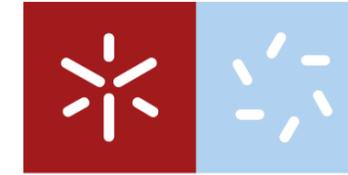




julho 2021



**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

José Pedro da Silva Neves

**Valorização da geodiversidade em percursos pedestres do Geoparque Litoral de Viana do Castelo**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Geociências – Ramo de Património Geológico e Geoconservação





**Universidade do Minho**

Escola de Ciências

José Pedro da Silva Neves

**Valorização da geodiversidade em percursos  
pedestres do Geoparque Litoral de Viana do Castelo**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Geociências – Ramo de Património Geológico  
e Geoconservação

Trabalho realizado sob a orientação de:

**Doutor Paulo Jorge Silva Pereira**

**Doutor Ricardo Jorge Ponte de Matos Carvalhido**

julho 2021

## DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos. Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição**  
**CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração. Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## STATEMENT OF INTEGRITY

I hereby declare having conducted this academic work with integrity. I confirm that I have not used plagiarism or any form of undue use of information or falsification of results along the process leading to its elaboration. I further declare that I have fully acknowledged the Code of Ethical Conduct of the University of Minho.

## Agradecimentos

Chegando ao fim de uma das etapas mais importantes da minha vida, não poderia deixar de agradecer a algumas das pessoas que estiverem ao meu lado e que me apoiaram ao longo deste percurso acadêmico.

À minha família por todo o apoio que me deram, e especialmente aos meus pais que sempre me ajudaram quando mais precisei. Sem eles, tanto a licenciatura como este mestrado não seriam possíveis.

Ao Exmo. Sr. Prof. Doutor Paulo Jorge Silva Pereira, do Departamento de Ciências da Terra da Escola de Ciências da Universidade do Minho, por me ter acompanhado não só ao longo desta tese de mestrado, como também em projetos anteriores e por ter sido uma pessoa com que eu soube que sempre podia contar para me ajudar.

Ao Exmo. Sr. Doutor Ricardo Jorge Ponte de Matos Carvalhido, por ter aceite ser meu coorientador e por me ter ajudado ao longo da tese.

Ao Exmo. Sr. Prof. Renato Henriques, do Departamento de Ciências da Terra da Escola de Ciências da Universidade do Minho por me fornecer todos os dados e me tirar dúvidas sempre que eu precisava.

À Câmara Municipal de Viana do Castelo, através do projeto Geoparque Litoral de Viana do Castelo, pela cedência de equipamento e dados indispensáveis à realização deste trabalho.

Aos meus amigos, com quem sempre pude contar e com os quais passei grande momentos que nunca esquecerei.

# Valorização da geodiversidade em percursos pedestres do Geoparque Litoral de Viana do Castelo

## Resumo

O Geoparque Litoral de Viana do Castelo abrange a totalidade do município de Viana do Castelo e é um projeto recente da autarquia com vista ao desenvolvimento sustentável local assente nos valores da geodiversidade e em estratégias de valorização do património natural e local do município.

Uma das ferramentas habituais em estratégias de valorização da geodiversidade em geoparques é o estabelecimento de uma rede de percursos pedestres de suporte ao turismo de natureza, nos quais se incorporam ferramentas de valorização dos elementos da geodiversidade local, num contexto de identidade com as restantes políticas dos geoparques.

No município de Viana do Castelo existe uma rede de percursos pedestres homologados e sinalizados anterior ao projeto Geoparque Litoral de Viana do Castelo e que, por isso, não contempla diretamente os valores principais da geodiversidade do município nem procura valorizar os 13 Monumentos Naturais Locais, entretanto classificados.

No sentido de valorizar a geodiversidade nos percursos pedestres existentes no Geoparque, neste trabalho selecionaram-se dois desses percursos, procurando-se estabelecer um modelo de valorização dos interesses geológicos existentes e identificando a relevância desses locais. Foram igualmente usadas algumas ferramentas tecnológicas para adicionar a essa valorização modelos alternativos de visita remota.

Da análise efetuada nos dois trilhos estudados, conclui-se que, tendo em conta o projeto Geoparque Litoral de Viana do Castelo, a rede de percursos existentes pode e deve ser atualizada e eventualmente redesenhada, de modo a incluir, de forma mais efetiva, os Monumentos Naturais Locais de Viana do Castelo, os quais são os sítios mais relevantes do concelho em termos de conservação da natureza.

Palavras chave: Geoparque, Viana do Castelo, costa, percursos pedestres, geodiversidade

Siglas: MNL: Monumento Natural Local

## Abstract

The Viana do Castelo Coastal Geopark covers the entire area of the Viana do Castelo county and is a recent project of the municipality in order to achieve local sustainable development based on geodiversity values and strategies to enhance the local and natural heritage of the municipality.

One of the usual tools in strategies for the valorization of geodiversity in geoparks is the establishment of a network of footpath trails to support nature tourism. These must incorporate tools for the valorization of elements of local geodiversity, following the identity of other policies of geoparks.

