



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Covilhã | Portugal  
Faculdade de Engenharia

# **Valorização do Património Natural e Turístico do território afeto ao PNSE**

**Versão final após defesa**

**José Almeida (M7398)**

Orientador: Professor Catedrático Doutor Victor Manuel Pissarra Cavaleiro

**Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica  
(2º ciclo de estudos)**

**Covilhã, novembro de 2017**



## Agradecimentos

Venho por este meio agradecer a todos os professores que me transmitiram os conhecimentos necessários para a realização da presente dissertação, em especial ao meu caríssimo orientador, Professor Catedrático Doutor Victor Cavaleiro, cuja disponibilidade, compreensão e estímulo constante são de salientar.

À Associação Estrela Geopark, que disponibilizou, através do meu orientador, a informação prévia de levantamento de dados efetuados na área de estudo do presente trabalho e cuja informação foi vital para o desenvolvimento e tratamento de dados efetuados na dissertação.

À minha amiga Cristina Venâncio, cuja disponibilidade, empenho e saber contribuíram em larga escala para a construção e melhoramento da dissertação.

Ao meu colega de turma André Belgas, que me acompanhou ao longo do ano, proporcionando diálogo constante acerca do tema e auxiliando no dissipar de dúvidas que foram surgindo.

À minha namorada, Ângela Duarte, por muitas vezes abdicar da minha presença, dando prioridade aos trabalhos necessários à elaboração da dissertação.

E, acima de tudo, à minha tão querida família, que nunca duvidou de mim e apostou na minha formação como pessoa e profissional de sucesso; sem eles, nada seria possível.

## Resumo

A singularidade do património natural, geológico, geomorfológico e cultural presente no território afeto ao Parque Natural da Serra da Estrela (PNSE) representa uma mais-valia ímpar para todo o território nacional, que nem sempre é bem aproveitada quer pelas populações, quer pelas entidades responsáveis pela gestão e ordenamento do território.

A presente dissertação pretende contribuir para a elaboração de uma estratégia de geoconservação que contemple a inventariação, caracterização e avaliação dos locais de maior interesse geológico presentes na área de estudo, em pleno coração do PNSE. Para o efeito, foi elaborado trabalho de campo e de gabinete. O levantamento de campo foi seguido por um posterior tratamento de dados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), acompanhado de pesquisas bibliográficas que permitissem a inventariação, quantificação aproximada e classificação dos geossítios identificados.

O trabalho desenvolvido conduziu à identificação de 22 geossítios. A caracterização efetuada destes locais de interesse geológico é reveladora da riqueza e diversidade dos mesmos.

O resultado final apresenta-se na forma de cartas de Valor e de Vulnerabilidade dos geossítios que permitem traçar estratégias de proteção e direcionar recursos económicos e humanos para os locais mais vulneráveis e com maior necessidade de medidas de proteção.

# Abstract

Serra da Estrela Natural Park (PNSE) is located in the center-east of the Portuguese territory and expands to the counties of Celorico da Beira, Covilhã, Gouveia, Guarda, Manteigas and Seia. Whilst representing a unique asset for the entire national territory, it has not always been accordingly taken advantage of, neither by the local populations, nor by the entities responsible for the management and planning of the territory.

The main aim of this thesis is to contribute to formulating a comprehensive geoconservation strategy encompassing the inventory, characterization and evaluation of the sites with the highest geological value and interest of Serra da Estrela Natural Park. That required both field and deskwork, the latter in order to create a dynamic table between Excel and ArcMap so as to establish an order of value and vulnerability among geosites.

That work resulted in the identification of 22 geosites, which were then characterized, revealing the richness and diversity of those places of geological interest.

The final results are presented under the form of Geosites Value and Vulnerability themed geological letters which will assist in promoting and disseminating the natural and geological heritage of the region as well as in allowing for a strategy of geoconservation that will direct available resources to the most vulnerable geosites, thus enabling their preservation and sustainable appreciation.

**Keywords:** Geomorphological heritage, geological assessment, geoconservation method, G.I.S, Serra da Estrela Natural Park, Geopark



# Índice

<b>Agradecimentos .....</b>	<b>i</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de Tabelas.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Enquadramento.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Estado da arte .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Introdução.....</b>	<b>2</b>
2.1.1 Inventariação .....	2
2.1.2 Quantificação.....	4
2.1.3 Classificação dos geossítios .....	11
2.1.4 Conservação dos geossítios .....	12
2.1.5 Valorização e Divulgação de Património Geológico .....	12
2.1.6 Monitorização.....	14
<b>2.2 UNESCO Global Geopark.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Parque Natural Serra da Estrela – Estrela ASPIRING Geopark.....</b>	<b>17</b>
2.3.1 Geodiversidade no PNSE .....	18
2.3.2 Glaciação da Serra da Estrela.....	21
<b>2.4 – Geoconservação .....</b>	<b>23</b>
2.4.1 - Estratégia de Geoconservação (levantamento da legislação aplicável): .....	25
2.4.2. - Instituições responsáveis pela geoconservação .....	29
<b>2.5 – Geoturismo.....</b>	<b>30</b>
2.5.1 - Enquadramento económico do turismo português .....	32
<b>3. Elaboração de base de dados em SIG .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Software e equipamentos.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Geossítios.....</b>	<b>35</b>
3.2.1 Base de dados da seleção de Geossítios.....	36
<b>3.3 Metodologia aplicada .....</b>	<b>37</b>
3.3.1 Elaboração das Cartas Gerais de Localização .....	38
3.3.2 Cartas referentes à área de estudo .....	42
3.3.3 Cartas de Valor e de Vulnerabilidade dos geossítios referentes à área de estudo ..	44

3.3.4 Cartas de Percursos Interpretativos .....	45
<b>4 – Resultados e Conclusões .....</b>	<b>49</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>57</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>61</b>
<b>Anexo 1 – Painéis Informativos .....</b>	<b>63</b>
<b>Anexo 2 – Fichas Técnicas.....</b>	<b>65</b>
<b>Anexo 3 – Quantificação (metodologias consultadas).....</b>	<b>67</b>
<b>Anexo 4 – Carta Geológica Simplificada do PNSE .....</b>	<b>69</b>
<b>Anexo 5 – Tabela dinâmica de Valor e Vulnerabilidade.....</b>	<b>71</b>
<b>Anexo 6 – Cartas Temáticas.....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 7 – Cartas de Valor e Vulnerabilidade .....</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 8 – Percursos Interpretativos .....</b>	<b>77</b>
<b>Glossário .....</b>	<b>79</b>

# Índice de Figuras

Figura 1 - Local de Interesse Geológico - Covão Cimeiro .....	13
Figura 2 - Local de Interesse Geológico - Covão d'Ametade .....	13
Figura 3 - “Fluxograma relacionando as várias fases de implementação de uma estratégia de geoconservação em áreas limitadas. A seta 1 significa que os geossítios que não são objeto de classificação devem ser contemplados pela estratégia numa fase posterior. A seta 2 significa que os geossítios de alta vulnerabilidade podem ser submetidos a estratégias de valorização e divulgação se tiverem sido eliminados os riscos de degradação e perda.” (Brilha 2005, pág. 113). .....	15
Figura 4 - Mapa dos 64 Geoparques que integram a Rede Europeia de Geoparques (UNESCO, 2017 a). .....	16
Figura 5 - Mapa dos 127 Geoparques que integram a Rede Global de Geoparques (UNESCO, 2017a). .....	17
Figura 6 - Área glaciada, Área não glaciada, Movimento do glaciar e Limite da calote glaciar (Vieira e Ferreira, 1999). .....	22
Figura 7 - Balança turística portuguesa, 2011 - 2015 (mil milhões de €), INE (2016) .....	32
Figura 8 - Repartição (%) das dormidas segundo as regiões NUTS II de destino, por principais motivos, 2015, INE (2016) .....	33
Figura 9 - Select By Attributes (Limites) .....	38
Figura 10 - Limites Estrela Geopark.....	39
Figura 11 - 1ª Tabela de Atributos - Geossítios .....	40
Figura 12 - Limites com geossítios .....	40
Figura 13 - Localização Geopark Estrela e limites PNSE .....	41
Figura 14 - Tabela de Atributos - Cotas Geossítios .....	42
Figura 15 - Tabela de Atributos - Amostra de Geossítios .....	43
Figura 16 - Geossítio da área de estudo.....	43
Figura 17 - Tabela de Atributos - Valor e Vulnerabilidade de Geossítios .....	44
Figura 18 - Esboço de carta de Valor .....	45
Figura 19 - Geodatabase (Trilhos.mdb) .....	47
Figura 20 - Esboço do percurso - "Circular dos Cântaros".....	47
Figura 21 - Gráfico de Valor e Vulnerabilidade dos geossítios .....	55

# Índice de Tabelas

Tabela 1 - Categorias temáticas e geossítio do inventário do património geológico de Portugal, segundo Magalhães (2013) .....	3
Tabela 2 - Metodologias consultadas com vista à Quantificação de Geossítios, com base em Brilha (2005), Pereira (2006) e García-Cortés e Urqui (2009). (continua... (1/2)) .....	5
Tabela 3 - Critérios de atribuição de âmbito do geossítio (Brilha, 2005) .....	7
Tabela 4 - Quantificação final de relevância (Brilha, 2005) .....	8
Tabela 5 - Composição química média das rochas da crosta terrestre (% em peso) (Press & Siever, 1998). A maior parte dos minerais constituintes das rochas são silicatos, isto é, minerais constituídos por sílica (SiO <sub>2</sub> ) que se encontra associada, preferencialmente, ao alumínio, ferro, magnésio, cálcio, potássio e sódio. (Brilha 2005. Pág. 24) .....	19
Tabela 6 - Atividades relacionadas com a Geoconservação, (Geological Society Publications, 2017). .....	24
Tabela 7 - Metodologia Aplicada (AEG, 2106a).....	37
Tabela 8 - Cálculo de Valor do Geossítio.....	38
Tabela 9 - Cálculo de Vulnerabilidade do Geossítio.....	38
Tabela 10 - Coordenadas GPS dos percursos interpretativos .....	46
Tabela 11 - Geodatabase dos Percursos Interpretativos.....	46
Tabela 12 - Tabela representativa do Valor científico dos geossítios .....	49
Tabela 13 - Tabela representativa do valor educacional dos geossítios.....	50
Tabela 14 - Tabela representativa do valor turístico dos geossítios .....	51
Tabela 15 - Quantificação de Valor dos geossítios.....	52
Tabela 16 - Quantificação de vulnerabilidade dos geossítios .....	53
Tabela 17 - Dados estatísticos dos resultados .....	54

# 1. Introdução

## 1.1 Objetivos

O presente estudo tem como objetivo efetuar a inventariação, quantificação aproximada e classificação do património geológico, natural e turístico pertencente ao território afeto ao Parque Natural da Serra da Estrela e, dessa forma, criar uma base de dados dinâmica em ambiente SIG que permita trabalhos futuros por parte dos especialistas dos ramos da Geologia, Geomorfologia e áreas de estudo relacionadas. Tenciona, ainda, contribuir para o sucesso da candidatura à chancela UNESCO Estrela Geopark.

Pretende-se, assim, estabelecer uma ordem de relevância e vulnerabilidade dos geossítios presentes na área de estudo com o objetivo de identificar os geossítios com maior necessidade de medidas de proteção.

Como resultado final, o objetivo concretiza-se sob a forma de cartas temáticas de vulnerabilidade e relevância dos geossítios com o auxílio dos SIG, que possam servir de apoio na gestão e manutenção de todo o património.

## 1.2 Enquadramento

A Serra da Estrela tem uma indiscutível riqueza natural, geológica e geomorfológica que configura uma mais-valia territorial nem sempre bem aproveitada quer pelas populações, quer pelas entidades locais.

Enquanto frequentador assíduo da Serra desde tenra idade e com a respetiva curiosidade e interesse, o autor quis contribuir com o seu conhecimento e formação em SIG para a valorização, divulgação e promoção do seu espólio natural e geológico.

Dado, ainda, que o orientador do presente trabalho, Prof. Doutor Victor Cavaleiro, integra a comissão científica responsável pela candidatura do Estrela ASPIRING Geopark, conjugaram-se as condições ideais para tratar o tema da valorização do património do território afeto ao Parque Natural da Serra da Estrela no âmbito da candidatura formalizada pela Associação Estrela Geoparque à Rede Global de Geoparks da UNESCO.

O propósito almejado é o de proteger e conservar o património geológico mais sensível e vulnerável do território em apreço enquanto, simultaneamente, se criam condições para o seu desenvolvimento sustentável a nível económico, turístico e social, não descurando, nesse contexto, a perspetiva pedagógica relativamente às populações residentes e visitantes.

## 2. Estado da arte

### 2.1 Introdução

A metodologia seguida no presente trabalho foi concebida pela equipa técnica da Associação Estrela Geopark e tem por base as tarefas previstas nos trabalhos desenvolvidos por Brilha (2005), Pereira *et al.* (2006), Pereira *et al.* (2017) e García-Cortés e Urqui (2009). Para melhor compreensão e aplicação da metodologia proposta, seguem-se um levantamento e uma pesquisa das metodologias citadas.

#### 2.1.1 Inventariação

Consoante a metodologia utilizada, a fase de inventariação pode sofrer algumas alterações ou exigir abordagens distintas da parte de quem realiza o levantamento.

Segundo Brilha (2005), o início de uma estratégia de geoconservação consiste na inventariação de geossítios. Este levantamento deve ser feito de forma sistemática em toda a área de estudo após reconhecimento geral da mesma, o que permitirá definir a tipologia dos geossítios a serem inventariados. Estes deverão apresentar aspetos diferenciadores e representar uma mais-valia que os destaque de todos os outros aspetos geológicos presentes na área de estudo. Em áreas muito extensas e com elevada diversidade de geossítios, é aconselhável a introdução dos dados recolhidos numa base de dados de modo a facilitar o seu manuseamento e tratamento posteriores. Aconselha-se a complementar o levantamento no campo com a consulta da bibliografia especializada sobre a área de estudo.

Durante a inventariação, cada geossítio deve ser assinalado numa carta topográfica e/ou geológica, se possível com recurso a GPS, fotografado e para cada um elaborada uma caracterização no campo.

Para esse fim, foi utilizada uma ficha de caracterização com base na ficha proposta pela ProGEO - Portugal, que permite anotar no campo todos os aspetos de relevância para posterior tratamento de dados. A ficha proposta pela ProGEO foi adaptada às necessidades e aos objetivos propostos no presente trabalho, dando origem a painéis informativos (**Anexo 1**) e fichas técnicas (**Anexo 2**).

Segundo Pereira (2006), e um pouco à semelhança de Brilha (2005), em primeiro lugar devem ser identificados os geossítios com melhores características geomorfológicas. Segue-se um trabalho de avaliação qualitativa, em que se esboça a primeira classificação de relevância acerca do espólio geológico disponível e conclui-se selecionando os geossítios que apresentem

maior interesse científico, educacional, turístico, etc... Nesta fase final, deve dar-se primazia ao valor científico com vista ao início da classificação quantitativa; deverá igualmente fazer-se registo fotográfico do geossítio e sua caracterização pormenorizada.

A atribuição de uma categoria a cada geossítio (Tabela 1), integra também o processo de inventariação e é posta em prática um pouco por todos os outros países europeus, sendo que podemos adotar esse procedimento em qualquer um dos métodos descritos. “As categorias geológicas temáticas correspondem aos principais temas que melhor representam a evolução geológica do território a inventariar.” O processo de identificação dos geossítios e a atribuição de uma categoria aos mesmos deve ser realizado por especialistas com conhecimento pormenorizado do local e seu património geológico, adotando a metodologia Delphi.

Tabela 1 - Categorias temáticas e geossítio do inventário do património geológico de Portugal, segundo Magalhães (2013)

Nº	Categorias temáticas e geossítios	Quantidade
01	Neoproterozoico Superior da Zona Centro-Ibérica	6
02	Mármoreos paleozoicos da Zona Ossa-Morena	6
03	Ordovícico da Zona Centro Ibérica	9
04	Paleozoico da região de Barrancos (Zona Ossa-Morena)	2
05	Terrenos exóticos do Nordeste de Portugal	6
06	Transversal à Zona de Cizalhamento Varisco em Portugal	5
07	Geologia e metalogenia da Faixa Piritosa Ibérica	3
08	Carbónico marinho da Zona Sul Portuguesa	2
09	Carbónico Continental	3
10	Granitoides pré-mesozoicos	10
11	Província metalogénica W-Sn Ibérica	4
12	Mineralizações auríferas do Norte de Portugal	5
13	Evolução tectónica meso-cenozoica da Margem Ocidental Ibérica	17
14	Triásico Superior do SW Ibérico	3
15	Registo jurássico na Bacia Lusitaniana	6
16	Sedimentos cretácicos na Bacia Lusitaniana	2
17	Pegadas de dinossauros no Oeste da Península Ibérica	5
18	Tectono-estratigrafia Meso-Cenozoica do Algarve	12
19	Bacias terciárias da margem ocidental ibérica	4
20	Relevo e drenagem fluvial no Maciço Ibérico português	23
21	Sistemas Cársicos	33
22	Neotectónica em Portugal Continental	29
23	Vestígios de glaciações plistocénicas	16
24	Vulcanismo e morfologia do Arquipélago dos Açores	30
25	Vulcanismo e morfologia do Arquipélago da Madeira	20
<b>Total</b>		<b>262</b>

A proposta apresentada por García-Cortés e Urqui (2009) prevê um inventário de património geológico agrupado por conjuntos diferenciáveis de lugares de interesse geológico (LIGs) que é subdividido em 3 categorias de uso (científico - IC, didático - Id e turístico/recreativo - It); prevê também a classificação segundo o domínio geológico do país ou disciplina geológica. Os

levantamentos e classificações descritos anteriormente devem ser realizados por grupos de especialistas experientes.

### 2.1.2 Quantificação

Com vista a possibilitar a quantificação de geossítios, foi consultado o trabalho desenvolvido por Brilha (2005), que se baseia em três critérios (valor intrínseco, uso potencial e necessidade de proteção), assim como os trabalhos de Pereira (2006), tendo como base dois critérios (valor científico e vulnerabilidade) e de García-Cortés e Urqui (2009), que propôs uma metodologia já aplicada na elaboração do inventário espanhol de lugares de interesse geológico.

Segundo Brilha (2005), no seguimento da inventariação, é necessário quantificar o valor de relevância e a vulnerabilidade de cada geossítio. Quando as equipas envolvidas no processo são experientes, é possível efetuar a inventariação e a quantificação simultaneamente.

Por se tratar de um processo difícil, atualmente a quantificação de geossítios raramente é executada, sobretudo em virtude de os seus critérios-base não se encontrarem devidamente definidos. Mensurar um geossítio em relação a outro pode conter uma percentagem de erro bastante elevada e dependerá sempre do critério utilizado, para além de se poder comprometer o interesse de um geossítio em relação a outro de forma precipitada. Em todo o caso, é necessário estabelecer uma prioridade de intervenção, o que requer a aplicação de instrumentos metodológicos precisos e isentos. O cálculo de relevância deve integrar critérios que tenham em conta as características intrínsecas de cada geossítio, o seu potencial uso ou mais-valia (geoturismo) e o nível de proteção necessário (geoconservação). Sendo impossível dedicar o mesmo nível de protagonismo e atenção a todos, é estabelecida uma prioridade de atuação com vista às etapas posteriores da estratégia de geoconservação.

Para responder a tal desafio, foram consultados trabalhos anteriores em que foram postas em prática as metodologias mencionadas com o objetivo de compreender a dinâmica e o modo de aplicação das mesmas dentro das limitações inerentes ao âmbito do presente trabalho, pois este está direcionado para o tratamento de informação geográfica em ambiente SIG e não para a classificação geológica mais técnico-científica. De qualquer forma, a consulta de trabalhos anteriores torna possível e auxilia a aplicação da metodologia proposta.

Após análise detalhada de todas as metodologias e estimativa da precisão dos respetivos resultados e conclusões, pôde-se aplicar a nova metodologia baseada nas já existentes, desenvolvida e proposta pela Associação Geopark Estrela, que cobre a mesma extensão de parâmetros e critérios, mas que está mais adequada às necessidades intrínsecas da região e que, ao mesmo tempo, possibilita a obtenção e recolha de valores para cada um dos critérios de forma expedita, permitindo gerar uma base de dados que consubstancia matéria-prima para posterior tratamento de dados em SIG.

