 2006. *Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho*. Diss. Doutoramento em Ciências, Univ. Minho, 370.
- Pereira, D., Pereira, P., Alves, M. & Brilha, J., 2007. Avaliação do Património Geomorfológico: proposta de metodologia. *Publ. Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, 2005(5): 235-247.
- Pralong, J. P., 2005. A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environment*, 2005(3): 189-196.
- Reynard, E., 2005. Geomorphosites et paysages. *Géomorphologie: relief, processus, environment*, 2005(3): 181-188.
- Reynard, E. & Coratza, P., 2007. Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. *Geographica Helvetica*, 62, (3): 138-139.
- Reynard, E., Fontana, G., Kozlik, L. & Scapozza, C., 2007. A method for assessing «scientific» and «additional values» of geomorphosites. *Geographica Helvetica*, Jg. 62, (3): 148-158.
- Rodrigues, M. L., 1998. *Evolução geomorfológica quaternária e dinâmica actual. Aplicações ao ordenamento do território. Exemplos no Maciço Calcário Estremenho*. Diss. Doutoramento em Geografia Física, Univ. Lisboa, 686.
- Rodrigues, M. L., 2009. *Geodiversidade, Património Geomorfológico e Geoturismo*. Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 123.
- Rodrigues, M. L. & Fonseca, A., 2010. Geoheritage assessment based on large-scale geomorphological mapping. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 2010(2): 189-198.
- Serrano, E. & Ruiz-Flaño, P., 2007. Geodiversity. A theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica*, 62, 3: 140-147.
- Sharples, C., 1995. Geoconservation in forest management - principles and procedures. *Forestry Tasmania, Tasforests*, 7: 37-50.