In the municipality of Viana do Castelo there is a network of approved and signposted walking trails previous to the Geopark Litoral de Viana do Castelo project. Therefore, these trails do not contemplate directly the main values of the geodiversity of the municipality nor seeks to enhance the 13 Local Natural Monuments, meanwhile classified.

In order to enhance the geodiversity in the existing walking trails in the Geopark, two of these trails were selected, to establish a model for valuing the existing geological interests and identifying the relevance of these sites. Some technological tools were also used to add to this valorization alternative models of remote visitation.

From the analysis carried out in the two studied trails, it can be concluded that, taking into account the Geopark Litoral de Viana do Castelo project, the existing trails network can and should be updated and eventually redesigned. That would be important to include in the trails, in a more effective way, the Viana do Castelo's Local Natural Monuments, which are the most relevant sites of the county in terms of nature conservation.

Keywords: Geopark, Viana do Castelo, coast, walking trails, geodiversity

Acronyms: MNL: Local Natural Monuments

# Índice de Conteúdos

<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Geoparque Litoral de Viana do Castelo</b> .....	<b>8</b>
2.1. Caracterização geomorfológica da região de Viana do Castelo .....	9
2.2. Morfologia granítica.....	16
2.3. Monumentos Naturais Locais de Viana do Castelo .....	24
2.3.1. Alcantilado de Montedor .....	51
2.3.2. Canto Marinho.....	53
2.3.3. Pedras Ruivas.....	54
2.3.4. Ínsuas do Lima.....	56
2.3.5. Ribeira de Anha .....	58
2.3.6. Pavimentos Graníticos da Gatenha .....	60
2.3.7. Cascatas do Poço Negro.....	63
2.3.8. Cascatas da Ferida Má.....	65
2.3.9. Penedo Furado do Monte da Meadela.....	67
2.3.10. Turfeiras das Chãs de Arga.....	68
2.3.11. Planalto Granítico das Chãs de Sta Luzia .....	69
2.3.12. Cristas Quartzíticas do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes .....	71
2.3.13. Dunas Trepadoras do Faro de Anha.....	73
<b>3. Valorização da geodiversidade em percursos pedestres no Geoparque Litoral Viana do Castelo</b> .....	<b>75</b>
<b>3.1. Metodologias</b> .....	<b>77</b>
<b>3.2. Trilho do Fojo do Lobo (PR3)</b> .....	<b>83</b>
3.2.1. Início do percurso PR3 .....	84
3.2.2. Afloramento de xisto 1.....	84
3.2.3. Casas na aldeia da Montaria.....	85
3.2.4. Afloramento de xisto 2.....	86
3.2.5. Moinhos da Costa .....	87
3.2.6. Esteios de granito .....	89
3.2.7. Afloramento de xisto 3.....	89
3.2.8. Ponto panorâmico para a Serra.....	90
3.2.9. Rodados na calçada.....	91
3.2.10. Tafone 1 .....	92
3.2.11. Bloco em equilíbrio .....	94

3.2.12. Pias 1 .....	95
3.2.13. Micro erosão diferencial .....	97
3.2.14. Pias 2 .....	97
3.2.15. Tafone 2 .....	99
3.2.16. Abrigo .....	99
3.2.17. Fojo do lobo .....	100
<b>3.3.1 Início do percurso PR4.....</b>	<b>103</b>
3.3.2. Encraves.....	105
3.3.3. Pseudoestratificação 1 .....	106
3.3.4. Alteração poligonal 1.....	107
3.3.5. Ranhuras e caneluras .....	108
3.3.6. Pias 1 .....	109
3.3.7. Pseudoestratificação 2 .....	110
3.3.8. Bolas graníticas .....	111
3.3.9. Pegmatito.....	112
3.3.10. Depósito de vertente .....	113
3.3.11. Pias 2 .....	114
3.3.12. Ponto panorâmico.....	116
3.3.13. Alteração poligonal 2.....	117
3.3.14. Relógio de sol de Pedrulhos.....	118
3.3.15. Moinho de Pedrulhos .....	119
3.3.16. Esteios em granito .....	120
3.3.17. Afloramento de Xisto .....	121
3.3.18. Moinhos de Trás-Âncora .....	121
3.3.19. Microdobras e filões .....	122
3.3.20. Moinhos de Espantar .....	123
3.3.21. Levada.....	124
3.3.22. Cascata da Ferida Má .....	125
<b>Conclusões .....</b>	<b>127</b>
<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>129</b>
Bibliografia .....	129
Websites .....	132