Valorização do Património Natural e Turístico do território afeto ao PNSE

Tabela 2 - Metodologias consultadas com vista à Quantificação de Geossítios, com base em Brilha (2005), Pereira (2006) e García-Cortés e Urqui (2009). (continua... (1/2))

<b>Brilha (2005)</b>	<b>Pereira (2006)</b>	<b>García-Cortés e Urqui (2009)</b>
Estabelecimento de critérios objetivos para definir o valor intrínseco dos geossítios, o seu uso potencial e a necessidade de proteção	Metodologia para avaliação do património geomorfológico desde a sua seleção até à sua avaliação numérica, podendo ser utilizada em várias dimensões de área	Documento metodológico para elaboração do inventário espanhol de lugares de interesse geológico
<p><b>Valor Intrínseco</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abundância/raridade</li> <li>2. Extensão superficial</li> <li>3. Grau de conhecimento científico</li> <li>4. Utilidade como modelo para ilustração de processos geológicos</li> <li>5. Diversidade de elementos de interesse</li> <li>6. Local-tipo</li> <li>7. Associação com elementos de índole cultural</li> <li>8. Associação com outros elementos do meio natural</li> <li>9. Estado de conservação</li> </ol>	<p><b>Valor Científico</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Integridade</li> <li>2. Representatividade</li> <li>3. Diversidade de elementos geomorfológicos de importância</li> <li>4. Elemento geológico</li> <li>5. Existência de conhecimento científico associado</li> <li>6. Abundância / raridade a nível nacional</li> </ol>	<p><b>Valor Intrínseco</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Representatividade</li> <li>2. Caráter de localidade-tipo ou de referência</li> <li>3. Grau de conhecimento científico do lugar</li> <li>4. Estado de conservação</li> <li>5. Condições de observação</li> <li>6. Raridade</li> <li>7. Diversidade geológica</li> <li>8. Espetacularidade e beleza</li> </ol>
<p><b>Uso Potencial</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>10. Possibilidade de realizar as atividades propostas</li> <li>11. Condições de observação</li> <li>12. Possibilidade de colheita de objetos geológicos</li> <li>13. Acessibilidade</li> <li>14. Proximidade a povoações</li> <li>15. Número de habitantes</li> <li>16. Condições socioeconómicas</li> </ol>	<p><b>Valor Adicional</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Valor cultural</li> <li>8. Valor estético</li> <li>9. Valor ecológico</li> </ol>	<p><b>Valor intrínseco e de Uso / Valor de Uso</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Conteúdo de divulgação / uso divulgativo</li> <li>10. Conteúdo didático / uso didático</li> <li>11. Atividades passíveis de serem realizadas</li> <li>12. Infraestrutura logística</li> <li>13. Enquadramento socioeconómico</li> <li>14. Associação com outros elementos do património natural, histórico e etnológico (tradições)</li> </ol>

Valorização do Património Natural e Turístico do território afeto ao PNSE

Tabela 2 - Metodologias consultadas com vista à Quantificação de Geossítios, com base em Brilha (2005), Pereira (2006) e García-Cortés e Urqui (2009).  
(continuação (2/2))

Brilha (2005)	Pereira (2006)	García-Cortés e Urqui (2009)
Estabelecimento de critérios objetivos para definir o valor intrínseco dos geossítios, o seu uso potencial e a necessidade de proteção	Metodologia para avaliação do património geomorfológico desde a sua seleção até à sua avaliação numérica, podendo ser utilizada em várias dimensões de área	Documento metodológico para elaboração do inventário espanhol de lugares de interesse geológico
<p align="center"><b>Critérios relacionados com a necessidade de proteção dos geossítios</b></p> <p>17. Ameaças atuais ou potenciais 18. Situação atual 19. Interesse para exploração mineira 20. Valor dos terrenos 21. Regime de propriedade 22. Fragilidade</p>	<p align="center"><b>Valor de Uso</b></p> <p>10. Condições de acessibilidade 11. Condições de visibilidade 12. Uso atual de interesse geomorfológico 13. Outros interesses naturais e culturais e usos atuais 14. Proteção oficial e limitações de uso 15. Equipamentos e serviços de apoio ao uso</p>	<p align="center"><b>Valor de Uso e Proteção</b></p> <p>15. Densidade populacional 16. Acessibilidade 17. Fragilidade intrínseca 18. Proximidade de zonas recreativas</p>
	<p align="center"><b>Valor de Preservação</b></p> <p>16. Integridade 17. Vulnerabilidade à deterioração antrópica</p>	<p align="center"><b>Valorização da vulnerabilidade</b></p> <p>19. Vulnerabilidade antrópica 20. Interesse para a exploração mineira 21. Vulnerabilidade natural 22. Tamanho do LIG 23. Vulnerabilidade à exploração 24. Regime de proteção 25. Proteção física ou indireta 26. Acessibilidade 27. Regime de proteção do solo 28. Densidade populacional 29. Proximidade a zonas recreativas</p>

A descrição mais detalhada de cada um dos métodos enunciados anteriormente pode ser consultada no **Anexo 3 - Quantificação segundo Brilha, Quantificação segundo Pereira e Quantificação segundo García-Cortés e Urqui**, onde são explicados ao pormenor cada um dos seus critérios, assim como os seus pesos característicos. *A posteriori*, a atribuição do valor correspondente a cada um dos parâmetros pode sofrer algumas variações consoante a coerência e sensibilidade do avaliador.

Na quantificação segundo Brilha (2005), cada parâmetro deve ser quantificado numa escala de 1 a 5 ou de 1 a 3, sendo que, depois de todos os critérios serem devidamente quantificados, é possível determinar o valor que define cada geossítio tendo em conta o seu valor intrínseco, uso potencial e necessidade de proteção. O valor final pode ser calculado com base numa média simples dos critérios ou numa média ponderada, privilegiando os critérios mais relevantes, dependendo da classificação do geossítio. A atribuição do âmbito ou classificação do geossítio segue obrigatoriamente os valores mínimos nos critérios mencionados na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios de atribuição de âmbito do geossítio (Brilha, 2005)

<b>A1 ≥ 3</b>	
<b>A3 ≥ 4</b>	<b>B1 &gt; 3</b>
<b>A6 ≥ 3</b>	<b>B2 ≥ 3</b>
<b>A9 ≥ 3</b>	

Todos os geossítios que não se enquadrem nestes valores devem ser considerados de âmbito regional ou local.

Os geossítios de âmbito internacional e nacional devem ser prioritariamente conservados, pois são os geossítios de maior relevância.

Nos geossítios de âmbito internacional e nacional, os critérios A e C devem ser mais valorizados, dando mais importância às características intrínsecas e às medidas de proteção do geossítio, enquanto nos geossítios de âmbito regional e local todos os critérios terão o mesmo peso.

Depois de definir o âmbito do geossítio, é calculada a sua relevância através da aplicação das expressões descritas na Tabela 4, referente à quantificação final de relevância, em que:

**Q** - Quantificação final de relevância do geossítio (arredondada às décimas)

**A, B e C** - Soma dos resultados obtidos para cada conjunto de critérios

Quanto maior for o resultado obtido de Q, maior a importância ou relevância atribuída ao geossítio e mais urgente a necessidade de implementar medidas de proteção e geoconservação.

Tabela 4 - Quantificação final de relevância (Brilha, 2005)

Geossítios de âmbito internacional ou nacional	Geossítios de âmbito regional ou local
$Q = \frac{2A + B + 1.5C}{3}$	$Q = \frac{A + B + C}{3}$

A quantificação segundo Pereira (2006) prevê os 17 parâmetros descritos na Tabela 2. Após serem devidamente atribuídos os respectivos valores a cada um dos parâmetros, é necessário ordenar os geossítios consoante a sua relevância, sendo esse procedimento realizado através da soma das pontuações obtidas em cada um deles. Aos geossítios que obtiverem os valores mais elevados em cada um dos seus parâmetros, será atribuído um grau de urgência de intervenção mais elevado.

O respetivo cálculo de relevância é efetuado com o auxílio das seguintes expressões:

$$VGm = VCi + VAd$$

$$VGt = VUs + VPr$$

$$VT = VGm + VGt$$

Onde: VGm = Valor Geomorfológico

Vci = Valor Científico

VAd = Valor Adicional

VGt = Valor de Gestão

VUs = Valor de Uso

VPr = Valor de Proteção

VT = Valor Total

A metodologia em questão mostra-se bastante complexa; tem, porém, a vantagem de, abrangendo uma diversidade de critérios extensa e completa, permitir apurar resultados com um baixo grau de subjetividade e, em conformidade, garantir uma avaliação final com elevado grau de coerência e imparcialidade.

García-Cortés e Urqui (2009) apresenta uma proposta que pretende obter conjuntos diferenciados de lugares de interesse geológico (LIGs) para cada categoria de uso (Ic - científico, Id - didático e It - turístico/recreativo), bem como para cada domínio geológico do país.

Os 18 parâmetros mencionados na Tabela 2 são agrupados em quatro classes. A cada um dos parâmetros é atribuído um valor de 0 a 4 de acordo com os critérios descritos na proposta; em seguida é efetuada uma multiplicação pelo respetivo peso de cada parâmetro, que varia consoante o uso a ser considerado (Ic, Id, It), e o valor final é obtido através da soma dos pontos, multiplicados pelos respetivos pesos.

Após obter a pontuação final de cada geossítio, são selecionados os que têm pontuações mais altas para cada tipo de uso. Foi estabelecido pelo autor do método que os que obtiverem valores superiores a 200 pontos são de interesse alto, os que apresentarem valores entre 101 e 200 são de interesse médio e os geossítios cuja soma de pontos alcançar um valor inferior a 101 são considerados de interesse baixo, sendo removidos do inventário.

Uma vez realizada a seleção de geossítios de interesse para cada categoria (Ic, Id e It), é feita a análise da vulnerabilidade (V), cujos 10 parâmetros estão listados na Tabela 2, sendo que cada parâmetro apresenta também pesos distintos.

No final, a cada valor obtido de (V) são somados os valores de (Ic), (Id) e (It) separadamente, possibilitando ordenar os lugares consoante o seu valor científico, didático e turístico. Pode-se, inclusive, calcular a prioridade de proteção (PP) global independentemente do seu uso, somando o valor da vulnerabilidade à média aritmética entre os diferentes tipos de uso, conforme as fórmulas apresentadas:

$$PPc = Ic + V$$

$$PPd = Id + V$$

$$PPt = It + V$$

$$PP = [(Ic + Id + It)] + V$$

Onde: Ic = Interesse Científico

Id = Interesse Didático

It = Interesse Turístico / Recreativo

PPc = Prioridade de Proteção científica

PPd = Prioridade de Proteção Didática

PPT = Prioridade de Proteção Turística

PP = Prioridade de Proteção Global

De modo idêntico aos métodos referidos anteriormente, também García-Cortés e Urqui (2009) estabelece uma ordem de prioridade de interesse de cada lugar: necessitam proteção urgente os geossítios que alcancem valores de PP superiores a 500, proteção a médio prazo os que obtiverem PP entre 201 e 500, e apenas medidas específicas de proteção aqueles cuja pontuação for inferior a 201.

Por se tratar de um modelo prático e objetivo, aconselhado para avaliações à escala regional, este método inovador apresenta-se como uma proposta válida e uma boa solução para a quantificação de geossítios, pois pode ser aplicado em cenários diversos, independentemente da sua finalidade.

Estimar o potencial de vulnerabilidade de um geossítio assume uma importância vital na correta implementação de medidas de proteção do património natural e geológico do Geopark. Conhecer os perigos e riscos mais significativos associados ao aproveitamento científico, educativo, turístico e recreativo do Geopark é crucial para o processo de implementação de infraestruturas essenciais ao correto funcionamento do mesmo e, conseqüentemente, para minimizar o impacte ambiental agregado às habituais atividades desenvolvidas nas instalações.

Ainda neste âmbito, é de referir a importância da divulgação e promoção de boas práticas ambientais por parte dos potenciais visitantes, uma vez que a prevenção de problemas se tem revelado mais eficaz do que a sua resolução, evitando perdas de património ou a aplicação de medidas mais drásticas e lesivas.

### 2.1.3 Classificação dos geossítios

As considerações acerca da classificação, conservação, valorização, divulgação e monitorização de património geológico tiveram como base Brilha (2005).

A classificação do património geológico estará sempre sujeita à legislação e ao enquadramento legal em vigor. No caso do nosso país, apesar de a legislação ser pouco clara e, em conformidade, pouco facilitadora para o processo de classificação, existem já vários geossítios classificados e integrados na Rede Nacional de Áreas Protegidas, quer como Monumento Natural, quer como Paisagem Protegida.

Todos os processos de classificação seguem um percurso correspondente ao âmbito em que se enquadram:

#### **Geossítio de âmbito nacional, regional e local:**

Baseia-se no Decreto-Lei nº 19/93, de 23 de janeiro.

#### **Geossítio de âmbito municipal:**

Baseia-se na Lei nº 107/2001, de 8 de setembro

- **Âmbito nacional**

A proposta de classificação com o devido relatório técnico pode ser apresentada por qualquer entidade, pública ou privada, ao Instituto de Conservação da Natureza.

A proposta deve referir a localização exata do geossítio, caracterização científica, descrição do grau e tipo de interesse, avaliação da vulnerabilidade e propostas estratégicas de geoconservação. A proposta deve também ser acompanhada por pareceres técnicos de personalidades e instituições que comprovem o interesse em classificar e conservar o geossítio.

A proposta é então analisada pelo ICNF e remetida para apreciação ao Ministro do Ambiente. Segue-se a fase de consulta pública e a apreciação por parte das autarquias envolvidas na gestão do território abrangido pelo geossítio proposto. No final, a proposta é sujeita a aprovação por parte do Conselho de Ministros e a classificação publicada em Decreto Regulamentar.

- **Âmbito regional e local**

Neste caso, o processo de classificação é idêntico ao anterior até à fase de entrega ao Ministro do Ambiente, após cuja aprovação pode ser publicada em Decreto Regulamentar.

- **Âmbito municipal**

É o processo mais simples do ponto de vista burocrático; embora seja necessária a apreciação e fundamentação técnica, a publicação da classificação nas atas da região depende apenas de aprovação pela Assembleia Municipal.

#### 2.1.4 Conservação dos geossítios

As estratégias de geoconservação dependerão sempre muito de cada geossítio e da respetiva vulnerabilidade e exposição à degradação por causas naturais ou antropogénicas. Pretende-se definir e implementar a melhor estratégia de conservação possível a cada geossítio, tendo em conta as suas propriedades intrínsecas e a sua utilização futura.

Embora seja uma realidade que a conjuntura económica e financeira não permite a conservação de todos os geossítios, após ser efetuado o processo de quantificação, é possível que os órgãos decisivos identifiquem os geossítios mais vulneráveis e mais valorizados em termos de relevância para, desse modo, serem direcionados esforços e fundos para onde são mais necessários.

Podem ser consultadas estratégias de conservação e legislação aplicável no capítulo referente ao tema.

#### 2.1.5 Valorização e Divulgação de Património Geológico

As vertentes de valorização e divulgação do património geológico devem sempre ser parte integrante da estratégia de geoconservação. Assim, os geossítios com menor índice de vulnerabilidade, de degradação ou perda serão alvo de estratégias de valorização e divulgação com vista a promover o aproveitamento turístico, recreativo, educacional e investigacional. Os geossítios com elevada vulnerabilidade apenas devem ser divulgados após estarem asseguradas as medidas de proteção e conservação necessárias, pois a exposição à degradação e a probabilidade de perda irreversível de património é muito elevada.

“Entende-se por valorização o conjunto de ações de informação e interpretação que vão ajudar o público a reconhecer o valor dos geossítios. São exemplos deste tipo de ações a produção de painéis informativos e/ou interpretativos que são colocados, estrategicamente, perto de cada geossítio ou o estabelecimento de percursos temáticos que abrangem vários geossítios numa mesma região.” (Brilha, 2005).

As Figuras 1 e 2 são representativas de exemplos de painéis informativos presentes no Parque Natural da Serra da Estrela (PNSE).

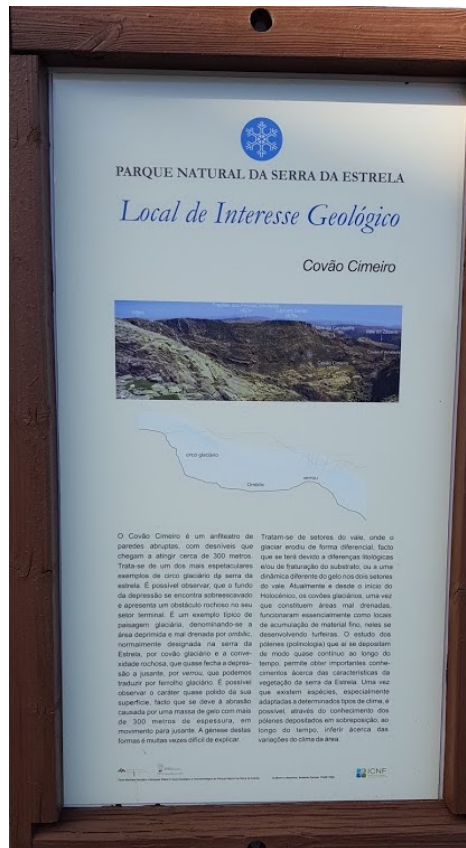


Figura 1 - Local de Interesse Geológico - Covão Cimeiro



Figura 2 - Local de Interesse Geológico - Covão d'Ametade

“Tal nível de divulgação seria de todo desaconselhável se não tivesse salvaguardada a integridade física do geossítio face à possibilidade de vandalização ou roubo. Apesar de continuar a existir o problema da degradação por ação dos agentes erosivos, só a implementação de uma estratégia de geoconservação permite o acompanhamento e monitorização do problema.” (Brilha, 2005).

Segundo Carter (2001), devem ser respeitados quatro princípios básicos na comunicação correspondente à divulgação do património geológico:

- Captar a atenção do destinatário
- Tornar a informação agradável
- Tornar a comunicação relevante para a audiência
- Estruturar a comunicação

### 2.1.6 Monitorização

Para concretizar a estratégia de geoconservação, os geossítios devem ser monitorizados anualmente. “Para cada tipo de geossítio, devem ser criadas estratégias para quantificar a perda da sua relevância ao longo do tempo. Os técnicos responsáveis pela monitorização deverão, de preferência, ter acompanhado todas as etapas prévias de modo a ter perceção mais concreta das modificações que os geossítios vão apresentando”. Tendo em conta que os técnicos responsáveis pelos estudos e levantamentos referentes ao Geoparque possuem um conhecimento mais aprofundado e pormenorizado do património geológico e natural da zona de estudo, o seu trabalho pode ser uma mais-valia na monitorização periódica, o que possibilita a preservação e conservação do parque.

Essa monitorização ajuda na definição de ações concretas com vista à manutenção da relevância do geossítio (Brilha, 2005).

O fluxograma seguinte (Figura 3) representa de forma esquemática e resumida as diversas etapas necessárias para a implementação de uma estratégia de geoconservação. Em primeiro lugar, é necessário realizar a inventariação e quantificação de valor, de seguida, é atribuída uma classificação e faz-se o levantamento referente à sua vulnerabilidade antrópica ou de causas naturais para serem propostas medidas de proteção, valorização e divulgação dos geossítios; no final, é necessário pôr em prática uma monitorização periódica para averiguar se as medidas implementadas surtiram efeito e se o estado de conservação dos geossítios se agravou.

Se tal se averiguar, é necessário rever as medidas adotadas, com o objetivo de alcançar a melhoria contínua do método e consequente conservação de todo o património natural e geológico da região.

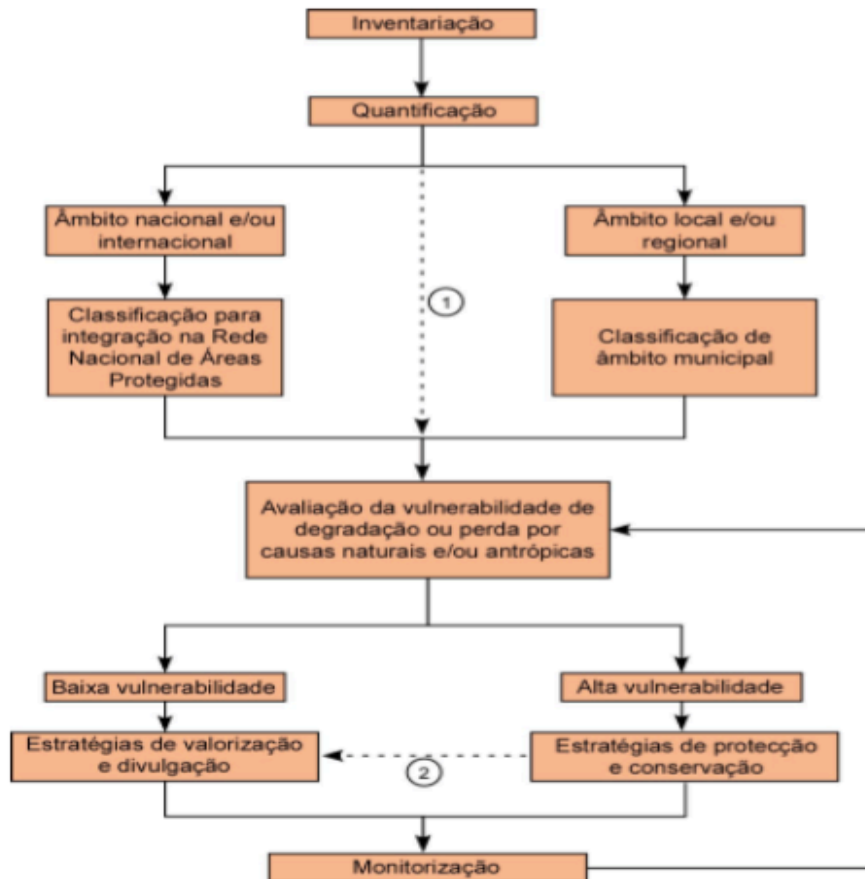


Figura 3 - “Fluxograma relacionando as várias fases de implementação de uma estratégia de geoconservação em áreas limitadas. A seta 1 significa que os geossítios que não são objeto de classificação devem ser contemplados pela estratégia numa fase posterior. A seta 2 significa que os geossítios de alta vulnerabilidade podem ser submetidos a estratégias de valorização e divulgação se tiverem sido eliminados os riscos de degradação e perda.” (Brilha 2005, pág. 113).

## 2.2 UNESCO Global Geopark

A Rede Global de Geoparks da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) são áreas geográficas singulares e unificadas, onde sítios e paisagens de significado geológico internacional são geridos com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. A Rede Global de Geoparks usa o seu património geológico, em conjunto com todos os outros aspetos do património natural e cultural da região, para aumentar a consciência e compreensão das principais questões que a sociedade enfrenta, como o uso dos recursos naturais de forma sustentável, a mitigação dos efeitos das alterações climáticas e a redução dos riscos relacionados com as catástrofes naturais. Através do aumento da sensibilização relativamente à importância histórica e presente do património geológico da região, a Rede Global de Geoparks proporciona à comunidade local um sentimento de orgulho na sua região e reforça a sua identificação com a área. A criação de empresas inovadoras locais, de novos postos de trabalho e de cursos de formação de elevada qualidade são gerados através do geoturismo, enquanto os recursos geológicos da área são protegidos.