## Índice de figuras e tabelas

Figura 1. Representação esquemática da relação entre geossítio, património Geológico e geodiversidade. ....	3
Figura 2. Representação esquemática das estratégias associadas à geoconservação (Brilha e Carvalho, 2010)..	4
Figura 3. Logotipos das principais redes de geoparques a nível internacional: Rede Europeia de Geoparques, Rede Mundial de Geoparques e Programa Geoparques Mundiais da UNESCO. ....	6
Figura 4. Localização do concelho de Viana do Castelo no NW de Portugal (adaptado de <a href="http://www.cm-viana-castelo.pt/pt/praias">http://www.cm-viana-castelo.pt/pt/praias</a> ).....	8
Figura 5 Extrato de esboço morfológico do Minho Ocidental (Ferreira, 1983, 2004) .....	13
Figura 6 Carta Geomorfológica do Litoral Norte Minho-Neiva (Carvalhido, 2012) .....	14
Figura 7 Carta Geomorfológica do concelho de Viana do Castelo .....	15
Figura 8 Exemplos de megaformas do tipo bornhardt (medas e borrageiros) do modelado granítico no Parque Nacional da Peneda-Gerês: A - Meda da Penameda (Serra da Peneda); B - Meda da Rocalva (serra do Gerês); C - Borrageiro do Pé de Cabril (Serra do Gerês) (Pereira, 2010).....	16
Figura 9 Aspeto dos blocos graníticos arredondados no Monte de Santa Luzia.....	17
Figura 10 Geoformas graníticas de caráter acastelado no sector mais elevado da Serra de Arga. ....	17
Figura 11 Geoforma granítica do tipo nubbin, no sector norte do Monte de Santa Luzia.....	18
Figura 12 Bloco granítico com desenvolvimento de pias, vertente ocidental da Serra de Arga.....	19
Figura 13 Bloco granítico com desenvolvimento de ranhuras, na vertente ocidental da Serra de Arga. ....	20
Figura 14 Bloco granítico com desenvolvimento de tafone, na vertente ocidental da Serra de Arga. ....	21
Figura 15 Bloco granítico com pseudoestratificação, na vertente ocidental da Serra de Arga. ....	22
Figura 16 Aspeto da fracturação poligonal (“côdea de pão”) num bloco granítico, vertente ocidental da Serra de Arga. ....	23
Figura 17. Localização dos Monumentos Naturais Locais do concelho de Viana do Castelo. ....	24
Figura 18 Localização do MNL Alcantilado de Montedor (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016).....	51
Figura 19 MNL Alcantilado de Montedor .....	52
Figura 20 Localização do MNL Canto Marinho (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016) .	53
Figura 21 Pias salineiras identificadas no MNL do Canto Marinho.....	54
Figura 22 Localização do MNL das Pedras Ruvias (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016) .....	54
Figura 23 MNL das Pedras Ruvias - Praia Norte ( <a href="https://olharvianadocastelo.blogspot.com/2015/07/pedras-ruivas-praia-norte.html">https://olharvianadocastelo.blogspot.com/2015/07/pedras-ruivas-praia-norte.html</a> ) .....	56
Figura 24Localização do MNL das Ínsuas do Lima (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016) .....	56
Figura 25 MNL das Ínsuas do Lima ( <a href="http://www.garranos.pt/pt/pontos-de-interesse/insuas-do-lima">http://www.garranos.pt/pt/pontos-de-interesse/insuas-do-lima</a> ) .....	57
Figura 26 Localização do MNL da Ribeira de Anha (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016) .....	58
Figura 27 Marmita parcialmente erodida do MNL da Ribeira de Anha ( <a href="https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumentos-natural-da-ribeira-de-anha">https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumentos-natural-da-ribeira-de-anha</a> ) .....	59
Figura 28 Paisagem do MNL de Ribeira de Anha ( <a href="https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumento-natural-dos-pavimentos-graniticos-da-gatenha/">https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumento-natural-dos-pavimentos-graniticos-da-gatenha/</a> ) .....	60
Figura 29 Localização do MNL dos Pavimentos Graníticos da Gatenha (Diário da República, 2.ª série – N.º 18 – 25 de janeiro de 2018) .....	60

Figura 30 MNL dos Pavimentos Graníticos da Gatenha ( <a href="https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/rio-ancora-poco-negro-cascata-do-pincho-18889877#wp-18889882">https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/rio-ancora-poco-negro-cascata-do-pincho-18889877#wp-18889882</a> ).....	62
Figura 31 Localização do MNL das Cascatas do Poço Negro (Diário da República, 2.ª série — N.º 18 — 25 de janeiro de 2018).....	63
Figura 32 Poço Negro - Cascata do Pincho .....	64
Figura 33 Localização do MNL das Cascatas da Ferida Má (Diário da República, 2.ª série — N.º 18 — 25 de janeiro de.....	65
Figura 34 Cascatas da Ferida Má.....	66
Figura 35 Localização do MNL do Penedo Furado do Monte da Meadela (Diário da República, 2.ª série — N.º 18 — 25 de janeiro de 2018).....	67
Figura 36 Localização do MNL das Turfeiras das Chãs de Arga (Diário da República, 2.ª série — N.º 18 — 25 de janeiro de 2018).....	68
Figura 37 Chãs de Arga - Chã Grande ( <a href="http://parquesnaturais.360portugal.com/PP/SerraArga/Chao-Cizedas/">http://parquesnaturais.360portugal.com/PP/SerraArga/Chao-Cizedas/</a> ) .....	69
Figura 38 Localização do MNL do Planalto Granítico das Chãs de Sta Luzia (Diário da República, 2.ª série — N.º 18 — 25 de janeiro de 2018).....	69
Figura 39 Localização do MNL Cristas Quartzíticas do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes (Diário da República, 2.ª série — N.º 18 — 25 de janeiro de 2018).....	71
Figura 40 Localização do MNL das Dunas Trepadoras do Faro de Anha (Diário da República, 2.ª série — N.º 18 — 25 de janeiro de 2018).....	73
Figura 41 Trilhos pedestres homologados no concelho de Viana do Castelo ( <a href="http://cm-viana-castelo.pt">cm-viana-castelo.pt</a> )....	76
Figura 42. Equipamento fotográfico usado no trabalho: câmara fotográfica digital tipo Reflex, modelo 200D da Canon® e veículo aéreo não tripulado, modelo Mavic Air da DJI®.....	77
Figura 43. Aspeto da interface gráfica do software Quantum GIS® e da cartografia do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol) sobreposta à folha 40,41 54 e 55 da Carta Militar de Portugal na escala 1/25000, versão digital matricial. ....	78
Figura 44 Exemplo do projeto da carta geomorfológica do concelho.....	79
Figura 45. Aspeto da interface gráfica do software PhotoScan Professional da AgiSoft® na construção de um modelo 3D de um bloco granítico com pias, situado no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). Os polígonos a azul representam as posições a partir das quais as fotografias foram obtidas.....	79
Figura 46. Equipamento de captação e gravação de vídeo a 360º usado no trabalho: modelo ONE X da Insta360®.....	80
Figura 47. Aspeto da interface gráfica do software Studio 2020 da Insta360® para a renderização do vídeo captado com a câmara ONE X. ....	81
Figura 48. Aspeto da interface gráfica do software de edição de vídeo Premiere Pro 2020 da Adobe®, com introdução de conteúdos escritos e em áudio ao longo do vídeo. ....	81
Figura 49. Aspeto da interface gráfica do software Photoshop CC da Adobe® com a elaboração de proposta de panfleto do percurso PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	82
Figura 50. Traçado do percurso pedestre PR3 (Trilho do Fojo do Lobo), com início e fim na aldeia da Montaria. ....	83
Figura 51. Painel de início dos percursos pedestres PR1, PR2, PR3 e PR5, situado na aldeia da Montaria. ....	84
Figura 52. Afloramento de xistos com elevado grau de alteração na lateral de um caminho rural, na aldeia da Montaria. ....	85
Figura 53. Casa na aldeia da Montaria, com paredes construídas com blocos de granito e pequenos pedaços de xisto (pormenor na fotografia da direita).....	86
Figura 54. Rua na aldeia da Montaria, com afloramento de xistos em ambas as bermas. ....	87
Figura 55. Moinhos da Costa, contruídos em granito e xisto (não operacionais), junto à aldeia da Montaria. ....	88

Figura 56. Marcas de antigas rodados na rocha granítica da calçada junto aos moinhos da Costa.....	88
Figura 57. Esteios de ramada em granito, em campo agrícola junto à aldeia da Montaria, .....	89
Figura 58. Talude do caminho com afloramento de xistos, no percurso pedestre PR3. ....	90
Figura 59. Local de onde é possível observar de modo panorâmico a vertente ocidental da Serra de Arga e a geomorfologia granítica desse sector. ....	91
Figura 60. Aspecto de Marcas de rodados antigas no substrato granítico do percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).....	92
Figura 61. Pormenor do tafone que ocorre num bloco granítico no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo). ....	93
Figura 62. Aspeto de modelo 3D de bloco granítico com tafone e pias, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo). ....	94
Figura 63. Bloco granítico de grande dimensão (cerca de 20 m <sup>3</sup> ) em equilíbrio sobre outros blocos, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo). ....	95
Figura 64. Pias em bloco granítico no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).....	96
Figura 65. Aspeto de modelo 3D de bloco granítico com pias, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo). ....	96
Figura 66 Ocorrência de filão de quartzo mais meteorizado e erodido do que a rocha granítica, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).....	97
Figura 67 Pias em lajes graníticas no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).....	98
Figura 68 Aspeto de modelo 3D de lajes graníticas com pias, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).....	98
Figura 69 Ocorrência de tafone num bloco granítico, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo). ....	99
Figura 70 Estrutura cercada (cabana/curral) construída com o aproveitamento de bloco granítico em equilíbrio, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo). ....	100
Figura 71. Aspeto do fojo de lobo na encosta ocidental da Serra de Arga, sobranceiro à aldeia da Montaria (à direita, o fojo de lobo visível na fotografia aérea do Google Earth®) .....	101
Figura 72. Traçado do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol), com início e fim no antigo viveiro florestal da Montaria.....	102
Figura 73 Panfleto produzido para suporte e divulgação do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).....	103
Figura 74 Placas sinalizadoras direcionais do percurso pedestre PR4, situado no antigo viveiro florestal da Montaria.....	104
Figura 75 Painel de início do percurso pedestre PR4, situado no antigo viveiro florestal da Montaria. ....	105
Figura 76 Bloco granítico com encraves nas margens do rio Âncora, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	106
Figura 77 Bloco granítico com encraves nas margens do rio Âncora, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	107
Figura 78 Bloco granítico com alteração poligonal (“côdea de pão”), no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	108
Figura 79 Bloco granítico com ranhuras e caneluras, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	109
Figura 80 Bloco granítico com forma peculiar, derivada da evolução de pias, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).....	110
Figura 81 Bloco granítico com pseudoestratificação decimétrica, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	110
Figura 82 Aspeto da paisagem com elevada concentração de bolas graníticas, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).....	111