A Rede Global de Geoparks foi criada em 2004. Com o apoio da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), incorpora a definição já trabalhada pela Rede Europeia de Geoparques (Figura 4), incluindo 8 geoparques chineses e 17 geoparques europeus existentes na altura. Atualmente, a Rede Global de Geoparques conta já com 127 geoparques em 32 países no mundo, entre os quais 70 Geoparques presentes em 23 países europeus, onde estão representados atualmente 4 Geoparques portugueses:

- Terras de Cavaleiros Geoparque Mundial da UNESCO
- Arouca Geoparque Mundial da UNESCO
- Açores Geoparque Mundial da UNESCO
- Naturtejo da Meseta Meridional Geoparque Mundial da UNESCO

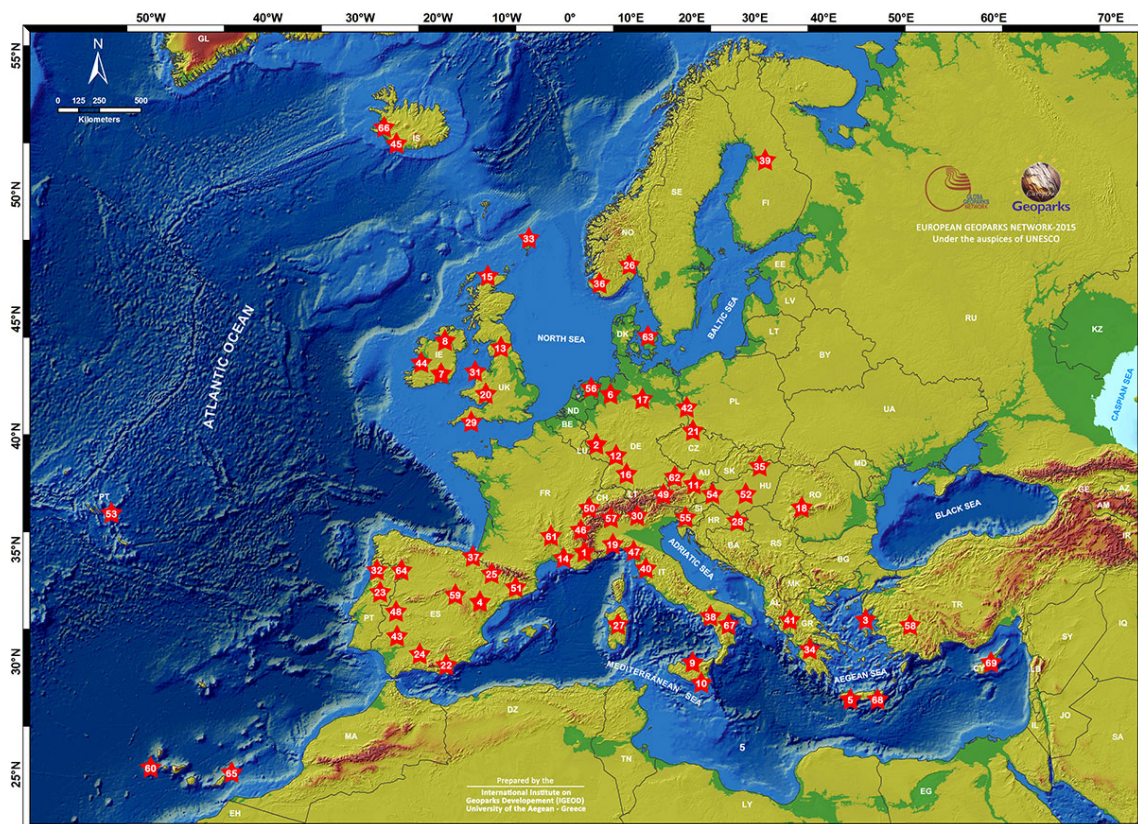
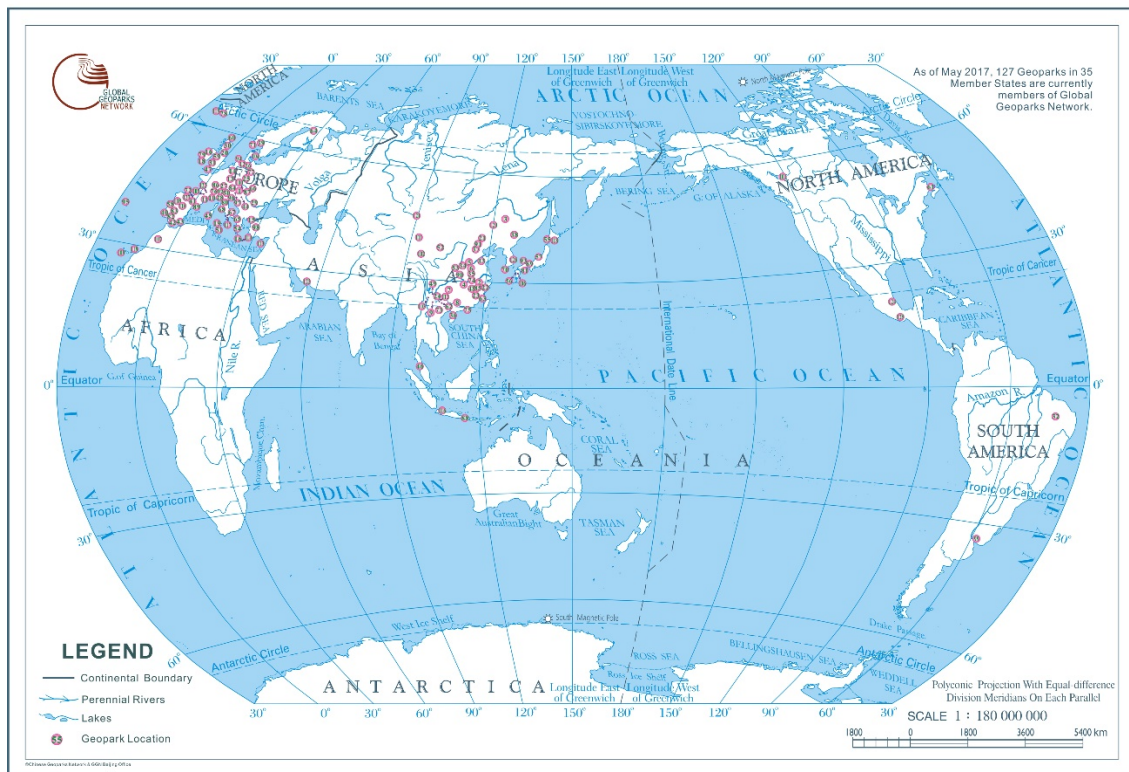


Figura 4 - Mapa dos 64 Geoparques que integram a Rede Europeia de Geoparques (UNESCO, 2017 a).

A Rede Global de Geoparks, segundo a UNESCO (2017b), fortalece as comunidades locais e dá-lhes a oportunidade de desenvolver parcerias coesas com o objetivo comum de promover os processos geológicos, temas históricos ligados à geologia ou “simplesmente” a beleza geológica mais significativa da região. A Rede Global de Geoparks é estabelecida através de um processo de baixo para cima, envolvendo todos os intervenientes locais e regionais relevantes, autoridades incluídas, (por exemplo, proprietários de terrenos, grupos comunitários, instituições e organizações turísticas, populações e organizações locais). Este processo requer um compromisso firme por parte das comunidades locais, uma parceria forte e de longo prazo

com o público e apoio político, assim como o desenvolvimento de uma estratégia integrada global que irá ao encontro dos objetivos da comunidade enquanto protege o património geológico da região.

## Distribution of GGN Members



审图号：GS（2008）1895号

2012年5月

Figura 5 - Mapa dos 127 Geoparques que integram a Rede Global de Geoparques (UNESCO, 2017a).

## 2.3 Parque Natural Serra da Estrela - Estrela ASPIRING Geopark

O Parque Natural da Serra da Estrela (PNSE) está localizado no centro-este do território português e está distribuído pelos concelhos de Celorico da Beira, Covilhã, Gouveia, Guarda, Manteigas e Seia, constituindo uma das mais extensas áreas protegidas no território nacional. O Decreto-lei nº 557 / 76 de 16 de julho classificou o maciço da Estrela como Parque Natural, referindo tratar-se de “uma região de característica económica de montanha” onde subsistem “refúgios de vida selvagem e formações vegetais endémicas de importância nacional”. De realçar o valor geológico e paisagístico que também não foi alheio à sua classificação como Parque Natural.

Podemos encontrar no PNSE o ponto mais alto de Portugal Continental e parte representativa de três bacias hidrográficas (Douro, Tejo e Mondego). Note-se que a parte superior da serra,

por ter sofrido uma forte influência da glaciação quaternária, possui uma morfologia e um património geológico peculiares.

O Parque Natural compreende uma sucessão de planaltos que se estende desde a Guarda, a nordeste, até aos contrafortes da Serra do Açor, a sudoeste, no concelho de Seia.

Em termos geológicos e geomorfológicos, a Serra da Estrela é constituída por extensos afloramentos de granitos com idades entre 280 e 340 milhões de anos, intercalados com rochas metamórficas, como os xistos e os grauvaques, de idades entre 500 e 650 milhões de anos. Estas formações são atravessadas por numerosos filões de quartzo, de pegmatitos graníticos e de doleritos. (A descrição mais detalhada acerca da caracterização geológica e geomorfológica da área de estudo pode ser consultada no **Anexo 4 - Carta Geológica Simplificada PNSE**.)

Uma das razões pelas quais a Serra da Estrela representa um local único no referente ao património geológico e natural do território nacional é o facto de a última fase glaciária (Wurm, de 35 000 a 20 000 anos a.C.) ter deixado vários vestígios no seu território envolvente, tais como rochas polidas e estriadas, moreias, circos e lagos glaciários, blocos erráticos, vales em U. Todos estes elementos naturais podem ser valorizados e protegidos com a criação de organizações e infraestruturas condizentes com o seu valor incontestável. Alguns dos exemplos mencionados anteriormente possuem potencial para pertencer a uma rede nacional de Áreas Protegidas e ao Património Geológico Nacional.

A este propósito, a Serra da Estrela representa um potencial de recursos geológicos e geomorfológicos nem sempre promovidos da melhor forma. Assim sendo, a criação de um Geopark Serra da Estrela permitiria implementar esta classificação com base na diversidade de recursos naturais e turísticos, com especial ênfase para o riquíssimo património geológico e paisagístico. A criação da marca Geopark facilitaria ainda a valorização e promoção da região, assim como de toda a sua cultura endógena e das espécies autóctones. Nesse sentido, seria essencial a participação conjunta dos diversos municípios pertencentes ao PNSE e a envolvimento e parceria entre as diversas instituições de ensino, agentes locais, associações locais, operadores turísticos, etc. Em conclusão, considerando a singularidade, variedade e quantidade de recursos presentes no PNSE, impõe-se não só a necessidade como também a oportunidade de implementar o geoparque, com isso proporcionando uma melhoria significativa da qualidade de vida das populações ao realçar as apostas na educação, no desporto, na cultura e no turismo, o que incrementaria a competitividade da região. Texto baseado em CISE (2017).

### 2.3.1 Geodiversidade no PNSE

Tendo em conta os trabalhos de Brilha (2005). A geodiversidade tem vindo a estabelecer-se e a ganhar protagonismo nas Ciências ao longo dos últimos anos, muito embora, comparando com a importância atribuída à biodiversidade, ainda haja muito trabalho a fazer, pois carece de

importância e influência política, diplomática e mesmo de discussão pública. Essa falta de influência não é compreensível, uma vez que a geodiversidade é o equivalente abiótico da biodiversidade e um complemento natural da mesma, o que permite efetuar uma abordagem conjunta dos dois conceitos. A geodiversidade representa o passado e o presente dos processos e mecanismos terrestres, abrangendo as características estáticas presentes numa ampla gama de idades geológicas, refletindo uma variedade de processos que ocorreram durante a história da Terra, incluindo processos atuais que afetam as dinâmicas presentes em todo o ecossistema e, conseqüentemente, toda a biodiversidade

Embora inicialmente se tenha verificado alguma resistência e preocupação em dar à geodiversidade o mesmo protagonismo que é atribuído à biodiversidade, hoje em dia a sua importância e necessidade de proteção é amplamente aceita por toda a comunidade.

Partindo deste princípio, o estudo mais exaustivo da geomorfologia da região e de todas as características geológicas inerentes reveste-se de significado vital no reconhecimento da sua importância no passado e no seu potencial papel e influência nas dinâmicas ambientais do futuro.

Apesar da ampla variedade de minerais atualmente conhecidos que, ao associarem-se, dão origem às rochas, a diversidade química média da composição destas é bastante monótona, porquanto a maioria dos minerais que formam as rochas da crosta terrestre são constituídos quase que exclusivamente por oito elementos químicos base (Tabela 5). Quase todos esses minerais apresentam como componente fundamental a sílica, logo, os minerais mais abundantes da crosta terrestre são os silicatos.

Tabela 5 - Composição química média das rochas da crosta terrestre (% em peso) (Press & Siever, 1998). A maior parte dos minerais constituintes das rochas são silicatos, isto é, minerais constituídos por sílica (SiO<sub>2</sub>) que se encontra associada, preferencialmente, ao alumínio, ferro, magnésio, cálcio, potássio e sódio. (Brilha 2005. Pág. 24)

Elemento	Porcentagem
Oxigênio	46%
Silício	28%
Alumínio	8%
Ferro	6%
Magnésio	4%
Cálcio	2,4%
Potássio	2,3%
Sódio	2,1%
Outros	<1%

Embora esta homogeneidade de componentes seja indesmentível, todos os minerais apresentam propriedades físicas distintas, como dureza, cor, brilho, hábito, clivagem, etc. Compreende-se, pois, que as rochas apresentem singularidades muito distintas consoante o tipo e quantidade de minerais que as forma.

Para além da composição das rochas, outros fatores há, como as condições de formação (forças tectónicas) e a atuação das condições típicas da superfície terrestre, que alteram as propriedades intrínsecas das mesmas. O clima desempenha igualmente um papel moldador da paisagem geológica, principalmente a água, que é um fator determinante na alteração das rochas, assim como a temperatura e a humidade, que são fatores de alteração dos minerais. Estas alterações originam sedimentos como resultado da erosão das massas rochosas, que, por sua vez, são transportados e depositados por processos fluviais. “A acumulação destes sedimentos por processos fluviais, glaciários, ou outros, gera depósitos sedimentares, consolidados ou não...” (Vieira e Ferreira, 1999a), representando e formando outros elementos da geodiversidade.

Todos estes fatores alteram e moldam a paisagem, tornando-a um dos principais motivos a considerar quando se caracteriza a geodiversidade.

A geomorfologia característica da região do PNSE, e, conseqüentemente, da zona de estudo referente ao Estrela Geopark, segundo o ICNF - Relatório Ambiental, deriva essencialmente de deslocamentos tectónicos que levantaram a montanha dos planaltos envolventes e a balançaram para nordeste.

As linhas gerais do relevo da Serra da Estrela foram formadas pela interação permanente entre a tectónica e a erosão fluvial, tendo como exemplo desse fenómeno o imponente Vale do Zêzere, profunda garganta de direção NNE-SSW, situado numa importante falha.

Outro dos fatores que desempenhou um papel fundamental na definição da paisagem da Serra da Estrela e que lhe confere padrões paisagísticos diferenciados das paisagens convencionais foi a ocorrência de uma glaciação, quando, há cerca de 20 mil anos, a temperatura desceu pelo menos 10° C, dando origem a vastos glaciares na parte mais alta da Serra da Estrela. Esse processo glacial deixou um património geológico e paisagístico notável, traduzido sob a forma de vales em U, circos glaciares, lagoas, depósitos de moreias e blocos erráticos, constituindo a principal originalidade da paisagem física do Parque Natural.

A geologia da Serra da Estrela é dominada pela ocorrência de rochas graníticas hercínicas, que intruíram os metassedimentos pré-câmbricos que constituem o Complexo Xistograuváquico. Essas rochas apresentam composição mineralógica variada, desde granodioritos a leucogranitos.

Principais formações geológicas ocorrentes na área do PNSE:

- Depósitos de cobertura
- Complexo xistograuváquico
- Granitoides hercínicos

Todos estes processos concederam ao território afeto ao Estrela Geopark uma ampla diversidade geológica e um riquíssimo património natural, incluindo geomonumentos e geossítios de referência como os estudados e analisados no presente trabalho.

A Carta geológica simplificada do PNSE pode ser consultada em **Anexo 4 - Carta Geológica Simplificada do PNSE**.

### 2.3.2 Glaciação da Serra da Estrela

A glaciação mencionada no subcapítulo anterior surge como elemento e fenómeno extremamente importante no presente estudo em virtude de alguns dos aspetos geológicos analisados na área de estudos serem direta ou indiretamente vestígios da última grande glaciação. Impõe-se, pois, neste contexto, um levantamento mais pormenorizado da informação relativa à última fase glaciária (Wurm, de 35 000 a 20 000 anos a.C.), que permita a melhor compreensão dos seus processos.

Segundo Vieira e Ferreira (1999), a glaciação da Serra da Estrela só muito recentemente voltou a interessar a investigadores (Daveau *et al.*, 1997), encontrando-se essas investigações, contudo, ainda em fase preliminar.

No estudo realizado por Lautensach no máximo da glaciação, os gelos formariam uma cúpula no cimo da montanha, de onde divergiam línguas que escoavam pelos profundos vales periféricos. “Olhando o mapa geomorfológico, verifica-se, (*sic*) que as formas erosivas glaciárias mais amplas, os entalhes mais profundos, quer sejam circos ou vales glaciários, encontram-se (*sic*), efetivamente, no lado oriental. Mas, se atendermos às moreias, que são as principais formas de acumulação glaciária, essa dissimetria já não é tão aparente, havendo importantes moreias tanto do lado ocidental como do lado oriental.” (Vieira e Ferreira, 1999b).

Segundo Vieira e Ferreira (1999), o nível das neves perpétuas deveria encontrar-se a 1650 metros e a temperatura registaria menos 10 ° C que atualmente, correspondendo a uma temperatura atmosférica média mensal negativa, condições consideradas essenciais para manter as “neves perpétuas”.

“A cúpula de gelo de planalto não ocupava uma superfície muito extensa, no máximo 70 km<sup>2</sup> e a sua espessura não deveria ultrapassar 80 metros. Pelo contrário, a espessura do gelo nos vales podia ser consideravelmente maior: por exemplo, as moreias da Lagoa Seca permitem afirmar que, no sector montante, a língua glaciária do Zêzere atingia 300 metros de espessura. Este glaciário bem alimentado pelos amplos circos da Candeeira e do Alto Zêzere originou a mais extensa língua glaciária da Serra da Estrela, a qual terá atingido, segundo os estudos de Daveau (1971), 13 km de comprimento e a altitude mínima de 680 metros.” (Vieira e Ferreira, 1999b). A Figura 6 ilustra a presumida localização e a dinâmica dos antigos glaciares da Serra da Estrela, assim como a sua movimentação em direção aos vales.

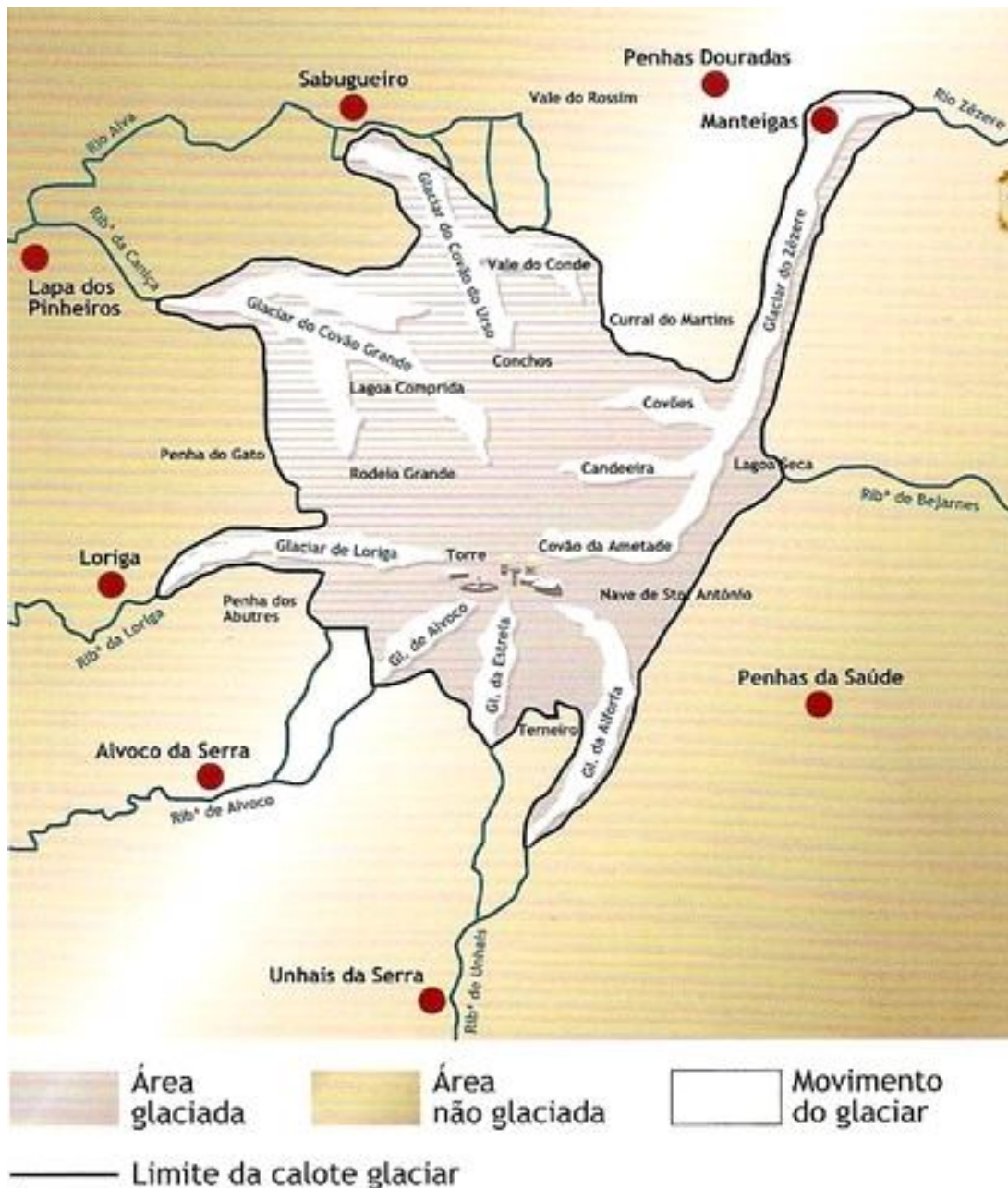


Figura 6 - Área glaciada, Área não glaciada, Movimento do glaciário e Limite da calote glaciário (Vieira e Ferreira, 1999).

## 2.4 - Geoconservação

Segundo Jonathan *et al.* (2013), a geoconservação tem crescido muito a nível local e nacional e embora esteja a ganhar reconhecimento a nível global, alguns desafios permanecem. Nos últimos 40 anos, a abordagem à proteção e gestão de áreas protegidas tem vindo a ser alterada. Tal só é possível com o estabelecimento de uma abordagem integrada com o ecossistema, o fortalecimento de ligações através de interesses hereditários (naturais e culturais) e trabalhando mais próximo das comunidades locais para atingir melhores resultados no que toca à conservação.