Figura 83 Caminho por onde passa o percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol), talhado no substrato granítico e coincidente com a linha de talvegue onde ocorre um curso de água. ....	112
Figura 84 Ocorrência de pegmatito e blocos graníticos com pseudoestratificação, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	113
Figura 85 Depósito de vertente/torrencial, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).....	114
Figura 86 Bloco granítico com pia, junto à capela de S. Mamede, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	115
Figura 87 Blocos graníticos com elevado grau de alteração, junto à capela de S. Mamede, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	115
Figura 88 Local de onde é possível observar de modo panorâmico a vertente ocidental da Serra de Arga e a geomorfologia geral do trajeto percorrido do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	116
Figura 89 Local de onde é possível observar de modo panorâmico a vertente ocidental da Serra de Arga e a geomorfologia geral do trajeto percorrido do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	116
Figura 90 Bloco granítico com alteração poligonal (“côdea de pão”), no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	117
Figura 91 Aspeto de modelo 3D de bloco granítico com alteração poligonal, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).....	118
Figura 92 Relógio de sol de Pedrulhos, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	119
Figura 93 Moinho de Pedrulhos, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	120
Figura 94 Esteios de ramada em granito, em campo agrícola junto à aldeia de Trás-Âncora.....	120
Figura 95 Afloramento de rochas metassedimentares da Unidade de Vila Mou-Covas, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	121
Figura 96 . Moinho localizado nas margens do rio Âncora, construído maioritariamente com rochas metassedimentares, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	122
Figura 97 Pormenor de rocha metassedimentar com filões e microdobras, na margem do rio Âncora, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).....	123
Figura 98 Moinhos na aldeia de Espantar, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). ....	124
Figura 99 Conduta de transporte de água (levada) contruída em granito, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).....	125
Figura 100 Cascata da Ferida Má, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).....	126
Tabela 1 Resumo dos valores da geodiversidade, adotado de Gray (2013) .....	2
Tabela 2. Resultados da avaliação quantitativa do valor patrimonial do ponto de interesse geológico “Tafone 1”, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo), com base na metodologia de Brilha (2016) .....	93

Anexo 1 Traçado do percurso pedestre PR3 (Trilho do Fojo do Lobo), com início e fim na aldeia da Montaria .....	133
Anexo 2 Traçado do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol), com início e fim no antigo viveiro florestal da Montaria.....	133
Anexo 3 Carta geomorfológica do concelho de Viana do Castelo .....	133
Anexo 4 Tabela quantitativa referente à avaliação do valor científico do trilho PR3.....	133
Anexo 5 Tabela quantitativa referente à avaliação do valor turístico e educativo do trilho PR3.....	133
Anexo 6 Tabela quantitativa referente à avaliação do valor turístico e educativo do trilho PR3.....	133

# 1. Introdução

“Será que a geodiversidade necessita de abordagens próprias no âmbito da conservação da natureza? Como identificar e conservar essa geodiversidade? Existem locais e objetos geológicos realmente importantes que justifiquem estratégias de conservação?” são questões como essas propostas que necessitam de respostas no âmbito do património geológico e da geoconservação (Brilha, 2005).

Segundo Gray (2013), o termo “geodiversidade” como uma conotação geológica e paisagística surgiu por ocasião da conferência de Malvern, no Reino Unido, em 1993 e, sendo um termo relativamente recente, é normal que ainda não me apresente uma implementação sólida mesmo na comunidade geológica.

Ainda hoje, vários autores têm tentado chegar consenso para uma definição de geodiversidade, sendo esta ainda bastante discutida. Uma das definições mais usadas é a proposta pela Royal Society for Nature Conservation do Reino Unido: “*A geodiversidade consiste na variedade de ambientes de geológicos, fenômenos e processos já ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra*”

Este conceito inclui não somente a dimensão geológica e geomorfológica, mas também evidências da vida, dos ecossistemas e dos ambientes passados, assim como os processos atmosféricos, hidrológicos e biológicos que interagem naturalmente com as rochas, solos e paisagens (Silva, 2006).

Ao longo do tempo, foram feitas várias publicações sobre este tema, embora Gray (2013) mencione que a maior parte dos esquemas apresentados na literatura sobre os valores da geodiversidade omitem o importante papel que o meio físico ou abiótico apresenta, quer para os processos físicos quer para os processos ecológicos que ocorrem na natureza. Assim, tendo em conta este aspeto, esse autor introduz um novo conceito de valor que denomina por valor funcional e propôs um arquétipo com seis grupos de valor para a geodiversidade (tabela 1).

Tabela 1 Resumo dos valores da geodiversidade, adotado de Gray (2013)

Valor	Onde se manifesta	Exemplos
Intrínseco	Intrínseco	Natureza abiótica livre de valorizações humanas
Cultural	Folclore Arqueológico/Histórico Espiritual Sentido do lugar	Petra, Jordânia; Stonehenge, Reino Unido; ferramentas locais e artefactos Uluru, Austrália; sítios indígenas da América do Norte White Cliffs de Dover, UK; Rock of Gibraltar; lugares locais
Estético	Paisagens locais Geoturismo Atividades de lazer Apreciação remota Atividades voluntárias Inspirações artísticas	Vistas do mar, passeios pelo campo; Edifícios Grand Canyon, Rochosas canadianas Escalada, espeleologia, rafting, caça ao fóssil Livros e series de TV Restauro de minas, construção de passadiços Literatura, música, pinturas
Económico	Energia Minerais industriais Minerais metálicos Materiais para construção Gemas Fosseis Solo	Carvão, crude, urânio, energia geotérmica Sal, potássio, caulinite Ferro, cobre, zinco, ouro Rocha, argilas Diamantes, safiras, rubis Lojas de fosseis e minerais Produção de alimentos (frutas, centeio, etc.)
Funcional	Plataformas Armazenamento e reciclagem Saúde Enterros Controlo de poluição Química das águas Funções do solo Funções do geossistema Funções do Ecossistema	Construção de edifícios Reservas de petróleo e de gás Nutrientes e minerais, paisagens terapêuticas Enterros de corpos, camaras nucleares Solos e rochas como “filtros de água Água mineral, whisky Agricultura, vinicultura, florestas Processos costeiros, fluviais e eólicos Biodiversidade
Educativo e científico	Investigação científica História da Terra Monitorização ambiental Educação e treinamento	Processos geológicos, geotecnologia Evolução geoforense, geoarqueologia Poluição, degelo e níveis do mar Aulas de campo e treino profissional

Os elementos da geodiversidade com valor científico elevado, superior a outros elementos existentes na área em questão, são considerados como geossítios. Uma das primeiras definições de geossítio foi proposta pelo Instituto Tecnológico Geomineiro de Espanha em 1978 (então referido como “ponto de interesse geológico”), descrevendo estes locais como “...uma área que apresenta uma ou várias características consideradas de importância dentro da história geológica de uma região natural” (Valcarce & Cortés, 1996). Mais recentemente, o termo foi definido por Brilha (2016) como sendo “...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”.

O conjunto de geossítios inventariados e caracterizados numa dada área ou região constitui o património geológico dessa área ou região (Brilha, 2005). Ou seja, o património geológico compreende as ocorrências naturais de elementos da geodiversidade (os geossítios) com elevado valor científico (Fig. 1).

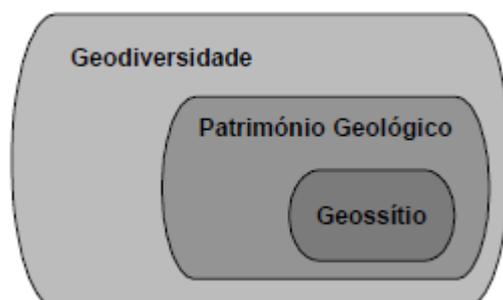


Figura 1. Representação esquemática da relação entre geossítio, património Geológico e geodiversidade.

A geoconservação, correspondendo a uma nova área de especialidade das geociências, compreende os aspetos teóricos e aplicados relacionados com a identificação, avaliação, conservação e gestão de elementos da geodiversidade de excepcional valor, sendo assim entendida como o conjunto das iniciativas que vão desde a inventariação e caracterização do património geológico, passando pela sua conservação e gestão, de modo a assegurar um uso adequado dos geossítios, quer ele seja de índole científico, educativo, turístico, ou outro (Brilha et al., 2010).

Tem como objetivo a preservação da diversidade natural ou geodiversidade, de significativos aspetos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo,

mantendo a evolução natural (velocidade e intensidade) desses aspetos e processos (Brilha, 2005).

A geoconservação não procura apenas evitar a destruição de elementos geológicos singulares, mas também prevenir, corrigir ou minimizar degradação que possam ocorrer, abrangendo também a preservação dos valores culturais, estéticos, paisagísticos e outros valores relacionados com o património geológico, bem como as suas aplicações turísticas, recreativas e económicas. (Carcavilla et al., 2012)

As iniciativas de geoconservação devem estar suportadas em critérios científicos e enquadradas nas políticas de conservação da natureza e de ordenamento do território. A geoconservação deve ainda ter uma interação estreita com as políticas educativas, assim como com as estratégias de turismo da natureza, em especial através das ações no âmbito do geoturismo (Fig. 2) (Brilha et al., 2010).



*Figura 2. Representação esquemática das estratégias associadas à geoconservação (Brilha e Carvalho, 2010).*

Uma das principais políticas associadas à temática da geoconservação tem sido a implementação de geoparques, o que tem acontecido desde há cerca de 20 anos.