Toda a atividade humana tem associada um impacto que deve ser detetado, avaliado e minimizado. A realização de atividades em zonas protegidas tende a deixar marca no património geológico e natural, pelo que se deve estabelecer uma abordagem integrada entre os visitantes e o ecossistema. Devem ser criadas ligações entre o interesse no património natural e o turismo e as comunidades locais, de forma a fortalecer a simbiose entre as potencialidades socioeconómicas e a herança geológica e natural. A geoconservação apresenta-se como resposta a este desafio e pode traduzir-se em recomendações com vista a manter uma dinâmica de conservação global. Neste enquadramento, é particularmente importante manter uma comunicação positiva e alargada com a população local no referente ao valor da geodiversidade e importância da geoconservação de modo a conseguir uma geoconservação global.

Embora, em primeira instância, permaneça a ideia de que, devido à sua dureza e longevidade evidente, não seja necessário atuar na proteção e conservação do património geológico, a “exploração” de recursos e a intervenção e presença humanas obrigam à implementação de algumas medidas preventivas no âmbito da preservação da geodiversidade. “O aspeto robusto da maior parte das rochas confere aos objetos geológicos uma aparência de resistência e durabilidade. Embora esta ideia possa ser correta em diversas situações, outras há que revelam a grande fragilidade destes objetos naturais. A maior parte das ameaças à geodiversidade advém, direta ou indiretamente, da atividade humana.” (Brilha, 2005).

Devido às altas exigências em recursos naturais que o crescimento económico associado aos países desenvolvidos manifesta na procura de uma qualidade de vida, comodidade e desenvolvimento superiores, tem-se vindo a notar um delapidar crescente de todo um património natural e geológico. Embora, e pondo de parte radicalismos, seja indispensável a utilização de recursos naturais em prol do desenvolvimento e crescimento das sociedades, é indispensável efetuar uma gestão responsável e o mais racional possível de ativos, pois eles são finitos e insubstituíveis. Não menos importante é o impacto paisagístico, que frequentemente é ignorado ou não devidamente tratado.

A Tabela 6 prevê a diferenciação entre as atividades que são classificadas como sendo parte integrante de uma estratégia de Geoconservação e as que não estão enquadradas nessa classificação, definindo os vários tipos de estágios e as atividades que caracterizam os processos de geoconservação, assim como as diferentes fases que a ela encaminham.

Tabela 6 - Atividades relacionadas com a Geoconservação, (Geological Society Publications, 2017).

<b>Atividade relacionada com aspetos geológicos / geomorfológicos, processos, sítios e espécimes</b>	<b>Exemplos de atividade</b>	<b>Comentários</b>
Consciencialização inicial	Ter consciência que existem características, processos, sítios e espécimes geológicos / geomorfológicos	Não é geoconservação - possuir apenas consciência do meio ambiente natural e património / cultura.
Examinação, descrição, auditoria científica	Coleta de amostras por curiosidade, visita e descrição de aspetos e sítios de interesse geológico e geomorfológico, mapeamento / pesquisa geológica	Não é geoconservação - coleção e descrição científica. Início de classificação e taxonomia para reflexão científica.
Valor / apreciação	Coletar amostras, divulgar características, sítios etc., desenhar e pintar sítios ou aspetos de interesse geológico.	Não é geoconservação - um estado subconsciente que provavelmente resultará em apoio à conservação face a uma ameaça.
Consciência de uma ameaça/ameaça percebida	Preocupação e vontade de agir	Não é geoconservação - mas provavelmente será seguido de geoconservação.
Atividade involuntária ou coincidente que leva a um benefício geoconservacional	Conservação de zonas de floresta valiosas, incluindo aspetos geológicos que, coincidentemente, beneficiam a conservação da floresta.	Geoconservação? - Não existe consenso acerca desta área, aberta a debate.
Auditoria de conservação	Uma avaliação do que é importante manter e qual a sua localização, por exemplo, o GCR (Geological Conservation Review)	Geoconservação - ação de identificar prioridades de conservação.
Proteção através de meios legais / políticos	Legislação aplicada à geoconservação ou Parques Naturais / política de planeamento	Geoconservação - ação para proteger através de leis e práticas.
Gestão	Compra de terra ou espécime, criação de reservas, proteger um sítio, aprimoramento de um local de visita.	Geoconservação - ação direta para proteger ou gerir.
Sensibilização acerca da importância do aspeto geológico / geomorfológico	Interpretação, consulta de livros, <i>media</i> , desconstrução de <i>lobbies</i> políticos, educação, envolvimento da comunidade local	Geoconservação - ação indireta para conseguir suporte para a conservação.
Desenvolvimento de uma abordagem holística da conservação que mostre a interdependência de todos os aspetos da natureza	Abordagens integradas de escala paisagística, conservação integrada de biodiversidade / geodiversidade / paisagem / arqueologia	Geoconservação - como parte de uma abordagem estratégica, holística e integrada para a gestão de todo o meio ambiente natural.

Os conceitos que sustentam os aspetos da geoconservação, como a geodiversidade (Brilha, 2005) e o geoturismo (Gray, 2011; Newsome & Dowling, 2010), são abordados no presente trabalho e desempenham um papel fundamental no esforço coletivo que tem sido posto em

prática nas últimas décadas em torno da divulgação, promoção e proteção de todo o património natural, cultural, geológico e geomorfológico.

Na maioria das vezes, as atividades que ameaçam o património geológico são as mesmas que põem em causa a biodiversidade da região, logo, se se atuar na minimização de impactes, estar-se-á a trabalhar em sintonia para mais de uma causa ambiental, convergindo no sentido do desenvolvimento sustentável.

Assumindo o desafio proposto pelas evidentes e complicadas realidades e após consulta da bibliografia alusiva ao tema, podemos identificar muitas das ameaças à geodiversidade presentes nas sociedades modernas.

#### 2.4.1 - Estratégia de Geoconservação (levantamento da legislação aplicável):

O presente capítulo foi desenvolvido com base em Cotelo Neiva *et al.* (2010). É fundamental que, em Portugal, se implementem estratégias de geoconservação, uma vez que as políticas de conservação da Natureza não contemplam seriamente a vertente geológica e o património natural.

Todas as estratégias de proteção e geoconservação do património natural e geológico devem estar enquadradas pela legislação em vigor no âmbito da conservação da Natureza e ordenamento do território, assim como pelos instrumentos europeus e internacionais legais que suportam a geoconservação.

Nas últimas décadas, tem sido desenvolvido algum trabalho no sentido de criar veículos legais que permitam o apoio à conservação da Natureza e o alerta para a perda eminente e irreversível de algum deste património, obrigando a um desenvolvimento mais expedito e urgente das políticas de proteção e conservação.

“Ao longo dos últimos 40 anos, Portugal tem implementado um razoável número de instrumentos legais de suporte à conservação da Natureza, evidenciando uma evolução nas preocupações fundamentais sobre este tema, para além de cumprir a necessidade decorrente de incorporar os normativos internacionais na legislação nacional.” (Cotelo Neiva *et al.*, 2010). A evolução evidenciada na legislação afeta à conservação do património natural e geológico em Portugal vem comprovar a importância que a implementação de um geoparque pode representar para a região.

#### **Evolução da legislação em Portugal, no que diz respeito à conservação da Natureza:**

- 1970 - Primeira lei que preconizava a conservação da Natureza (como então se designava) - Lei nº 9/70, de 19 de junho - defendia a necessidade de promover a proteção da Natureza, nomeadamente através da criação de diversos tipos de áreas protegidas. Em 1971 foi criada a primeira área protegida em Portugal - Parque Nacional

da Peneda-Gerês, 99 anos depois da criação do Parque Natural de Yellowstone, nos Estados Unidos.

- De 1970 a 2000, a legislação nacional no âmbito da conservação da Natureza permaneceu praticamente omissa no que respeita à geoconservação.
- 2001 - Criação da Estratégia Nacional da Conservação da Natureza e da Biodiversidade - ENCNB (Resolução do Conselho de Ministros nº 152/2001, de 11 de outubro, e respetiva Declaração de Retificação nº 20-AG/2001, de 31 de outubro), documento já previsto na Lei de Bases do Ambiente e com vigência prevista até 2010.
- Durante a fase de discussão pública, a ProGEO (grupo nacional da Associação Europeia para a Conservação do Património Geológico, criado em 2000) propôs um conjunto de alterações à versão inicial com vista a mencionar as questões relativas à conservação do património geológico. Grande parte dessas alterações foram aceites e incorporadas no documento final, embora a sua redação tenha sido modificada.

Três objetivos gerais da ENCNB:

- *“i) Conservar a Natureza e a diversidade biológica, incluindo os elementos notáveis da geologia, geomorfologia e paleontologia; ii) Promover a utilização sustentável dos recursos biológicos; iii) Contribuir para a prossecução dos objetivos visados pelos processos de cooperação internacional na área de conservação da Natureza em que Portugal está envolvido, em especial os objetivos definidos na Conservação sobre a Diversidade Biológica, ... designadamente a conservação da biodiversidade, a utilização sustentável dos seus componentes e a partilha justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização de recursos genéticos”.*

Qualquer uma destas premissas mencionadas nas alíneas da ENCNB pode ser enquadrada no contexto do Geoparque da Serra da Estrela, pois são objetivos a ser alcançados e cumpridos, nos quais se ambiciona o maior dos compromissos com vista ao bem comum de toda a sociedade.

Para alcançar estes três objetivos, a ENCNB prevê dez opções estratégicas (item 12), das quais podemos salientar as que se referem expressamente a: *“Desenvolver em todo o território nacional ações significativas de conservação e gestão de espécies e habitats, bem como de salvaguarda do património paisagístico e dos elementos notáveis do património geológico, geomorfológico e paleontológico”.* De modo a possibilitar atingir as metas propostas pela ENCNB, *“... consideram-se de especial importância os estudos destinados a ... promover a identificação dos elementos notáveis do património geológico, geomorfológico e paleontológico, tendo em vista a classificação e salvaguarda”.* Entre as diversas diretivas previstas e mencionados, podemos destacar: *“elaborar um plano de ação para o património geológico, geomorfológico e paleontológico, dinamizando para o efeito a comunidade científica, com o objetivo de inventariar, caracterizar e avaliar os elementos notáveis*

*daquele património, de modo a permitir a criação de uma rede de monumentos naturais e a identificação de medidas para a sua salvaguarda, divulgação e visitação”.*

O presente trabalho enquadra-se inteiramente nas diretivas e premissas mencionadas na ENCNB, sendo que a inventariação, caracterização e avaliação do património natural e geológico da região afeta ao PNSE representa uma mais-valia para toda a herança geológica e natural, ao mesmo tempo que incrementa os parâmetros socioeconómicos da região, para além de facilitar a conservação e proteção do Parque Natural.

“Do ponto de vista da geoconservação, acreditamos que a ENCNB permitiu alertar a sociedade e o poder político para a necessidade de considerar o património geológico nas políticas de conservação da Natureza, como efetivamente se veio a reflectir em documentos publicados posteriormente.” (Cotelo Neiva *et al.* 2010).

“É o caso do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), aprovado pela Lei nº 58/2007, de 4 de setembro. Tal como tinha sucedido anteriormente com a ENCNB, a ProGEO-Portugal formulou um conjunto de sugestões durante a fase de discussão pública, por forma a incluir a temática da geoconservação neste documento.” (Cotelo Neiva *et al.*, 2010).

**Lei nº 58/2007, de 4 de setembro** - “visa concretizar a estratégia de ordenamento, desenvolvimento e coesão territorial do País” - Medidas de ação previstas, para executar de 2007 a 2013. Integradas nesta grande premissa global, surgiram algumas alíneas referentes ao património geológico.

- i) “Completar e actualizar a cobertura do território continental, com as cartas de solo a escala adequada e com o levantamento do património geológico e mineiro, incluindo a identificação e classificação dos respetivos elementos naturais.”*
- ii) “Completar e actualizar o levantamento geológico na escala 1:50 000 e identificar e classificar os elementos notáveis do património geológico e mineiro”.*
- iii) Promover a inventariação, classificação e registo patrimonial dos bens culturais, nomeadamente dos valores patrimoniais arqueológicos e geológicos”.*
- iv) “Definir e executar uma Estratégia Nacional de Geoconservação”.*

**Decreto-Lei (DL) nº 142/2008, de 24 de julho** (última revisão **Decreto-Lei (DL) nº 42-A/2016, de 12/08**) - recente Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade - Veio substituir e revogar o Decreto-Lei nº 19/93, de 23 de janeiro, relativo à criação da Rede Nacional de Áreas Protegidas.

Dos vários objetivos a que o DL se propõe, podemos salientar as seguintes proposições:

- “promover o reconhecimento pela sociedade do valor patrimonial, intergeracional, económico e social da biodiversidade e do património geológico”.

- Art. 6º - “ a conservação da natureza e da biodiversidade compreende o exercício ... das ações de conservação ativa, que correspondem ao conjunto de medidas e ações de intervenção dirigidas ao manejo direto de espécies, *habitats*, ecossistemas e **geossítios**, bem como o conjunto de medidas e ações de intervenção associadas a atividades socioeconómicas, tais como a silvicultura, a mineração, a agricultura, a pecuária, a caça ou a pesca, com implicações significativas no manejo de espécies, *habitats*, ecossistemas e **geossítios**, tendo em vista a sua manutenção ou recuperação para um **estado favorável de conservação**”.
- Arts. 16º, 18º e 20º - “entende-se por monumento natural uma ocorrência natural contendo um ou mais aspetos que, pela sua singularidade, raridade ou representatividade em termos ecológicos, estéticos, científicos ou culturais, exigem a sua conservação e a manutenção da sua integridade” assim como “ a classificação de um monumento natural visa a proteção dos valores naturais, nomeadamente **ocorrências notáveis do património geológico**, na integridade das suas características e nas suas imediações circundantes e a adoção de medidas compatíveis com os objetivos da sua classificação, designadamente: a) a limitação ou impedimento das formas de exploração ou ocupação suscetíveis de alterar as suas características; b) A criação de **oportunidades para a investigação e apreciação pública**”.
- Art. 28º - Encontrámos também referências ao património geológico e geossítios no presente artigo, ao contrário do que sucedia no anterior DL, agora revogado - “Sistema de Informação sobre o Património Natural... é constituída pelo inventário da biodiversidade e do **património geológico** presentes no território nacional”.
- Art. 29º - Cadastro Nacional dos Valores Naturais Classificados - “arquivo de informação sobre os valores naturais classificados”, devendo obter informação sobre “os ecossistemas, *habitats*, espécies e **geossítios**”.
- Art. 43º - alínea q, nº1 - O presente DL estabelece contraordenações ambientais muito graves quando estamos na presença de: “destruição de bens culturais inventariados ou **geossítios**”.
- Art. 43º - alínea h, nº4 - Por outro lado, “a colheita, a detenção e o transporte de amostras de **recursos geológicos, nomeadamente minerais, rochas e fósseis**”, em áreas protegidas é considerada uma contraordenação ambiental ligeira.

“Podemos, desta forma, evidenciar o importante papel do Decreto-Lei nº 142/2008, de 24 de julho, na reviravolta da legislação ambiental referente à conservação e preservação da Natureza, biodiversidade e, mais precisamente, à geoconservação, uma vez que é o primeiro a mencionar o conceito nos seus artigos. Basta agora esperar que o DL seja aplicado e cumprido na sua total amplitude.” (Brilha, 2010).

#### 2.4.2. - Instituições responsáveis pela geoconservação

Importa também mencionar quais as instituições responsáveis pela implementação das estratégias de geoconservação em Portugal, de acordo com o previsto na Lei:

**ICNF** - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas;

Criado pelo **Decreto-Lei n.º 136/2007, de 27 de abril** - (revogado pelo Decreto-Lei n.º 135/2012, de 29 de junho),

*“ tem por missão propor, acompanhar e assegurar a execução das políticas de conservação da Natureza e da biodiversidade e a gestão das áreas protegidas, visando a valorização e o reconhecimento público do património natural” (Art. 3º).*

Infelizmente, o trabalho desenvolvido ao longo dos anos no que toca à geoconservação por esta instituição e sua antecessora não tem sido muito significativo, uma vez que tem dirigido esforços para a proteção da biodiversidade e carece de técnicos qualificados no âmbito da Geologia, exceção feita ao caso do trabalho desenvolvido no Monumento Natural das Pegadas de Dinossauros de Ourém/Torres Novas.

**LNEG** - Laboratório Nacional de Energia e Geologia

Concentra, entre outras, as seguintes competências: “levantamento geológico sistemático e a inventariação, caracterização e valorização dos recursos geológicos e hidrogeológicos do território nacional, e sequente aplicação aos riscos geológicos, ordenamento do território, gestão ambiental e património geológico” (**Portaria n.º 1423/2007, de 31 de outubro**).

“À semelhança do que acontece em muitos outros países, trata-se da instituição que, pela sua natureza, deve assegurar a inventariação e caracterização do património geológico nacional, em conjugação com outras instituições, nomeadamente as universidades e organizações científicas.” (Brilha, 2010)

**ProGEO** - Associação Europeia para a conservação do Património Geológico

Criada em 1992, o seu objetivo geral é incentivar a Conservação do Património Geológico (Geoconservação) e a proteção de sítios e paisagens de interesse geológico (os chamados geótopos) na Europa, contando:

- Promover uma política europeia para a Geoconservação;
- Reconhecer, inventariar e documentar locais de interesse geológico de modo a definir aqueles cuja conservação tem relevância europeia;

- Disponibilizar informação e consultadoria em todos os aspetos relacionados com a Geoconservação;
- Organizar e conduzir projetos de investigação no seguimento do ponto anterior;
- Promover a sensibilização do público em geral para a Geoconservação e suas aplicações;
- Encorajar a troca de ideias e informação sobre Geoconservação por meio da organização de reuniões e conferências, publicação de um Boletim e de outras publicações e por todos os outros meios que permitam atingir os objetivos da Associação;
- Promover a formação de uma Associação Internacional para a Conservação das Ciências da Terra.

CNU - Comissão Nacional da UNESCO

## 2.5 - Geoturismo

O turismo, nas suas várias vertentes, tem vindo a assumir um papel fundamental no planeamento e desenvolvimento do território através de parcerias e novas estratégias de valorização de motivos de interesse outrora negligenciados.

Assim, surgem novas visões de potencialização e desenvolvimento turístico em que o crescimento económico, embora nunca deixando de ser parte integrante do processo, não é o único fator interveniente. As necessidades e carências nos diversos territórios podem ser muito distintas, solicitando por parte das entidades envolvidas respostas adequadas e moldadas a cada uma das realidades. Diferenciar o tipo de abordagem e de oferta para as populações rurais e urbanas assume um papel fundamental na compreensão e valorização do espaço de comunhão entre o Homem e o seu território, de modo a ajustar as políticas e planos territoriais aos seus intervenientes e populações.

Ao serem analisadas as dinâmicas e fluxos turísticos recentes do Parque Natural da Serra da Estrela, foram detetadas diversas carências no que toca ao aproveitamento do património natural, geológico e paisagístico, pois embora algum trabalho tenha vindo a ser desenvolvido nas últimas décadas na identificação, caracterização e divulgação do património geológico e natural presente no PNSE, este não se tem refletido num aumento significativo de ecoturistas para a região.

A Serra da Estrela apresenta características únicas e de referência no turismo de ambiente nacional. Podemos encontrar, para além do riquíssimo património geológico, toda uma cultura relacionada com a região, aldeias históricas, tradições locais, gastronomia regional, biodiversidade autóctone, lagoas, rios, praias fluviais e paisagens naturais que proporcionam aos visitantes uma abordagem íntima e uma oportunidade de contacto com a natureza e a

cultura da região. As paisagens naturais estão a assumir um papel de pano de fundo para atividades ao ar livre, atividades essas que têm obrigatoriamente de ser enquadradas no conceito prioritário do geoturismo e da geoconservação, a qual passa pelo reconhecimento e pela proteção das características geológicas regionais e das suas dinâmicas.

Considerando as características geomorfológicas únicas presentes no Parque Natural da Serra da Estrela, impõe-se a oportunidade e a necessidade de desenvolver valências que proporcionem a criação de infraestruturas e condições adequadas à prática do geoturismo.

O geoturismo é muitas vezes referido como um turismo direcionado para a natureza que foca principalmente os sistemas geológicos (Gray, 2011; Newsome & Dowling, 2010).

O geoturismo é, pois, direcionado para os geossítios e para a conservação da geodiversidade, assim como para uma compreensão das Ciências Naturais através da visualização e aprendizagem. Estas premissas são atingidas através de visitas efetuadas a características geológicas, da marcação de rotas geológicas e zonas de observação (miradouros), de visitas guiadas e atividades direcionadas para as características geológicas com o auxílio de centros de visita (Dowling & Newsome, 2006; Newsome & Dowling, 2010).

A proposta de implementação de um Geoparque - cuja missão é proteger e divulgar a biodiversidade de uma região, o seu património geológico e os seus recursos naturais, bem como todos os setores da economia local - no território afeto ao PNSE surge precisamente como resposta ao crescente interesse e procura de produtos turísticos intimamente ligados ao contacto direto com a natureza e com a missão de atuar na valorização, proteção e promoção do património natural da região.

No presente caso de estudo, a criação, implementação e desenvolvimento de um Geoparque possibilita a obtenção de uma formação e aprendizagem mais próxima dos objetos de estudo, aproximando o conhecimento das populações mais isoladas e distantes das grandes cidades, ao mesmo tempo que potencia o interesse turístico da zona afeta ao Geoparque. O Geoparque assume, deste modo, uma dinâmica de “sala de estudo ao ar livre”, facilitando a assimilação natural de conhecimento ao requerer menos esforço ao recetor.