Um geoparque é um território que apresenta um património geológico notável e que é o eixo fundamental de uma estratégia de desenvolvimento territorial sustentável baseada em educação e turismo.

A implementação de um geoparque é baseada em três princípios:

1. A existência de património geológico relevante;
2. Iniciativas de conservação, educação e disseminação (geoconservação);
3. Criação de um projeto de desenvolvimento socioeconómico e cultural de nível local com base no património geológico. (desenvolvimento local).

Para atingir os seus objetivos, os geoparques devem ter limites claramente definidos e uma extensão adequada para garantir o desenvolvimento social e económico da área. Devem ser geridos por uma estrutura claramente definida, organizada de acordo com a legislação de cada país e capaz de garantir políticas de proteção, valorização e desenvolvimento sustentável dentro do seu território.

Um geoparque não é uma área protegida, pois não implica a proteção genérica do território ou a implementação de regulamentos de uso e de conservação da natureza. Em alguns casos, os geoparques coincidem ou abrangem áreas protegidas, não sendo esse um requisito essencial. Ainda assim, muitas vezes a implementação de geoparques é usada como uma estratégia alternativa de geoconservação em áreas protegidas onde o foco é a conservação da biodiversidade.

Um geoparque deve defender os valores da geodiversidade e do património geológico e, conseqüentemente, a destruição ou venda de materiais geológicos do geoparque não pode ser tolerada. Na implementação e no reconhecimento de geoparques, a existência de outros recursos naturais e culturais, como os ecológicos, históricos ou arqueológicos, é altamente valorizada.

Sendo iniciativas de desenvolvimento local baseadas no turismo voltado para o património geológico e outros recursos culturais e naturais, devem ser realizadas em cooperação com a população local, podendo ter múltiplos sistemas de gestão. É assim necessário que cada geoparque tenha um programa bem definido, garantindo a conservação efetiva do património natural e cultural e promovendo o desenvolvimento sustentável.

A existência de redes entre os geoparques permite a troca de experiências e o estabelecimento de requisitos de qualidade, que passam pela atribuição de um selo a territórios de relevância científica, com implementação de estratégias com vista ao desenvolvimento

sustentável e onde haja apoio institucional. A primeira rede internacional surgiu no ano 2000 com 4 geoparques a fundar a Rede Europeia de Geoparques, a que se seguiu, alguns anos mais tarde, a Rede Mundial de Geoparques, englobando os geoparques da rede europeia e outros do resto do mundo.

Trata-se de uma organização internacional, não-governamental, sem fins lucrativos e voluntária, que fornece uma plataforma de cooperação entre os geoparques, e que reúne órgãos governamentais, organizações não-governamentais, cientistas e comunidades de países de todo o mundo. Mais recentemente, em 2015, a UNESCO decidiu adotar esta filosofia como um programa de nível internacional pelo que, atualmente, os geoparques pertencentes à rede mundial possuem igualmente o selo UNESCO (Fig. 3).



*Figura 3. Logotipos das principais redes de geoparques a nível internacional: Rede Europeia de Geoparques, Rede Mundial de Geoparques e Programa Geoparques Mundiais da UNESCO.*

Este trabalho insere-se na temática da geoconservação, mais especificamente no âmbito das ferramentas de valorização da geodiversidade e do património geológico como parte das estratégias de gestão.

Assim, procura-se a valorização da geodiversidade na rede atual de percursos pedestres no Geoparque Litoral de Viana do Castelo, com a identificação de pontos com relevância geológica e a produção de conteúdos e elementos cartográficos e gráficos de suporte a essa valorização.

Na fase inicial do trabalho, são apresentados conceitos relacionados com o tema. De seguida, é feita a descrição da área de estudo e de aspetos relevantes no que toca à geoconservação, nomeadamente dos Monumentos Naturais Locais de Viana do Castelo.

Por fim, são apresentados os resultados da aplicação das metodologias de valorização da geodiversidade em dois percursos pedestres selecionados, com identificação dos pontos de interesse geológico e propostas para a sua valorização.

## 2. Geoparque Litoral de Viana do Castelo

Viana do Castelo é um concelho situado no noroeste de Portugal, com 340 km<sup>2</sup> de área. É limitado a norte pelo concelho de Caminha, a leste por Ponte de Lima, a sul por Barcelos e Esposende e a oeste pelo Oceano Atlântico, em 24 km de extensão (Fig. 4).



Figura 4. Localização do concelho de Viana do Castelo no NW de Portugal (adaptado de <http://www.cm-viana-castelo.pt/pt/praias/>)

Caracterizada pelo verde das paisagens, pelas suas aldeias pitorescas e pelos altivos penedos que encerra, em Viana do Castelo existem tipologias de paisagem distintas: a costeira, a ribeirinha e a montanhosa. Viana do Castelo foi, desde muito cedo, palco de uma intensa ocupação

humana que, ao longo de milénios, foi moldando a sua paisagem culminando num vasto e diverso património arqueológico e histórico.