A implementação de um Geoparque, assim como de todas as infraestruturas a ele associadas, permite a valorização sustentável de todos os seus recursos, promovendo a geoconservação e diminuindo os impactes inerentes às atividades desenvolvidas, envolvendo a comunidade local, as escolas e os próprios visitantes. Num contexto global, podemos encontrar uma forma sinérgica de turismo com cada um dos elementos paisagísticos e seus componentes em conjunto, que criam para o turista uma experiência mais rica do que a soma das partes, atraindo visitantes com diferentes interesses. De igual modo, envolve a comunidade quando negócios locais e grupos civis cooperam para promover e providenciar experiências de visita autênticas

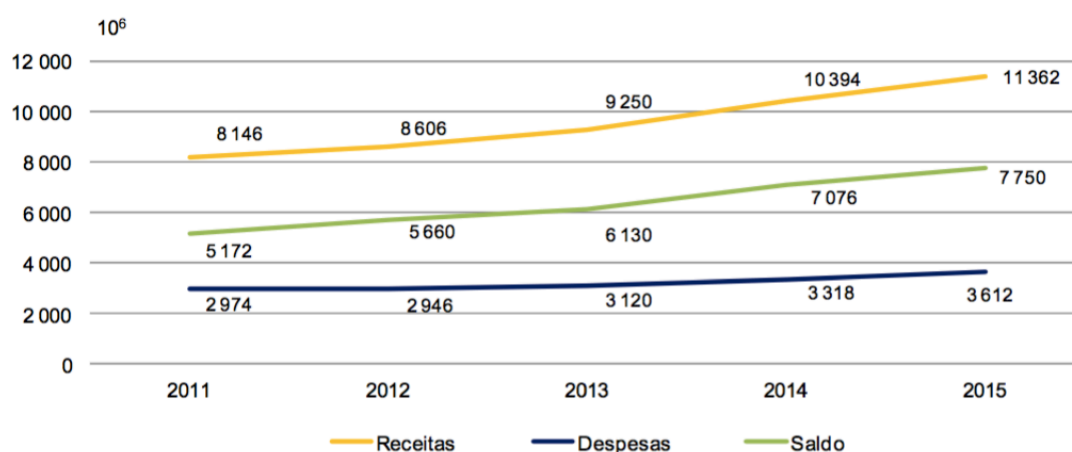
e únicas. O geoturismo pode também criar benefícios económicos e de outras naturezas para os residentes, tais como criação de emprego e obtenção de lucros, assim como implantação de serviços e produtos. Quando a comunidade local compreende o potencial de gerar benefícios do geoturismo, este passa a assumir uma condição de incentivo ao conhecimento em regime de parceria (Dowling, 2009).

### 2.5.1 - Enquadramento económico do turismo português

As atividades turísticas desenvolvidas em Portugal têm evidenciado um crescimento assinalável ao longo dos últimos anos e contribuído significativamente para a mitigação da crise económico-financeira instalada em território nacional desde meados de 2008.

“Em 2015 o PIB aumentou 1,5% em volume, com o contributo da procura interna. A taxa de desemprego continuou a diminuir. Em termos globais, a atividade turística teve resultados positivos, salientando-se a evolução dos mercados externos. O saldo da rubrica “Viagens e Turismo” da Balança de Pagamentos atingiu 7,8 mil milhões de euros em 2015 (+9,5% face a 2014).” (INE, 2016).

O atual quadro favorável da conjuntura económica, em crescimento (Figura 7), apresenta-se como auspicioso para enquadrar a implementação do Geopark - Serra da Estrela na oferta turística da região do Parque Natural da Serra da Estrela. Desde 2011 que se tem vindo a verificar uma correspondência diretamente proporcional entre o investimento efetuado no Turismo e o retorno correspondente, registando um saldo positivo em crescente contínuo, conforme evidencia o gráfico seguinte.



Fonte: Banco de Portugal - Maio 2016

Figura 7 - Balança turística portuguesa, 2011 - 2015 (mil milhões de €), INE (2016)

Regista-se, igualmente, uma maior procura interna por locais turísticos de interesse, o que representa uma oportunidade de investimento com risco relativamente controlado na oferta turística nacional e, simultaneamente, uma forma de responder ao desafio das crescentes necessidades turísticas da população residente.

Como ilustra a Figura 8, cerca de 50% das dormidas na região Centro estão relacionadas com lazer, recreio e férias, facto que pode ser aproveitado para oferecer um produto turístico e geoturístico de melhor qualidade na região.

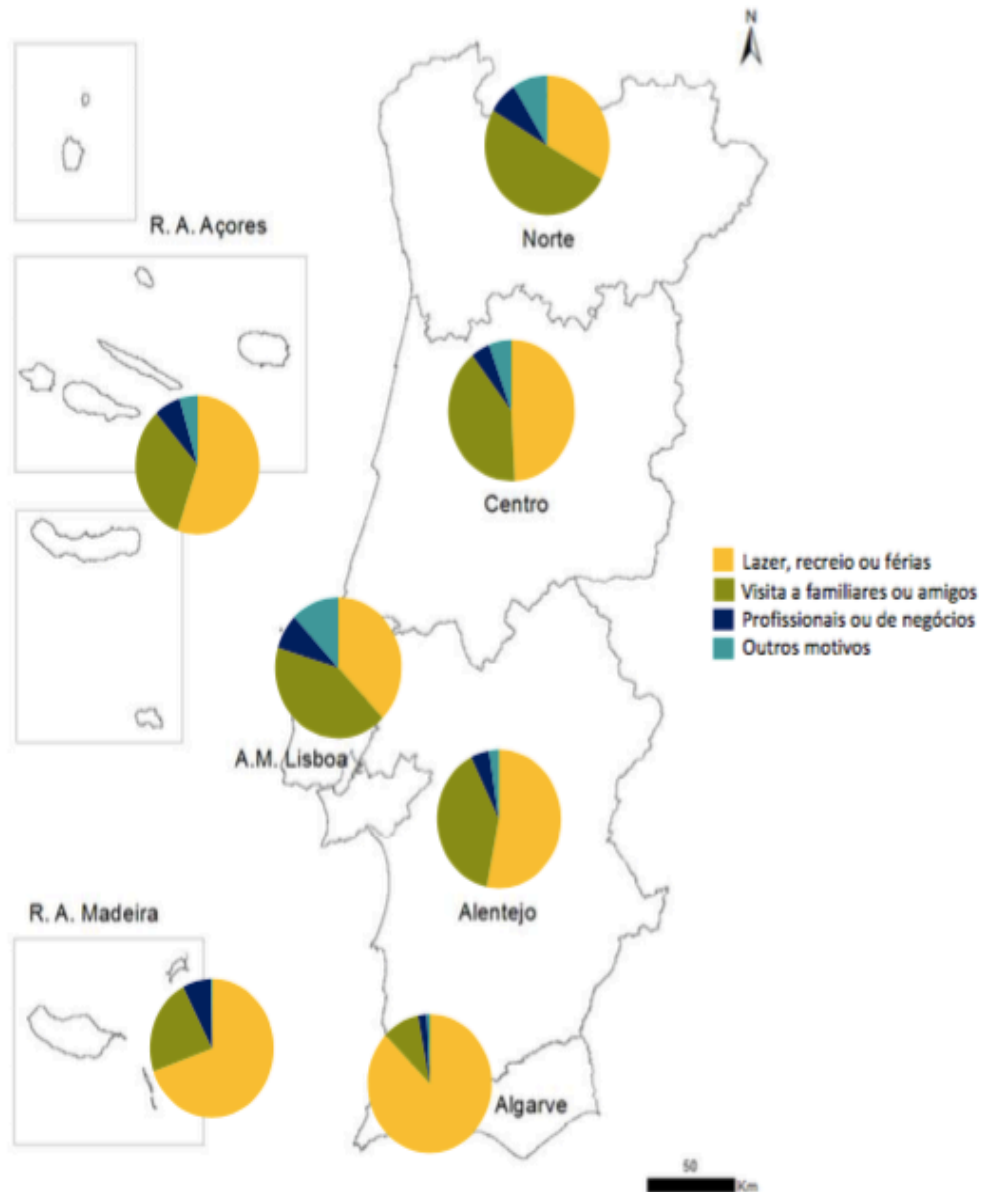


Figura 8 - Repartição (%) das dormidas segundo as regiões NUTS II de destino, por principais motivos, 2015, INE (2016)

Enquadradas na conjuntura anteriormente descrita, surgem propostas que visam valorizar e potenciar a oferta turística da região em estudo.

As medidas propostas para o aproveitamento turístico e recreativo do Geopark incluem, entre outras, a criação de percursos interpretativos, a abertura de trilhos que permitam a prática de cicloturismo, a organização de eventos de exposição e interpretação do património gastronómico local e a integração de miradouros estrategicamente colocados nos percursos

(com o respetivo painel informativo acerca das características geológicas e geomorfológicas específicas da paisagem), permitindo conciliar o apreço pela paisagem com a aprendizagem e a obtenção de novos conhecimentos científicos.

Adicionalmente, pode-se integrar o exercício de atividades desportivas, devidamente acompanhadas e supervisionadas por profissionais credenciados, que se enquadrem nas características geomorfológicas da região e tenham um impacto ambiental não mais que residual, como sejam a escalada, parapente, ciclismo de montanha (*downhill* e *cross country*), observação de pássaros, caminhadas, pesca etc...

A implementação destas propostas assenta no pressuposto da colaboração dos organismos, entidades e empresas locais que operam nos setores relacionados com os desportos de montanha, desportos radicais ou simplesmente com o entretenimento lúdico ligado à Natureza como parceiros estratégicos que aportarão como mais-valia os seus conhecimentos e experiência adquiridos. A ponderar como hipótese, há ainda a criação de protocolos e ligações interorganizacionais potencialmente benéficas para as partes intervenientes que potenciem a economia local, criem novos postos de trabalho (direta e/ou indiretamente) no ensejo de atrair à região tanto entusiastas do espólio e património geológico incomparável do Geopark como das emoções dos desportos e atividades de montanha.

A contribuição do presente trabalho para alcançar as premissas propostas anteriormente consiste na elaboração de cartas temáticas em que serão marcados e descritos trilhos com potencial para integrar o conteúdo da candidatura ao UNESCO Estrela ASPIRING Geopark. Para esse efeito, consultou-se a base de dados existente em <https://pt.wikiloc.com/>, que compreende inúmeros trilhos marcados com coordenadas GPS. O procedimento seguido na realização das cartas pode ser consultado no **capítulo 3.3.4**.

## 3. Elaboração de base de dados em SIG

As ferramentas SIG permitem realizar o tratamento de toda a informação geográfica e territorial de uma forma mais sucinta e eficaz, atribuindo aos organismos públicos e privados responsáveis pela gestão e ordenamento do território a capacidade de cruzar a informação geográfica existente com qualquer outro tipo de informação relacionada com a gestão territorial e proteção ambiental. Os SIG vão permitir uma tomada de decisão mais consciente e sustentada em dados concretos, suportando e facilitando o cadastro territorial, a sua proteção e conservação.

“As áreas de montanha apresentam uma extensão considerável no território europeu e nacional. Estas incluem um conjunto de recursos económicos e de património ambiental, associados a valores culturais, usos e costumes que resultam e se traduzem na adaptação das atividades humanas às condições naturais adversas destes territórios.” (Cadina, 2011).

### 3.1 Software e equipamentos

A recolha e o tratamento de dados necessários à elaboração das cartas temáticas previstas nos objetivos do presente trabalho exigiram o recurso aos equipamentos e *softwares* a seguir listados:

- ArcGIS 10.2.2 ® Desktop - Esri ® ArcMap™ 10.2.2.3552
- Microsoft ® Excel para Mac Versão 15.32 (170309)
- Microsoft ® Word para Mac Versão 15.32 (170309)
- Consulta do sítio - <https://www.google.pt/maps/>
- Adobe ® Photoshop ® CS6
- GPS

### 3.2 Geossítios

No âmbito do presente trabalho, foi necessário, em primeira instância, definir os geossítios pertencentes à área de estudo de modo a elaborar uma base de dados correspondente.

Brilha (2005) resume o conceito de geossítio como “a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer em resultado da ação de processos naturais quer devido à intervenção humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro.”

A Associação Geopark Estrela disponibilizou informação onde constam geossítios inicialmente identificados pela sua equipa técnica, a partir do qual se poderá fazer um levantamento dos geossítios e geomonumentos de destaque no PNSE e respetiva caracterização no terreno com vista à sua inventariação e qualificação e à elaboração de cartas temáticas elucidativas do património geológico e natural da região.

No âmbito da presente dissertação e em prol da preservação, conservação e valorização de todo o património geológico e paisagístico cada vez mais ameaçado do PNSE, o autor propôs-se a complementar a informação existente e resultante de trabalhos previamente desenvolvidos com levantamentos *in loco*.

Este levantamento assume mais relevância devido ao incremento significativo do interesse pelas características geológicas e paisagísticas que se tem registado nos últimos anos. A identificação de geossítios ligada à valorização e geoconservação tem um papel dinamizador na emergência do ecoturismo, na medida em que proporciona experiências novas, únicas e educativas.

De salientar que um pouco por toda a Europa se tem verificado uma rápida expansão do movimento Geoparque, acompanhado pela criação de organizações que promovem o geoturismo e a geoconservação. Exemplo disso são organizações como a UNESCO ([unesco.org](http://unesco.org)) e a European Geoparks Network ([europeangeoparks.org](http://europeangeoparks.org)), a Associação Internacional de Geoturismo (IAGT) ([iageotour.com](http://iageotour.com)), a ProGEO, a Associação Europeia para a Conservação do Património Geológico ([sgu.se/hotell/progeo](http://sgu.se/hotell/progeo)) e Geologia e Turismo, a Associação Italiana de Turismo Geológico ([geologiaeturismo.it](http://geologiaeturismo.it)). (Newsome, 2012).

### 3.2.1 Base de dados da seleção de Geossítios

Tendo em conta o elevado número de geossítios (99) inicialmente identificados pela equipa técnica responsável pela candidatura Estrela ASPIRING Geopark e o âmbito do presente estudo, não seria nem adequado nem tão pouco viável proceder à quantificação e qualificação da totalidade dos geossítios. Por esse motivo, selecionaram-se os mais representativos da última fase glaciária e os seus principais vestígios, bem como aqueles que têm a localização mais próxima do maciço central da Serra da Estrela, obviando, assim, as limitações de índole temporal e orçamental. O processo de seleção e respetivo procedimento em ambiente SIG encontra-se descrito no **capítulo 3.3.2**. A seleção de geossítios foi procedida e complementada por trabalho de campo, no decurso do qual se verificou a informação existente, se confirmaram as coordenadas geográficas e se fizeram registos fotográficos dos geossítios presentes na área de estudo.

Para efeitos de aplicação da metodologia, revelou-se necessário elaborar painéis informativos e fichas técnicas descritivas e caracterizadoras dos geossítios selecionados, que podem ser

consultados em: **Anexo 1 - Painéis Informativos, Anexo 2 - Fichas Técnicas**. As descrições dos geossítios presentes nos **Anexos 1 e 2** tiveram como base as caracterizações presentes em Vieira e Ferreira (1999).

### 3.3 Metodologia aplicada

A metodologia proposta para o presente trabalho (Tabela 7) foi influenciada por e criada a partir das metodologias descritas anteriormente, contemplando dois critérios fundamentais: valor e vulnerabilidade do geossítio. Dado que valor e importância dos critérios não são equivalentes, cada critério apresenta um peso diferente, dando-se primazia aos aspetos científico-educativo e de conservação do património natural. O valor do geossítio é calculado por meio da atribuição de uma nota a cada critério (valor científico, valor educativo, valor turístico, valor de vulnerabilidade), dos quais se tira a média que irá servir de base à priorização das intervenções nos geossítios.

Tabela 7 - Metodologia Aplicada (AEG, 2106a)

<b>Metodologia Aplicada (Estrela ASPIRING Geopark)</b>			
Estabelecimento de critérios objetivos para estabelecer um valor e um índice de <b>vulnerabilidade</b> do geossítio.			
Avaliação Quantitativa do Valor do Geossítio			
<b>Critério:</b>	V. Científico	V. Educacional	V. Turístico
1. Representação dos processos geológicos	30%	10%	
2. Local-Tipo	20%	5%	
3. Conhecimento científico	10%		
4. Estado de conservação	15%	5%	5%
5. Diversidade geológica	10%	10%	
6. Raridade	10%	10%	10%
7. Condições de observação	5%	10%	15%
8. Conteúdo didático		20%	
9. Infraestruturas de logística		5%	10%
10. Acessibilidade		15%	10%
11. Associação com outros elementos patrimoniais		10%	15%
12. Espetacularidade e beleza			15%
13. Existência de conteúdos promocionais			10%
14. Potencialidade para a prática de atividades			10%
<b>Total:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Avaliação Quantitativa de Vulnerabilidade do Geossítio			
<b>Critério:</b>	<b>Ponderação:</b>		
15. Fragilidade dos elementos geológicos	35%		
16. Proximidade a atividades nocivas	25%		
17. Estatutos de proteção	20%		
18. Acessibilidade	10%		
19. Densidade populacional	10%		
<b>Total:</b>	<b>100%</b>		

A metodologia aplicada pode ser consultada no ficheiro Excel, **Metodologia.xlsx**, presente no CD, que descreve em pormenor o peso de cada critério e a ponderação de cada valor atribuído.

Tabela 8 - Cálculo de Valor do Geossítio

<b>Valor do Geossítio:</b>		
$V_{\text{Geossítio}} = (\sum (V_{\text{Científico}} * \text{Peso}) + \sum (V_{\text{Educativo}} * \text{Peso}) + \sum (V_{\text{Turístico}} * \text{Peso})) / 3$		
$V_{\text{Geossítio}} \geq 75\%$ - Elevado	$40\% < V_{\text{Geossítio}} < 75\%$ - Valor Médio	$V_{\text{Geossítio}} \leq 40\%$ - Baixo Valor

Tabela 9 - Cálculo de Vulnerabilidade do Geossítio

<b>Vulnerabilidade do Geossítio:</b>		
$V = \sum (\text{Critério} * \text{Ponderação de Vulnerabilidade})$		
$V \geq 75\%$ - Elevada	$75\% > V > 25\%$ - Moderada	$V \leq 25\%$ - Baixa

### 3.3.1 Elaboração das Cartas Gerais de Localização

A primeira carta a ser elaborada foi a carta geral de localização dos geossítios. Para tal efeito, foi descarregada a “shapefile” disponibilizada pela Direção-Geral do Território com os respetivos limites administrativos de Portugal Continental, a partir da qual se selecionaram os concelhos pertencentes ao território traçado pela equipa técnica responsável pela candidatura Estrela ASPIRING Geopark como área de estudo e de interesse.

Foram selecionados os concelhos afetos à área de estudo com o auxílio da ferramenta SIG “Select By Attributes...” (Figura 9) e posteriormente exportados os dados selecionados para outra *layer*, com a utilização do comando “Export Data”, à qual foi atribuído o nome de “Limites.shp” tendo o cuidado de manter o sistema de coordenadas selecionado no *Data Frame* (ETRS 1989 Portugal TM06).

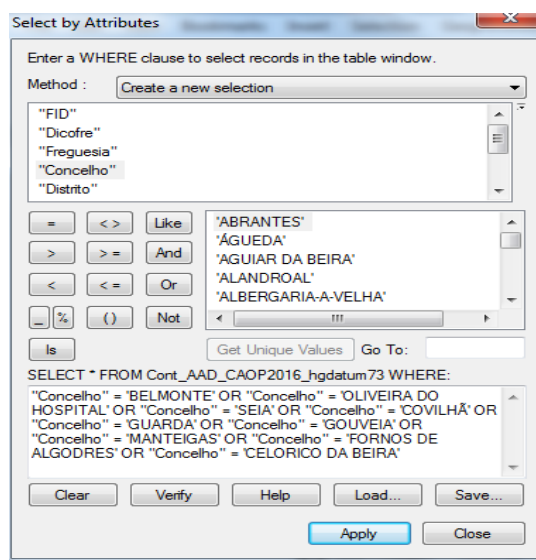


Figura 9 - Select By Attributes (Limites)

Depois de criar a *shapefile* “**Limites.shp**”, foi aplicado um “*merge*” a cada um dos municípios (Figura 10) com o objetivo de eliminar os limites das freguesias, pois são irrelevantes para o presente trabalho e dificultam a visualização de outros elementos nas cartas temáticas.

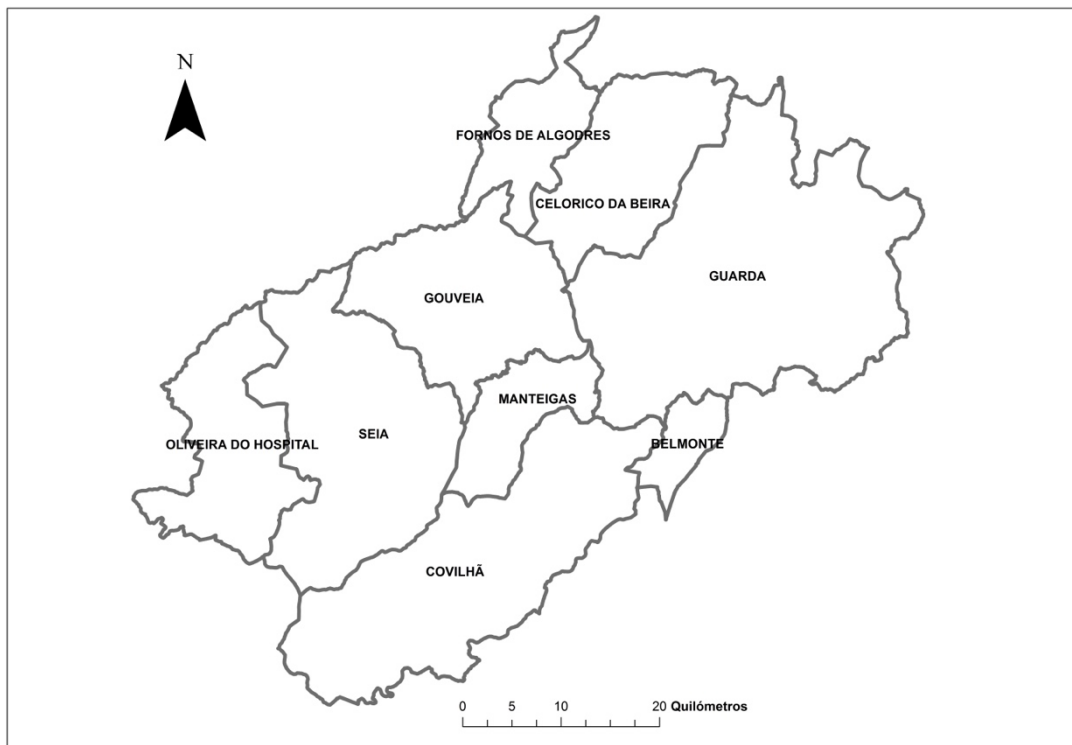


Figura 10 - Limites Estrela Geopark

Estando devidamente delineados os limites territoriais, prosseguiu-se para a adição dos pontos (XY) correspondentes aos geossítios mencionados no Estrela ASPIRING Geopark. Pelo facto de as coordenadas referentes aos geossítios terem sido levantadas no terreno com o GPS, tinham como formato inicial o sistema de coordenadas WGS 84 em graus decimais, o que obrigou à sua conversão para o sistema de coordenadas utilizado no *Data Frame* e referente trabalho (ETRS 1989 Portugal TM06).

O processo de criação da *shapefile* “**Geossitios.shp**” passou, em primeiro lugar, pela elaboração de uma tabela Excel, em que foram discriminados seis campos (colunas): ID, X, Y, Geossítio, Município e Tipo. Com o objetivo de iniciar a caracterização dos geossítios a montante da importação das coordenadas para o projeto SIG, a tabela pode ser consultada nos ficheiros de apoio “**Attribute Table-Geossitios.xlsx**”.

Depois de devidamente preenchida a tabela e para possibilitar a sua importação e inerente adição dos pontos referentes aos geossítios, foi necessário formatar as células das coordenadas para número com oito casas decimais e guardar o ficheiro em CSV (separado por vírgulas); de seguida, foi utilizado o comando “*Add xy*” e foram seleccionadas as colunas correspondentes às coordenadas e o sistema de coordenadas pretendido, neste caso, o ETRS 1989 Portugal TM06.

## Valorização do Património Natural e Turístico do território afeto ao PNSE

Como último passo no processo de importação das coordenadas, foi necessário realizar um “Export Data” para criar uma nova *shapefile*, “Geossitios.shp” (Figura 11 e Figura 12), o que permitiu editar e tratar os dados anteriormente importados, começando pela atribuição de símbolos correspondentes às tipologias definidas.

ID	X	Y	Geossítio	Município	Tipo	Shape
1	60340,47	90426,06	Quinta da Taberna	Guarda	Petroológico	Point
2	63872,52	93346,99	Afloramento de Videmonte	Guarda	Petroológico	Point
3	25269,35	72477,76	Afloramento Granítico do Formarigo	Oliveira do Hospital	Petroológico	Point
4	49359,1	77731,88	Barroca da Água	Manteigas	Petroológico	Point
5	54592,76	94074,48	Barroca do Espinheiro	Guarda	Petroológico	Point
6	36867,79	81118,84	Cabeça da Velha-Seia	Seia	Petroológico	Point
7	26222,27	72830,25	Cabeça da Velha	Oliveira do Hospital	Petroológico	Point
8	54043,75	91324,87	Cabeça do Farol	Gouveia	Petroológico	Point
9	44830,03	85257,27	Cabeça do Velho	Gouveia	Petroológico	Point
10	56797,03	76327,39	Cabeço Alto (Dobras nos metassedimentos)	Covilhã	Tectónico	Point
11	35359,68	71723	Cabeça da Mestra Brava (contrastes litológicos)	Seia	Petroológico	Point
12	45515,72	73799	Cântaro Magro, Gordo e Raso	Manteigas	Glaciário	Point
13	49392,34	81188,04	Capela de S. Sebastião	Manteigas	Glaciário	Point
14	46673,64	69796,11	Cascaeira do Alto da Pedrice	Covilhã	Glaciário	Point
15	61980,15	82199,72	Contacto Litológico de Valhelhas	Guarda	Petroológico	Point
16	54323,6	86337,17	Corredor dos Mouros	Gouveia	Petroológico	Point
17	45515,72	73799	Covão Cimeiro	Manteigas	Glaciário	Point
18	46289,58	73439,73	Covão D'Ametade	Manteigas	Glaciário	Point
19	42208,98	74037,49	Covão da Nave	Seia	Glaciário	Point
20	52433,38	86071,07	Covão da Ponte	Gouveia	Petroológico	Point
21	46777,32	73314,72	Covão da Albergaria	Manteigas	Glaciário	Point
22	50262,71	84688,51	Covão de Santa Maria	Gouveia	Petroológico	Point
23	45037,04	72801,4	Covão do Boi	Covilhã	Petroológico	Point
24	54895,39	82323,11	Metassedimentos do Sameiro	Manteigas	Petroológico	Point
25	41224,97	73826,82	Covões de Loriga	Seia	Glaciário	Point
26	48829,56	76350,12	Covões e Barroco de São Domingos	Manteigas	Glaciário	Point
27	51886,35	81682,56	Depósito de Vertente de Manteigas	Manteigas	Glaciário	Point
28	60028,4	80585,61	Depósitos aluvianares do Zêzere	Manteigas/Guarda	Petroológico	Point
29	34407,98	83018,69	Depósitos sedimentares de Santiago-Maceira	Seia	Petroológico	Point
30	55151,02	111127,69	Escarpa defalha da Barroca	Fornos de Algodres	Tectónico	Point
31	49342,55	77212,09	Espinhaço de Cão	Manteigas	Glaciário	Point
32	46896,34	71687,53	Falha da Vilarica-Manteigas	Manteigas	Tectónico	Point
33	55560,29	112973,14	Falha de Jusbado-Penalva do Castelo	Fornos de Algodres	Tectónico	Point
34	40953,5	79398,82	Falha inversa do Chocharril	Seia	Tectónico	Point
35	52518,44	93424,85	Folgosinho	Gouveia	Mineiro	Point
36	57704,88	114733,07	Filões de Doleritos de Fraga da Pena	Fornos de Algodres	Petroológico	Point
37	39962,13	75906,76	Fraga do Alvoco (Morfologia granítica)	Seia	Petroológico	Point
38	66679,41	77017,55	Inselberg de Belmonte	Belmonte	Petroológico	Point

Figura 11 - 1ª Tabela de Atributos - Geossítios

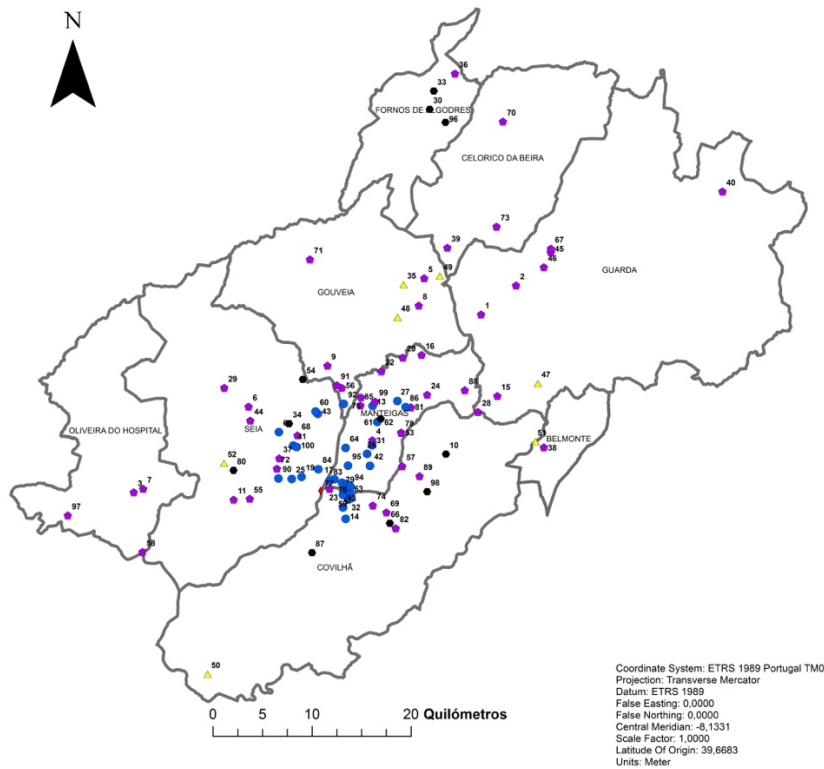


Figura 12 - Limites com geossítios

Estando sempre presente a necessidade de criar um *layout* particularmente atrativo para as cartas temáticas de apoio e divulgação, foi utilizado um “*GeoTIFF*” que representa o modelo digital do terreno (MDT) de Portugal Continental, cujas informações podem ser consultadas nos ficheiros de apoio.

Após adicionar o “*GeoTIFF*” ao projeto, limitou-se-o à área de estudo com o auxílio da ferramenta “*Raster Processing - Clip*” e editou-se o esquema representativo de cores (“*color ramp*”) (Figura 13).

Estando já reunidos os dados e as condições para a elaboração da primeira carta temática, foi editado o *layout* e exportada a carta de localização geral dos geossítios e limites do Geopark, que pode ser consultada em Anexo 6 - Carta 1 - Carta de localização de geossítios (com base em AEG, 2016).

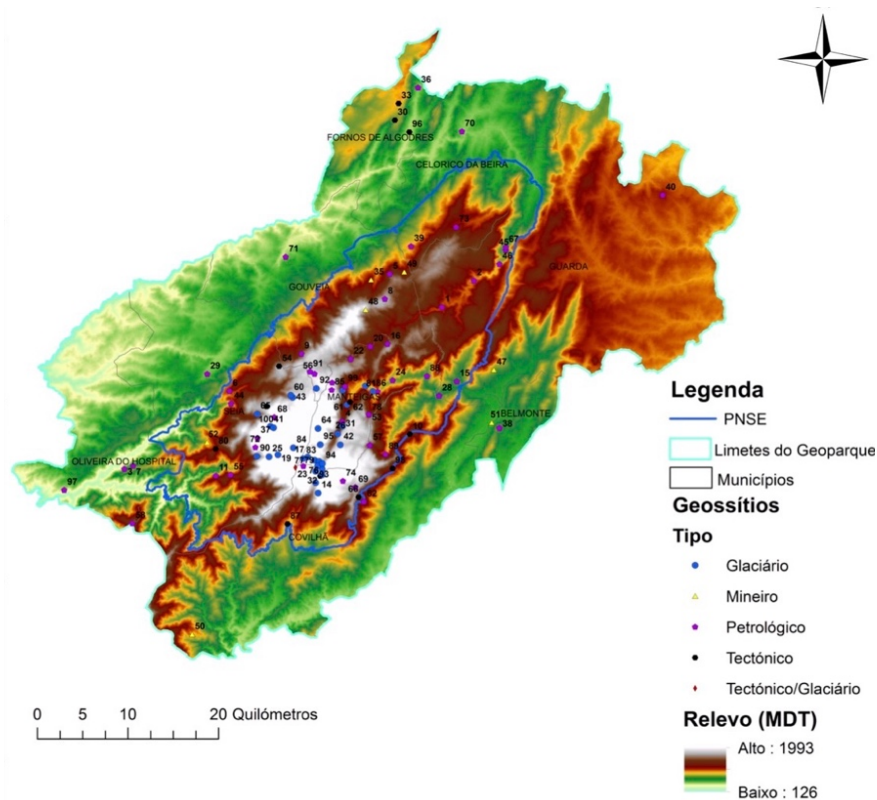


Figura 13 - Localização Geopark Estrela e limites PNSE

Uma vez que foi utilizado o “*GeoTIFF*” na elaboração da carta de localização, pôde-se calcular a altitude dos geossítios identificados por meio de uma interpolação de dados, intercetando as coordenadas já existentes (XY) com as cotas (Z) presentes no MDT.

A ferramenta utilizada foi a “*Functional Surface-Interpolate Shape*”, tendo sido criada uma nova *shapefile* que se denominou de “*Geo\_Z.shp*”; finalmente, para criar uma nova coluna na

## Valorização do Património Natural e Turístico do território afeto ao PNSE

tabela de atributos com os valores de Z, executou-se a ferramenta presente em “*Data Management Tools - Features - Add xy coordinates*”, as alterações resultantes do processo descrito podem ser consultadas na Figura 14.

ID	Geossítio	Município	Tipo	POINT X	POINT Y	POINT Z
1	Quinta da Taberna	Guarda	Petrológico	60340,47	90426,06	820,1
2	Afloramento de Videmonte	Guarda	Petrológico	63872,52	93346,99	807,74
3	Afloramento Granítico do Formarigo	Oliveira do Hospital	Petrológico	25269,35	72477,76	442,43
4	Barroca da Água	Manteigas	Petrológico	49359,1	77731,88	1023,76
5	Barroca do Espinheiro	Guarda	Petrológico	54592,76	94074,48	1086,19
6	Cabeça da Velha / Seia	Seia	Petrológico	36867,79	81118,84	878,58
7	Cabeça da Velha	Oliveira do Hospital	Petrológico	26222,27	72830,25	507,9
8	Cabeça do Faraó	Gouveia	Petrológico	54043,75	91324,87	1305,25
9	Cabeça do Velho	Gouveia	Petrológico	44830,03	85257,27	1176,64
10	Cabeço Alto (dobras nos metassedimentos)	Covilhã	Tectónico	56797,03	76327,39	1093,13
11	Cabeça da Mestra Brava (contrastes litológicos)	Seia	Petrológico	35359,68	71723	817,36
12	Cântaro Magro	Manteigas	Glaciário	45515,72	73799	1613,02
13	Capela de S. Sebastião	Manteigas	Glaciário	49392,34	81188,04	1029,28
14	Cascalheira do Alto da Pedrice	Covilhã	Glaciário	46673,64	69796,11	1557,92
15	Contacto litológico de Valhelhas	Guarda	Petrológico	61980,15	82199,72	505,7
16	Corredor dos Mouros	Gouveia	Petrológico	54323,6	86337,17	1166,15
17	Covão Cimeiro	Manteigas	Glaciário	45515,72	73799	1613,02
18	Covão d'Ametade	Manteigas	Glaciário	46289,58	73439,73	1437,79
19	Covão da Nave	Seia	Glaciário	42208,98	74037,49	1571,46
20	Covão da Ponte	Gouveia	Petrológico	52433,38	86071,07	961,14
21	Covão da Albergaria	Manteigas	Glaciário	46777,32	73314,72	1369,99
22	Covão de Santa Maria	Gouveia	Petrológico	50262,71	84688,51	1069,37
23	Covão do Boi	Covilhã	Petrológico	45037,04	72801,4	1842,19
24	Metassedimentos do Sameiro	Manteigas	Petrológico	54895,39	82323,11	609,18
25	Covões de Loriga	Seia	Glaciário	41224,97	73826,82	1484,03
26	Covões e barroco de São Domingos	Manteigas	Glaciário	48829,56	76350,12	1121,96
27	Depósito de vertente de Mantegais	Manteigas	Glaciário	51886,35	81682,56	671,79
28	Depósitos aluvianares do Zêzere	Manteigas/Guarda	Petrológico	60028,4	80585,61	513,53
29	Depósitos sedimentares de Santiago / Maceira	Seia	Petrológico	34407,98	83019,69	418,89
30	Escarpa de falha da Barroca	Fornos de Algodres	Tectónico	55151,02	111127,69	560,9
31	Espinhaço de Cão	Manteigas	Glaciário	49342,55	77212,09	1171,87
32	Falha da Vilarica / Mantegais	Manteigas	Tectónico	46896,34	71687,53	1545,61
33	Falha de Jusbad / Penalva do Castelo	Fornos de Algodres	Tectónico	55560,29	112973,14	701,86

Figura 14 - Tabela de Atributos - Cotas Geossítios

A carta de localização com referência aos valores de cota dos geossítios pode ser consultada no Anexo 6, Carta 2 - Carta de localização dos geossítios com cotas (com base em AEG, 2016).

### 3.3.2 Cartas referentes à área de estudo

Uma vez produzidas as cartas gerais de localização e apresentação do território afeto ao Estrela Geopark, foi iniciada a elaboração das cartas temáticas referentes à área na qual foi aplicado o método usado na quantificação e classificação dos geossítios relativamente ao seu valor e vulnerabilidade, podendo a razão para a obtenção da amostra de geossítios ser consultada no capítulo 3.2.1.

Para auxiliar na seleção, foi executada a ferramenta “*buffer*” no ArcMap com um raio de cinco quilómetros e centro no geossítio mais próximo à Torre (“ID -77 - Planalto da Torre”), o que permitiu cobrir uma área bastante significativa e representativa quer dos vários concelhos que representam o PNSE quer dos fenómenos geológicos que pretendemos classificar e proteger.

Estando definida através do “*buffer*” a área em que será aplicada a metodologia de classificação dos geossítios, foi executada a ferramenta “*Clip*” para intercalar a *shapefile*

“Buffer5000.shp” com a “Geo\_Z.shp”, permitindo, com isso, disponibilizar ao utilizador todos os geossítios localizados na área do “buffer” e produzir uma nova “Tabela de Atributos” mais restrita e confinada à área de estudo (Figura 15), mantendo os aspetos de descrição já presentes nas tabelas gerais produzidas anteriormente. De salientar que as coordenadas referentes aos geossítios “ID1 - 1 - Cântaro Magro” e “ID1- 16 - Rua dos Mercadores” foram alteradas por as coordenadas disponibilizadas pela Associação Estrela Geopark não corresponderem às coordenadas verificadas no local com o GPS. Assim, as coordenadas dos respetivos geossítios passaram para ID1- 1 (x=45328,31; y=73281, 54; z= 1928) e ID1 - 16 (5329,58; 73267,99; Z = 1858).

clip\_5000

FID	Shape #	ID	Geossítio	Município	Tipo	POINT X	POINT Y	POINT Z	ID 1
0	Point ZM	12	Cântaro Magro	Manteigas	Glaciário	45328,31	73281,54	1928	1
1	Point ZM	14	Cascalheira do Alto da Pedrice	Covilhã	Glaciário	46673,64	69796,11	1557,915884	2
2	Point ZM	17	Covão Cimeiro	Manteigas	Glaciário	45515,72	73799	1613,024657	3
3	Point ZM	18	Covão d' Ametade	Manteigas	Glaciário	46289,58	73439,73	1437,793213	4
4	Point ZM	21	Covão da Albergaria	Manteigas	Glaciário	46777,32	73314,72	1369,988722	5
5	Point ZM	23	Covão do Boi	Covilhã	Petroológico	45037,04	72801,4	1842,18877	6
6	Point ZM	25	Covões de Loriga	Seia	Glaciário	41224,97	73826,82	1484,03081	7
7	Point ZM	32	Falha da Vilarça / Manteigas	Manteigas	Tectónico	46896,34	71687,53	1545,608115	8
8	Point ZM	59	Moreias de Alforfa	Covilhã	Glaciário	46391,33	72208,54	1600,412984	9
9	Point ZM	63	Nave de Stoº António	Manteigas	Glaciário	47105,59	72482,39	1532,862793	10
10	Point ZM	64	Nave Mestre	Manteigas	Glaciário	46660,67	76952,32	1636,09369	11
11	Point ZM	72	Penha do Gato	Seia	Petroológico	39722,68	74869,33	1627,287949	12
12	Point ZM	76	Piornos	Covilhã	Glaciário	47111,3	71813,13	1565,192938	13
13	Point ZM	77	Planalto da Torre	Covilhã, Manteigas e Seia	Tectónico/Glaciário	44137,72	72624,95	1978,449333	14
14	Point ZM	79	Poi do Judeu	Manteigas	Glaciário	46626,2	72820,54	1590,62511	15
15	Point ZM	83	Rua dos Mercadores	Manteigas	Glaciário	5329,58	73267,99	1858	16
16	Point ZM	84	Salgadeiras	Seia	Glaciário	43904,6	74807,33	1841,114319	17
17	Point ZM	90	Vale glaciár de Loriga	Seia	Glaciário	39872,57	73875,72	1117,748266	18
18	Point ZM	93	Vale glaciár de Alforfa	Covilhã	Glaciário	46395,25	70937,64	1361,733259	19
19	Point ZM	94	Vale glaciár do Zêzere	Mantegas	Glaciário	47149,14	73068,75	1472,133583	20
20	Point ZM	95	Vale suspenso da Candeeira	Manteigas	Glaciário	46897,06	75161,72	1420,411536	21
21	Point ZM	100	Fraga Negra (Lagoa Comprida)	Seia	Glaciário	41725,67	77040,44	1592,391804	22

Figura 15 - Tabela de Atributos - Amostra de Geossítios

A Figura 16 ilustra de uma forma simplificada a localização dos geossítios, resultantes do processo descrito anteriormente.

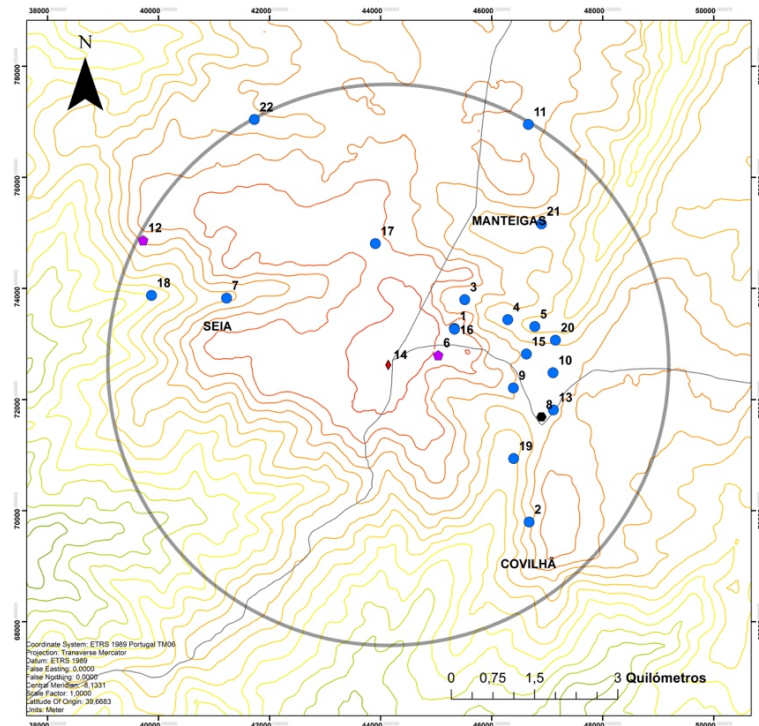


Figura 16 - Geossítio da área de estudo

As cartas referentes aos 22 geossítios selecionados podem ser consultadas no **Anexo 6**, já com as devidas alterações nos geossítios mencionados. **Carta 3 - Área de Estudo e Carta 4 - Área de Estudo Geossítios**.

### 3.3.3 Cartas de Valor e de Vulnerabilidade dos geossítios referentes à área de estudo

Definido o objetivo de realizar cartas de valor e vulnerabilidade dos geossítios referentes à área em estudo, foi necessário, em primeiro lugar, produzir um livro de folhas de cálculo em Excel com os critérios correspondentes à metodologia aplicada no presente trabalho discriminados individualmente (as tabelas podem ser consultadas no ficheiro Excel presente no CD, **Metodologia.xlsx** e na tabela dinâmica presente no **Anexo 5, Tabela Dinâmica de Valor e Vulnerabilidade**).

Após a atribuição de um valor a cada um dos critérios nas folhas de cálculo “Valor” e “Vulnerabilidade” e obtidos os resultados alusivos à classificação pretendida, foi necessário criar uma nova tabela (“**Tabela\_Dinâmica\_Valor\_Vuln**”) em que o campo “ID\_1” dos geossítios se apresenta disposto verticalmente, pois a correspondência de tabelas entre o Excel e o ArcMap a isso obriga.

Para concretizar o dinamismo pretendido entre as bases de dados elaboradas através dos dois programas, executou-se a ferramenta “*Joins and Relates*” presente no ArcMap, criando a correspondência entre o campo que ambas partilham, neste caso, o “ID\_1”, permitindo que, em qualquer momento, o valor atribuído pelo autor a cada um dos critérios possa ser revisto e alterado na tabela de Excel por qualquer utilizador de qualquer especialidade ao mesmo tempo que as tabelas de atributos presentes no ArcMap (Figura 17), são atualizadas de modo a gerar novas cartas de Valor e de Vulnerabilidade na tabela de atributos.

FID	Shape	ID	Geossítio	Município	Tipo	POINT X	POINT Y	POINT Z	ID 1	Valor Cien	Valor Educ	Valor Tur	Valor	Vulnerabil
0	Point ZM	12	Cântaro Magro	Manteigas	Glaciário	45328,31	73281,54	1928	1	57,5	60	83,75	67	53
1	Point ZM	14	Cascalheira do Alto da Pedrice	Covilhã	Glaciário	46673,64	69796,11	1557,915884	2	46,25	53,75	66,25	55	60
2	Point ZM	17	Covão Cimeiro	Manteigas	Glaciário	45515,72	73799	1613,024657	3	52,5	51,25	53,75	53	40
3	Point ZM	18	Covão d'Amelaide	Manteigas	Glaciário	46209,58	73439,73	1437,793213	4	65	57,5	86,25	70	66
4	Point ZM	21	Covão da Albergaria	Manteigas	Glaciário	46777,32	73314,72	1369,986722	5	46,25	33,75	48,75	43	45
5	Point ZM	23	Covão do Boi	Covilhã	Petrológico	45037,04	72801,4	1842,18877	6	57,5	60	73,75	64	38
6	Point ZM	25	Covões de Loriga	Seia	Glaciário	41224,97	73826,82	1484,03081	7	62,5	52,5	78,75	65	54
7	Point ZM	32	Falha da Vilarça / Manteigas	Manteigas	Tectónico	46896,34	71687,53	1545,608115	8	46,25	55	56,25	53	43
8	Point ZM	59	Moreias de Alforna	Covilhã	Glaciário	46391,33	72208,54	1600,412984	9	62,5	47,5	53,75	55	40
9	Point ZM	63	Nave de Stoº António	Manteigas	Glaciário	47105,59	72482,39	1532,862793	10	67,5	65	95	76	38
10	Point ZM	64	Nave Mestre	Manteigas	Glaciário	46860,67	78952,32	1636,09369	11	55	41,25	63,75	53	35
11	Point ZM	72	Penha do Gato	Seia	Petrológico	39722,68	74869,33	1627,287949	12	53,75	41,25	51,25	49	30
12	Point ZM	76	Piornos	Covilhã	Glaciário	47111,3	71613,13	1565,192938	13	67,5	65	97,5	77	43
13	Point ZM	77	Planato da Torre	Covilhã, Manteigas e Seia	Tectónico/Glaciário	44137,72	72624,95	1978,449333	14	60	70	88,75	73	58
14	Point ZM	79	Polo do Judeu	Manteigas	Glaciário	46626,2	72820,54	1590,62511	15	61,25	48,75	53,75	55	36
15	Point ZM	83	Rua dos Mercadores	Manteigas	Glaciário	5329,58	73267,99	1858	16	57,5	65	61,25	61	53
16	Point ZM	84	Salgadeiras	Seia	Glaciário	43904,6	74807,33	1841,114319	17	60	47,5	66,25	58	39
17	Point ZM	90	Vale glacier de Loriga	Seia	Glaciário	39872,57	73875,72	1117,748266	18	52,5	48,75	71,25	58	45
18	Point ZM	93	Vale glacier de Alforna	Covilhã	Glaciário	46395,25	70937,64	1361,733259	19	52,5	56,25	68,75	59	39
19	Point ZM	94	Vale glacier do Zêzere	Manteigas	Glaciário	47149,14	73068,75	1472,133583	20	72,5	67,5	100	80	39
20	Point ZM	95	Vale suspenso de Candeeira	Manteigas	Glaciário	46897,06	75161,72	1420,411536	21	60	48,75	63,75	58	30
21	Point ZM	100	Fraça Negra (Lagoa Comenda)	Seia	Glaciário	41725,67	77040,44	1562,391604	22	41,25	52,5	63,75	53	45

Figura 17 - Tabela de Atributos - Valor e Vulnerabilidade de Geossítios

Com os novos campos Valor e Vulnerabilidade na tabela de atributos da *shapefile* “Área de Estudo Geossítios.shp”, foram produzidas as respetivas cartas de Valor e Vulnerabilidade, que podem ser consultadas no Anexo 7, Carta de Valor dos Geossítios e em Carta de Vulnerabilidade dos Geossítios. A Figura 18 ilustra um esboço correspondente à Carta de Valor de Geossítios.

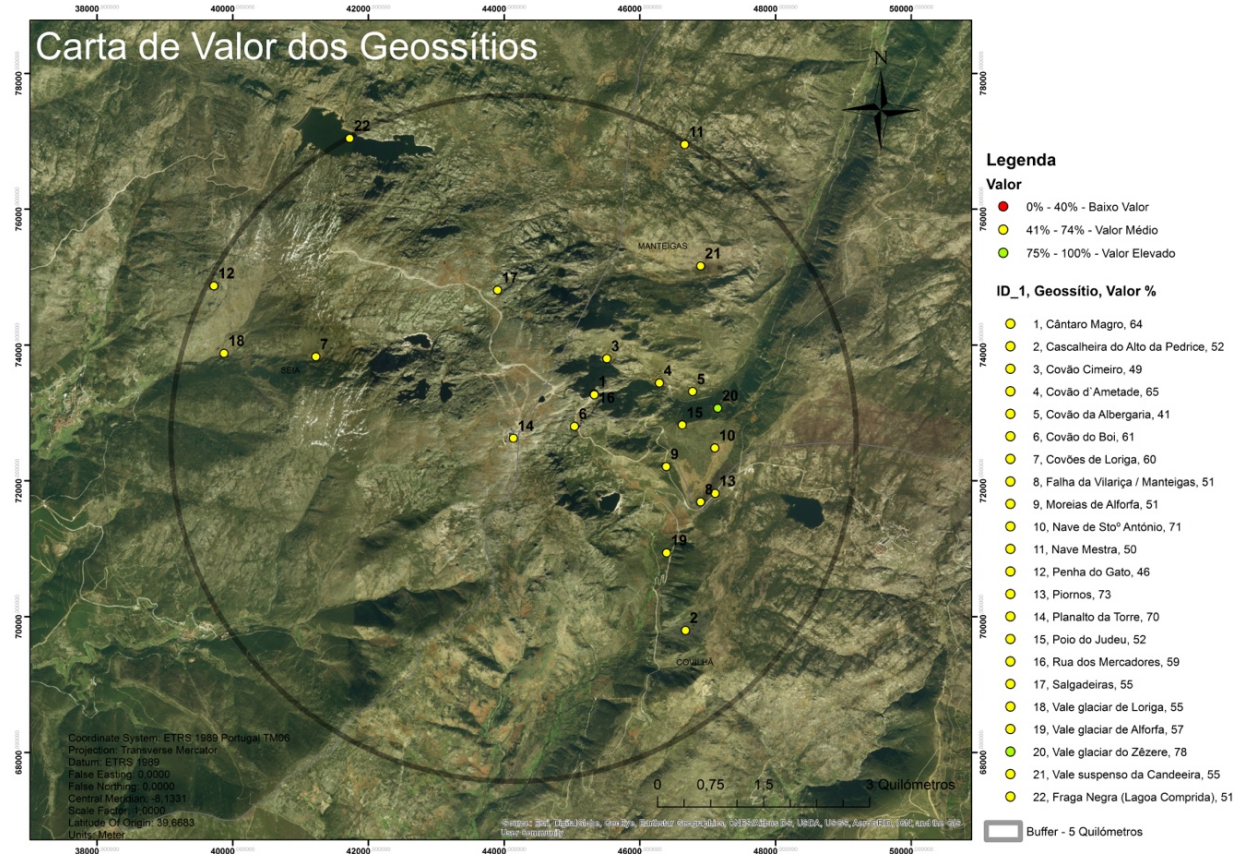


Figura 18 - Esboço de carta de Valor

### 3.3.4 Cartas de Percursos Interpretativos

Para possibilitar a elaboração de cartas relativas aos percursos interpretativos, foi consultada a base de dados “Wikiloc”, que disponibiliza informação geográfica referente aos trilhos mais conhecidos do PNSE, assim como do resto do país.

Após serem seleccionados aqueles que melhor se enquadram com o presente trabalho e área de estudo, foram descarregadas da plataforma *online* as coordenadas GPS de cada um deles, no formato \*.gpx. O sítio de onde cada um dos ficheiros foi descarregado assim como a carta na qual a sua informação geográfica foi utilizada, podem ser consultados na Tabela 10.

Tabela 10 - Coordenadas GPS dos percursos interpretativos

<b>Coordenadas GPS (ficheiro)</b>	<b>Fonte</b>	<b>Carta</b>
rota-das-6-lagoas.gpx	<a href="https://pt.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=13455381">https://pt.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=13455381</a>	Percurso 1 - 6 Lagoas
rota-caldas-manteigas-torre-parque-natural.da.serra.da.es.gpx	<a href="https://pt.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=11000220">https://pt.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=11000220</a>	Percurso 2 - Torre - Manteigas
senda-dos-pastores-serra-da-estrela.gpx	<a href="https://pt.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=1835361">https://pt.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=1835361</a>	Percurso 3 - Senda dos Pastores
serra-da-estrela-circular-do-cantaro-gordo.gpx	<a href="https://pt.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=8223118">https://pt.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=8223118</a>	Percurso 4 - Circular dos Cântaros

A ferramenta “GPX To features” presente no ArcMap possibilitou a conversão das coordenadas GPS dos ficheiros \*.gpx para uma “Feature Class” de pontos, com as respetivas coordenadas associadas, assim como correspondente altimetria.

Tendo como finalidade a criação de cartas representativas dos percursos descarregados na plataforma “Wikiloc”, foi criada uma “Geodatabase” no ArcMap com a designação “Trilhos.mdb” (Tabela 11), que permitiu a criação de “Feature Classes” do tipo linha, posteriormente utilizadas para unir cada um dos pontos recolhidos pelo GPS, delineando os trilhos pretendidos (Figura 19).

Tabela 11 - Geodatabase dos Percursos Interpretativos

<b>Geodatabase (Trilhos.mdb)</b>			
<i>Feature Classes:</i>	Sistema de Coordenadas	Tipo	Descrição
Percurso1	ETRS 1989 Portugal TM06	Linha	Percurso das 6 Lagoas
Percurso2	ETRS 1989 Portugal TM06	Linha	Percurso - Torre / Manteigas
Percurso3	ETRS 1989 Portugal TM06	Linha	Percurso - Senda dos Pastores
Percurso4	ETRS 1989 Portugal TM06	Linha	Percurso - Circular dos Cântaros

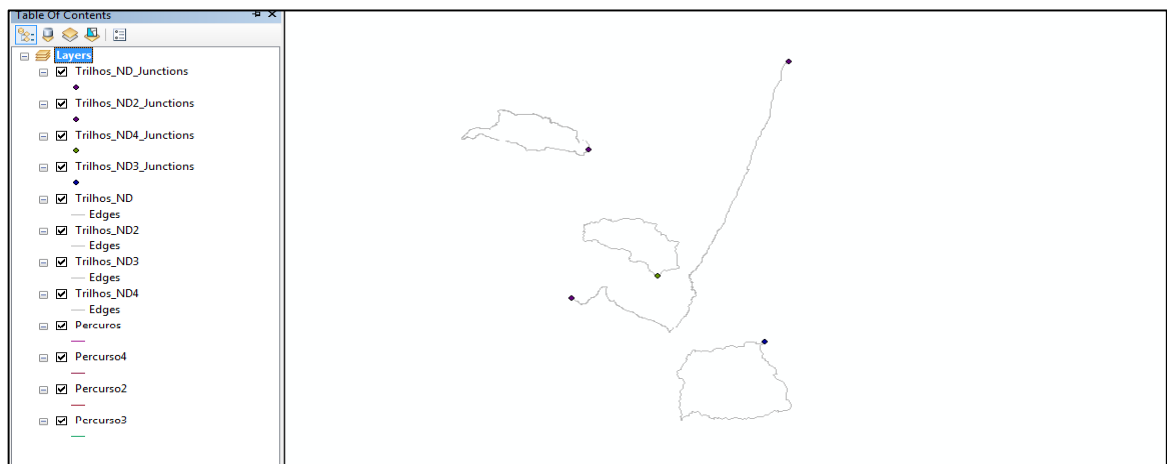


Figura 19 - Geodatabase (Trilhos.mdb)

Após os trilhos estarem devidamente traçados e com o auxílio da ferramenta “*Network Analyst*”, foram definidas as paragens “*Stops*” e o trilho “*Route*”, o que permitiu calcular as distâncias acumuladas entre cada paragem e definir os pontos de interesse em cada um dos percursos interpretativos.

As cartas referentes aos percursos interpretativos podem ser consultadas no Anexo 8, Percurso 1 - 6 Lagoas, Percurso 2 - Torre - Manteigas, Percurso 3 - Senda dos Pastores e Percurso 4 - Circular dos Cântaros.

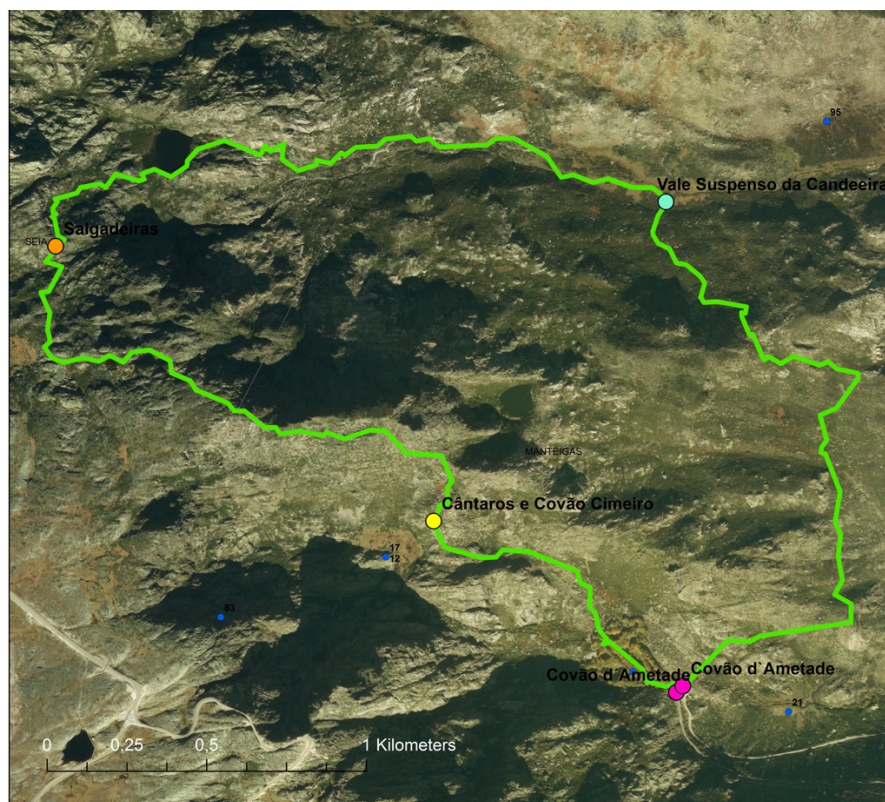


Figura 20 - Esboço do percurso - "Circular dos Cântaros"



## 4 - Resultados e Conclusões

Os resultados aferidos vêm validar a aplicabilidade das ferramentas SIG para mensurar, com as restrições naturais, o valor e a vulnerabilidade do património geológico e geomorfológico presente no território afeto ao PNSE, viabilizando uma priorização de intervenção baseada em critérios tangíveis e claramente definidos.

A aplicação da metodologia proposta e respetiva elaboração das cartas de Valor e Vulnerabilidade permitiu a identificação dos geossítios com maior potencial científico, educacional e turístico.

Tabela 12 - Tabela representativa do Valor científico dos geossítios

Valor Científico (0-100%)	Geossítio	ID_1
70%	Vale Glaciar do Zêzere	20
63%	Covão d'Ametade	4
63%	Piornos (Vista)	13
63%	Nave de Santo António	10
60%	Moreias de Alforfa	9
60%	Poio do Judeu	15
58%	Covões de Loriga	7
58%	Planalto da Torre	14
58%	Salgadeiras	17
58%	Vale Suspenso da Candeeira	21
55%	Cântaro Magro	1
55%	Covão do Boi	6
55%	Rua dos Mercadores	16
53%	Nave Mestra	11
53%	Penha do Gato	12
50%	Covão Cimeiro	3
50%	Vale Glaciar de Loriga	18
50%	Vale Glaciar de Alforfa	19
45%	Covão da Albergaria	5
45%	Falha da Vilariça / Manteigas	8
44%	Cascalheira do Alto da Pedrice	2
40%	Fraga Negra (Lagoa Comprida)	22

Embora estabelecer uma ordem de valor (de qualquer ordem) implique invariavelmente subjetividade e dependa do critério e da ponderação aplicados por quem faz a avaliação, neste caso, e com a aplicação do método, os geossítios identificados com maior valor científico são:

1. ID\_1 - 20 - Vale Glaciar do Zêzere
2. ID\_1 - 10 - Nave de Santo António; ID\_1 - 13 - Piornos (vista); ID\_1 - 4 - Covão d'Ametade
3. ID\_1 - 9 - Moreias de Alforfa; ID\_1 - 15 - Poio do Judeu

De salientar a proximidade de valor científico entre quase todos os geossítios, pois, com exceção do geossítio “ID\_1 - 8 - Falha Vilariza - Manteigas”, todos são vestígios da última glaciação e enquadram-se na mesma categoria temática.

Tabela 13 - Tabela representativa do valor educacional dos geossítios

Valor Educacional (0-100%)	Geossítio	ID_1
73%	Planalto da Torre	14
70%	Vale Glaciar do Zêzere	20
70%	Nave de Santo António	10
70%	Piornos (Vista)	13
68%	Rua dos Mercadores	16
65%	Cântaro Magro	1
65%	Covão do Boi	6
60%	Covão d’Ametade	4
59%	Vale Glaciar de Alforfa	19
59%	Cascalheira do Alto da Pedrice	2
58%	Covões de Loriga	7
57%	Falha da Vilariza / Manteigas	8
54%	Fraga Negra (Lagoa Comprida)	22
54%	Covão Cimeiro	3
52%	Vale Glaciar de Loriga	18
52%	Vale Suspenso da Candeeira	21
50%	Salgadeiras	17
50%	Moreias de Alforfa	9
50%	Poio do Judeu	15
43%	Nave Mestra	11
43%	Penha do Gato	12
35%	Covão da Albergaria	5

Embora os critérios correspondentes ao conteúdo didático e, principalmente, à acessibilidade terem pesos significativos no cálculo do valor educacional, os geossítios com alto potencial educativo seguem na mesma linha de classificação em comparação com a Tabela 12 embora a logística necessária a uma visita por alunos poder representar um entrave importante.

1. ID\_1 - 14 - Planalto da Torre
2. ID\_1 - 20 - Vale Glaciar do Zêzere; ID\_1 - 10 - Nave de Santo António; ID\_1 - 13 - Piornos (Vista)
3. ID\_1 - 16 - Rua dos Mercadores

Ao analisar a Tabela 13, é possível constatar que os geossítios “ID\_1 - 20 - Vale Glaciar do Zêzere” e “ID\_1 - 10 - Nave de Santo António” repetem os lugares de topo bem como o

geossítio “ID1\_13 - Piornos (Vista)”, que mantém igualmente um lugar cimeiro na classificação de valor educacional.

Tabela 14 - Tabela representativa do valor turístico dos geossítios

Valor Turístico (0-100%)	Geossítio	ID_1
93%	Vale Glaciar do Zêzere	20
85%	Piornos (Vista)	13
81%	Planalto da Torre	14
80%	Nave de Santo António	10
74%	Covão d’Ametade	4
71%	Cântaro Magro	1
66%	Covões de Loriga	7
64%	Covão do Boi	6
64%	Vale Glaciar de Loriga	18
61%	Vale Glaciar de Alforfa	19
59%	Fraga Negra (Lagoa Comprida)	22
56%	Salgadeiras	17
56%	Vale Suspenso da Candeeira	21
54%	Cascalheira do Alto da Pedrice	2
54%	Nave Mestra	11
54%	Rua dos Mercadores	16
51%	Falha da Vilarça / Manteigas	8
46%	Poio do Judeu	15
44%	Covão Cimeiro	3
44%	Covão da Albergaria	5
44%	Moreias de Alforfa	9
44%	Penha do Gato	12

Analisando a Tabela 14 referente ao potencial turístico dos geossítios estudados, verifica-se que a quase totalidade evidencia valores elevados, o que poderá justificar um investimento em concordância por parte dos órgãos responsáveis.

Mais uma vez, o geossítio “ID\_1 - 20 - Vale Glaciar do Zêzere” apresenta a nota de maior valor, muito devido a ser um fenómeno único no território nacional e raro em termos europeus e mundiais. Critérios como o estado de conservação, a diversidade geológica do geossítio e as condições de observação também desempenham um papel importante na classificação relativa ao valor turístico de cada geossítio.

1. D\_1 - 20 - Vale Glaciar do Zêzere
2. ID\_1 - 13 - Piornos (Vista)
3. ID\_1 - 14 - Planalto da Torre

Tabela 15 - Quantificação de Valor dos geossítios

Valor (0-100%)	Geossítio	ID_1
78%	Vale Glaciar do Zêzere	20
73%	Piornos (Vista)	13
71%	Nave de Santo António	10
70%	Planalto da Torre	14
65%	Covão d’Ametade	4
64%	Cântaro Magro	1
61%	Covão do Boi	6
60%	Covões de Loriga	7
59%	Rua dos Mercadores	16
57%	Vale Glaciar de Alforfa	19
55%	Salgadeiras	17
55%	Vale Glaciar de Loriga	18
55%	Vale Suspenso da Candeeira	21
52%	Cascalheira do Alto da Pedrice	2
52%	Poio do Judeu	15
51%	Falha da Vilarça / Manteigas	8
51%	Moreias de Alforfa	9
51%	Fraga Negra (Lagoa Comprida)	22
50%	Nave Mestra	11
49%	Covão Cimeiro	3
46%	Penha do Gato	12
41%	Covão da Albergaria	5

Em razão de a quantificação de valor dos geossítios ser calculada com base nos valores descritos anteriormente (Valor Científico, Educacional e Turístico), as posições ocupadas por cada um deles segue a mesma linha de coerência.

É de salientar a classificação de valor elevada obtida somente pelo primeiro classificado em relação aos restantes geossítios da tabela, que apresentam uma classificação de valor moderada.

A Tabela 14, referente ao valor turístico dos geossítios, apresenta a mesma ordem de classificação nos lugares cimeiros que a Tabela 15, referente à quantificação de Valor dos mesmos, o que novamente demonstra e salienta o enorme potencial da região em estudo como destino turístico.

$$V_{\text{Geossítio}} = ((\sum V_{\text{Científico}} * \text{Peso}) + (\sum V_{\text{Educativo}} * \text{Peso}) + (\sum V_{\text{Turístico}})) / 3$$

Somente o geossítio “ID\_1 - 20 - Vale Glaciar do Zêzere” cumpre os critérios para ser classificado como geossítio de relevância nacional e internacional, pois possui uma

classificação de **Raridade**  $\geq 2$ , **Conhecimento científico** = 4, **Local-Tipo**  $\geq 2$ , **Estado de conservação** = 4, **Diversidade geológica**  $\geq 2$ , **Estado de conservação** = 4 e **Condições de observação** = 4.

A Tabela 16 expressa a ordem de vulnerabilidade dos geossítios existentes na área de estudo. Ao atribuir o valor a cada critério de vulnerabilidade, considerou-se a influência da maior ou menor exposição dos aspetos geológicos à atividade humana, como, por exemplo, a prática de escalada no Cântaro Magro, a construção de barragens, como a barragem do Covão do Meio (um dos Covões de Loriga), os destinos mais utilizados para efeitos de excursões, caminhadas e outras atividades lúdicas, como o Covão d’Ametade, o Covão do Boi ou a Nave de Santo António e ainda o risco de incêndio, flagelo que periodicamente vai afetando a conservação do património natural e geológico, como sucedeu na Cascalheira do Alto da Pedrice.

Tabela 16 - Quantificação de vulnerabilidade dos geossítios

Vulnerabilidade (0-100%)	Geossítio	ID_1
66%	Covão d’Ametade	4
60%	Cascalheira do Alto da Pedrice	2
58%	Planalto da Torre	14
54%	Covões de Loriga	7
53%	Cântaro Magro	1
53%	Rua dos Mercadores	16
45%	Covão da Albergaria	5
45%	Vale Glaciar de Loriga	18
45%	Fraga Negra (Lagoa Comprida)	22
43%	Falha da Vilariça / Manteigas	8
43%	Piornos (Vista)	13
40%	Covão Cimeiro	3
40%	Moreias de Alforfa	9
39%	Salgadeiras	17
39%	Vale Glaciar de Alforfa	19
39%	Vale Glaciar do Zêzere	20
38%	Covão do Boi	6
38%	Nave de Santo António	10
36%	Poio do Judeu	15
35%	Nave Mestra	11
30%	Penha do Gato	12
30%	Vale Suspenso da Candeeira	21

Ao analisarmos a Tabela 16 relativa à ordem de vulnerabilidade dos geossítios, podemos concluir que todos os geossítios têm uma classificação de vulnerabilidade moderada. Os

geossítios mais expostos à intervenção antrópica revelam índices de vulnerabilidade mais elevados, como, por exemplo, os Covões de Loriga (Covão do Meio), com a construção de uma barragem, ou os geossítios em que o regime de proteção dos solos não foi suficientemente restritivo, caso do Planalto da Torre, onde as construções de infraestruturas de apoio incluíram estabelecimentos de comércio e restauração. No caso do Covão d’Ametade, as infraestruturas de apoio construídas têm como objetivo receber excursões ou qualquer tipo de visitantes interessados no património natural e geológico do local, mas acabam por produzir um impacto ambiental e paisagístico negativo, dado que os organismos responsáveis pela sua manutenção não têm cumprido o seu dever, contribuindo para a pegada ecológica no local. O caso da Cascalheira do Alto da Pedrice está diretamente relacionado com o flagelo dos incêndios, que influenciou drasticamente os aspetos intrínsecos do geossítio, tornando-o mais frágil e suscetível à degradação.

$$V = \sum (\text{Critério} * \text{Ponderação de Vulnerabilidade})$$

Tabela 17 - Dados estatísticos dos resultados

<b>Dados estatísticos</b>		
	<b>Valor</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
<b>Média</b>	57,5%	44%
<b>Máximo</b>	78%	66%
<b>Mínimo</b>	41%	30%
<b>Moda</b>	52%	45%
<b>Desvio Padrão</b>	8%	7,52%

A análise estatística das classificações de valor e vulnerabilidade (Tabela 17) obtidas pelos geossítios demonstram que, em média, os geossítios referentes à área de estudo possuem uma classificação de valor de 57,5%, o que corresponde a um valor moderado, e 44% de vulnerabilidade, correspondente a vulnerabilidade moderada. O geossítio com maior valor possui uma classificação de 78%, “ID\_1 - 20 - Vale Glaciar do Zêzere”, enquanto no lado oposto da tabela se apresenta o “ID\_1 - 5 - Covão da Albergaria”, com 41% de valor. Segundo o método aplicado, o geossítio mais vulnerável é o “ID\_1 - 4 - Covão d’Ametade” e o menos vulnerável, o “ID\_1 - 21 - Vale Suspenso da Candeeira” e o “ID\_1 - 12 - Penha do Gato”. Os desvios padrão do valor e da vulnerabilidade são bastante similares, o que representa uma distribuição algo similar entre os dois parâmetros, com o valor de vulnerabilidade mais repetido sendo 45%,

enquanto o de valor é 52 %. A distribuição da quantificação de valor e vulnerabilidade pode ser consultada de forma gráfica na Figura 21.

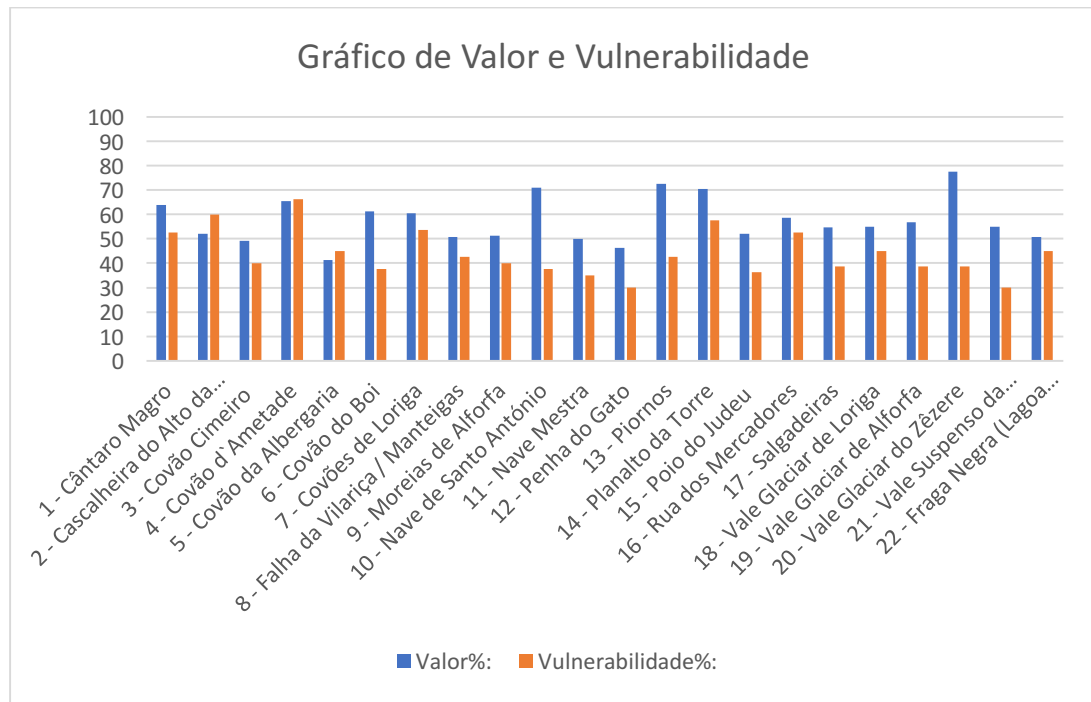


Figura 21 - Gráfico de Valor e Vulnerabilidade dos geossítios

Como principais conclusões, salientam-se os seguintes aspetos:

- I. Foram seleccionados e inventariados vinte e dois geossítios.
- II. Dos vinte e dois geossítios, somente um obteve classificação de valor elevada e classificação de geossítio de relevância nacional e internacional, “ID\_1 - 20 - Vale Glaciar do Zêzere”, sendo que o restante foi classificado como sendo de valor moderado e de relevância nacional.
- III. Todos os vinte e dois geossítios obtiveram classificações moderadas de vulnerabilidade, embora os geossítios “ID\_1 - 2 - Cascalheira do Alto da Pedrice” e “ID\_1 - 4 - Covão d’Ametade” tenham classificações de vulnerabilidade já bastante próximas da vulnerabilidade elevada ( $\geq 75\%$ ).
- IV. Foram propostos quatro percursos interpretativos, com o objetivo de valorizar e divulgar o riquíssimo património natural e geológico da região e proporcionar uma experiência lúdica e educativa única para quem queira visitar o maciço central da Serra da Estrela.
- V. Devem ser adotadas medidas de proteção mais efetivas e legislação mais restritiva que assegurem a minimização da perda de património natural e geológico.



# Bibliografia

AEG (2016) - “Estrela Aspiring Geopark, Associação Geopark Estrela” (Documento interno).

AEG (2016a). Projeto. Aspiring Geopark Estrela. 18p. Estrela Aspiring Geopark, Associação Geopark Estrela (Documento interno).

Azman, N.; Halim, A.; Liu, O.; Saidin, S.; Komoo, I. (2010) - “Public Education in Heritage Conservation for Geopark Community”

Brilha, J. (2005) - “Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica.”, Palimage Editores, Viseu

Brilha, J. (2010) - “Enquadramento legal de suporte à proteção do património geológico em Portugal”. In J.M. Cotelo Neiva, J. Ribeiro, A. Victor, M. Noronha, F. Ramalho, M (Edts.). - Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e a sua História. Associação Portuguesa de Geólogos, Volume II.

Brilha, J. e Pereira, D. - (2014). “Património geológico de Portugal como base para ações de conservação da natureza e ordenamento do território”, IX CNG/2º CoGePLiP, Porto 2014.

Cadina, J. (2011) - <http://planeamentoterritorial.blogspot.pt/2011/01/utilizacao-dos-sig-na-analise-da.html> - [acesso: 10-fev-2017]

CISE (2017) - <http://www.cise.pt/pt/index.php/serra-da-estrela/parque-natural> - [acesso: 6 - jan - 2017].

Cotelo Neiva *et al.* (2010) - “Enquadramento legal de suporte à proteção do património geológico em Portugal”. In - Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e a sua História. Associação Portuguesa de Geólogos, Volume II

Daveau, S. (1971) - “La glaciation de la Serra da Estrela.” Finisterra, 6 (11), pp. 5-40.

Daveau, S.; Ferreira, A. B.; Ferreira, N.; Vieira, G. (1997) - “Novas observações sobre a glaciação da Serra da Estrela. Estudos do Quaternário”, 1, pp. 41-51.

Dowling, R. K., & Newsome, D. (Eds.). (2006) - “Geotourism: Sustainability, impacts and management”, Oxford, UK: Elsevier/Heineman Publishers.

Dowling, R. K. (2009) - "Geotourism's contribution to local and regional development", in C. de Carvalho & J. Rodrigues (Eds.), *Geotourism and local development* (pp. 15-37). Idanha-a-Nova, Portugal: Câmara Municipal de Idanha-a-Nova.

DL 42-A (2016) - DL n.º 42-A/2016, de 12 de Agosto: FUNDO AMBIENTAL

DL 557 (1976) - Decreto-Lei 557/76, de 16 de julho: Cria o Parque Natural da Serra da Estrela Estevão *et al.* (2010) - "O Património Geológico em Áreas Protegidas no Maciço Ibérico: Inventariação de Geossítios baseada em pesquisa bibliográfica". Diss. Mestrado. Universidade do Minho, 154 pp.

García-Cortés, A., Carcavilla, L. (2009) - "Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)".

Geoparques, D (2009) - "O Geoturismo como estratégia de valorização territorial em contextos educativos: o caso de Arouca Geopark."

Gray, M. (2005) - "Geodiversity & Geoconservation". THE GEORGE WRIGHT FORUM, volume 22, nº3.

Gray, M. (2011) - "Other nature: Geodiversity and geosystem services. *Environmental Conservation*", 38(3), p. 271-274.

Geological Society Publications (2017) - <http://sp.lyellcollection.org/content/300/1/1> - [acesso: 11-set-2017]

ICNF (2008) - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas "PARQUE NATURAL DA SERRA DA ESTRELA PLANO DE ORDENAMENTO RELATÓRIO AMBIENTAL".

INE (2016) - "Estatísticas do Turismo 2015", estatísticas oficiais edição 2016; p. 24, p. 33

Jonathan, G.; Badman, T.; McKeever, J. (2013) - "The progress and future of geoconservation at a global level" - The Geologists' Association - Proceedings of the Geologists' Association

L58 (2007) Lei n.º 58/2007, de 04 de Setembro: PROGRAMA NACIONAL DA POLÍTICA DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Magalhães, M., (2013) - *Estrutura Ecológica Nacional "Uma proposta de delimitação e regulamentação"*, ISAPress.

Newsome, D.; Dowling, R. (Eds.). (2006) - "Geotourism: Sustainability, impacts and management". Oxford, UK: Elsevier/Heineman Publishers.

Newsome, D.; Dowling, R. (Eds.). (2010) - "Geotourism: The tourism of geology and landscape". Oxford, UK: Goodfellow Publishers.

Newsome, D.; Dowling, R.; Leung, Y. (2012) - "The nature and management of geotourism: A case study of two established iconic geotourism destinations"

Parque Natural (2002) - Sítio da Rede Natura 2000 "Serra da Estrela", Adaptado do Sistema de Informação do Património Natural (SIPNAT).

Pereira, D.; Pereira, P.; Alves, M. I. C.; Brilha, J. (2006) - "Inventariação temática do património geomorfológico português". Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, 3: pp. 155-160.

Pereira *et al.* (2007) - Avaliação do Património Geomorfológico: proposta de metodologia. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Pereira, D. (2013) - "Estrutura Ecológica Nacional - Conceitos e Delimitação: O subsistema da EEN - Geossítios", Conferência Internacional Estrutura Ecológica Nacional - Conceitos e Delimitação.

Roger, C. (2014) - "Promoting geodiversity: Learning lessons from biodiversity".

SHARPLES, C. (2002) - "Concepts and principles of geoconservation". Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service website

UNESCO (2005) - "Textos fundamentais da Convenção do Património Mundial de 1972".

UNESCO (2017a) - [http://www.europeangeoparks.org/?page\\_id=168](http://www.europeangeoparks.org/?page_id=168) - [acesso: 7-fev-2017].

UNESCO (2017b) - <http://www.unesco.org> - [acesso: 16-fev-2017].

Vieira G. (2004) - "Geomorfologia dos planaltos e altos vales da Serra da Estrela. Ambientes frios do Plistocénico Superior e dinâmica actual". Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa.

Vieira, G., Ferreira, N. (1999) - "Guia Geológico e Geomorfológico do Parque Natural da Serra da Estrela" - ICN - Instituto da Conservação da Natureza, Instituto Geológico Mineiro.

Vieira, G., e Ferreira, N. (1999a) - “Guia Geológico e Geomorfológico do Parque Natural da Serra da Estrela” - ICN - Instituto da Conservação da Natureza, Instituto Geológico Mineiro, p. 25.

Vieira, G. e Ferreira, N. (1999b) - “Guia Geológico e Geomorfológico do Parque Natural da Serra da Estrela” - ICN - Instituto da Conservação da Natureza, Instituto Geológico Mineiro, p. 38.

# Anexos



## **Anexo 1 - Painéis Informativos**



## **Anexo 2 - Fichas Técnicas**



## **Anexo 3 - Quantificação (metodologias consultadas)**



## **Anexo 4 - Carta Geológica Simplificada do PNSE**



## **Anexo 5 - Tabela dinâmica de Valor e Vulnerabilidade**



## **Anexo 6 - Cartas Temáticas**



## **Anexo 7 - Cartas de Valor e Vulnerabilidade**



## **Anexo 8 - Percursos Interpretativos**



## Glossário

**Dolerito** - O dolerito é uma espécie de granito e tem cor escura.

[Geolo.] - Dolerito é o nome de uma rocha ígnea, que faz parte de um conjunto que abrange outras rochas como o diorito, o monzonito, o sienito. É formada basicamente pelos minerais olivina, piroxena, apatite e magnetite.

**Moreia** - As moreias são vestígios glaciares, formadas por depósitos de sedimentos que foram depositados pela língua do glaciar devido à fusão do gelo. Em alguns casos, os sedimentos cobrem totalmente o glaciar (caso dos glaciares negros). Os sedimentos são mais densos na parte inferior do glaciar devido à menor espessura do gelo.

**Blocos erráticos** - Os blocos erráticos são blocos de grandes dimensões arrastados pelo glaciar e depositados ao longo do seu curso.

**Circo glaciário** - Depressão rochosa, em forma de bacia, de paredes com grande inclinação, situada a elevada altitude, mas abaixo das cristas superiores das montanhas onde se pode formar um nevado que frequentemente origina um glaciar - glaciar de circo ou pirenaico - ou um lago de montanha. A depressão pode ser formada por ação mecânica de um glaciar que já pode ter desaparecido.

**Geossítio** - É um lugar de particular interesse para o estudo da geologia, notável sob o ponto de vista científico, didático ou turístico, seja pela singularidade das suas formações geológicas, pela natureza mineral do subsolo, seja pelo seu valor paleontológico.

**Delphi (Método)** - O Método Delphi baseia-se num processo estruturado para a recolha e síntese de conhecimentos de um grupo de especialistas por meio de uma série de questionários, acompanhados de um *feedback* organizado de opiniões (Adler e Ziglio, 1996). Os questionários são apresentados sob a forma de um procedimento de consulta anónima e interativa por meio de inquéritos (postais e/ou *e-mail*).

**SIG** - (Sistema de Informação Geográfica), é um sistema de *software*, *hardware*, informação espacial, procedimentos computacionais e recursos humanos que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenómenos que nele ocorrem.

“Conjunto de procedimentos, manual ou automatizado, utilizados no sentido do armazenamento e manipulação de informação georreferenciada.” Aronoff (1989)

**Shapefile** - Uma *shapefile* é um formato simples e não topológico para armazenar a localização geométrica e atribuir informações de recursos geográficos. As características numa *shapefile* podem ser representadas por pontos, linhas ou polígonos (áreas). O espaço de trabalho que contenha *shapefiles* também pode ter tabelas que estão unidas aos recursos da *shapefile*.

**Select by Attributes** - Um dos métodos (ferramentas) que podem ser utilizados para selecionar informação numa camada, usando uma consulta de atributos da tabela, através de uma expressão SQL.

**Layer** - Uma *layer* (camada) é um mecanismo usado para exibir conjuntos de dados geográficos em *software* SIG (ArcMap, ArcGlobe e ArcScene). Cada camada faz referência a um conjunto de dados e especifica como esse conjunto de dados é representado através de símbolos e rótulos de texto.

**Data frame** - É um elemento (“quadro de dados”) da interface do ArcMap que exibe um conjunto de camadas elaboradas em ordem específica para uma extensão do mapa e projeção específica. Normalmente, as camadas pertencentes ao “*data frame*” representam informações geográficas semelhantes ou relacionadas, encontrando-se aí inseridas como arquivos numa pasta.

**Export data** - *Export data* (exportar dados) é uma ferramenta do ArcMap que permite partilhar dados em diversas bases de dados geográficos; opcionalmente, é possível alterar o formato dos dados.

**Merge** - Ferramenta do ArcMap que permite combinar vários conjuntos de dados de entrada, do mesmo tipo de dados, num único conjunto de dados de saída. Esta ferramenta pode combinar informação característica de pontos, linhas ou polígonos.

**PNSE** - Parque Natural da Serra da Estrela.

**GeoTIFF** - Formato de ficheiro que permite armazenar um largo espectro de informações de georreferenciamento e de geocodificação, atendendo à necessidade de mapas digitais que utilizem tanto Sistemas de Coordenadas Geográficas (sem projeção cartográfica) como Sistemas de Coordenadas Projetadas (com projeção cartográfica).

**Hercínica** - Orogénese hercínica é um evento de formação de montanhas devido ao movimento das placas tectónicas sobre o manto terrestre (há cerca de 380 milhões de anos).

**Add xy** - Ferramenta do ArcMap que adiciona as coordenadas x e y aos pontos presentes na *layer*.

**Buffer** - Ferramenta do ArcMap que permite criar uma área com uma distância específica em torno dos elementos previamente adicionados ao projeto.

**Clip** - Ferramenta do ArcMap que permite intercalar a informação pretendida com o conjunto total de dados e separá-los numa nova *shapefile*.

**Leucogranito** - É uma rocha ígnea, de cor clara, de granito, quase sem nenhum mineral escuro.

**Pegmatito** - Rocha ígnea de grão grosseiro, em que o tamanho dos grãos (minerais) é igual ou superior a 20 mm.

**Granodioritos** - Rocha ígnea semelhante ao granito, mas que contém mais plagioclase do que feldspato alcalino.

**NUTS II** - NUTS é o acrónimo de “Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos”, sistema hierárquico de divisão do território em regiões.

Esta nomenclatura foi criada pelo Eurostat no início dos anos 1970, visando a harmonização das estatísticas dos vários países em termos de recolha, compilação e divulgação de estatísticas regionais. O NUTS II compreende a subdivisão do território em sete unidades territoriais distintas, (Norte, Centro, Área Metropolitana de Lisboa, Alentejo, Algarve, Região Autónoma dos Açores e Região Autónoma da Madeira).