O Geoparque Litoral de Viana do Castelo é um projeto recente do município de Viana do Castelo, no sentido da valorização do património geológico e da implementação de uma estratégia com vista a fortalecer o desenvolvimento sustentado das vertentes socioeconómica e ambiental do concelho de Viana do Castelo.

Este Geoparque constitui um território rico do ponto de vista do Património Natural e Cultural, com cerca de 4.800 hectares especificamente designados para a proteção de habitats da fauna e da flora (3 Zonas Especiais de Conservação da Rede Natura 2000), sendo o único concelho do país com o inventário do património geológico concluído e devidamente classificado como 13 Monumentos Naturais Locais, perfazendo uma área total de cerca de 2.832 hectares. (<https://www.geoparquelitoralviana.pt/>)

## **2.1. Caraterização geomorfológica da região de Viana do Castelo**

O noroeste da Península Ibérica é dominado por rochas granitóides intruídas durante a orogenia varisca, há cerca de 300 Ma. No concelho de Viana do Castelo, ocorrem diversas fácies de granitos, entre sin a tardi a pós tectónicos relativamente a F3, nomeadamente:

- Granito de Geraz do Lima: granito essencialmente biotítico, monzonítico, tardi a pós F3, de grão médio, porfiróide, aflora nas proximidades de Geraz do Lima no sector SE do concelho;
- Granito de Vila Praia de Âncora: granito de grão médio, de duas micas, sin-F3, ocorre numa faixa entre Afife e Alvarães;
- Granito de Carreço, Sta. Luzia e Castelo de Neiva: granito de grão grosseiro, de duas micas, sin-F3;
- Granito de Bouça de Frades: granito de grão fino, duas micas, porfiróide, sin a tardi-tectónicos relativamente a F3;
- Granito da Serra de Arga: granito de duas micas, de grão médio a grosseiro, com fraca tendência porfiróide, sin a tardi-tectónicos relativamente a F3.

A paisagem granítica atual foi influenciada por características endógenas definidas durante essa intrusão. Subsequentemente, a tectónica associada à orogenia alpina entre o Eocénico e o início do Miocénico final resultou numa densa rede de falhas e fraturas. Estas estruturas delimitam um mosaico heterogéneo de blocos em muitos casos formados por rochas graníticas, que foram afetadas por movimentos tectónicos diferenciais desde o Paleocénico, controlando o desenvolvimento de cadeias montanhosas e depressões (Vidal-Romani et al., 2014).

Contudo, a exposição final subaérea dos granitos formados a quilómetros de profundidade está principalmente relacionada com uma vasta gama de processos que tiveram o seu início há cerca de 200 milhões de anos (Mesozoico), significativamente mais tarde do que a formação das rochas paleozoicas (granito e xistos) da região (Johnston e Gutiérrez-Alonso 2010).

Durante o Mesozoico, o “mega continente” Pangeia dividiu-se em várias placas tectónicas, uma das quais incluindo a região do noroeste ibérico e desde então, os rios começaram a instalar-se e a fluir em direção à costa atlântica, esculpindo os vales que milhões de anos mais tarde se tornaram uma das características geomorfológicas mais carismáticas da costa atlântica do noroeste ibérico, as "rias" (vales fluviais inferiores submersos pelo mar) (Viveen et al. 2013).

Assim, a maioria das características geomorfológicas da região observáveis atualmente derivam essencialmente de processos fluviais, marinhos e glaciários (Vidal-romani et.al, 2018). Esta evolução enquadra-se nesse contexto de abertura do Oceano Atlântico, desde o Mesozoico e prolongando-se durante o Cenozoico (De Vicente e Vegas 2009; Martín-González 2009).

Ao aplanamento geral produzido durante o Mesozoico segue-se uma inversão tectónica a partir do Paleocénico, com convergência entre as placas Eurasiática e Africana, com a microplaca Ibérica a sofrer os efeitos desta colisão continental através do desenvolvimento de fraturação e soerguimentos regionais, controlando a evolução geomorfológica da região.

No mesmo contexto, a disposição e a distribuição espacial de sectores aplanados sempre foi um tema explorado para explicar a evolução do relevo regional. Partindo do pressuposto do arrasamento Mesozoico da cadeia varisca, o atual relevo deriva de etapas posteriores de soerguimento com a inversão tectónica durante o Cenozoico e conseqüente encaixe da rede hidrográfica. Os retalhos aplanados a diversas altitudes constituem assim relíquias do aplanamento Mesozoico, assim colocados por impulsos tectónicos responsáveis pelo

soerguimento geral e pelo destacamento das cordilheiras principais do sul da Europa e norte de África.

Ferreira (2004) refere que o NW de Portugal nunca foi objeto de um estudo geomorfológico de conjunto, o qual pudesse relacionar as diferentes superfícies de aplanamento com os impulsos tectónicos cenozoicos. Com efeito, apesar da existência de alguns trabalhos sobre o relevo do Minho, não foi possível ainda estabelecer um verdadeiro estudo regional, de carácter evolutivo. Esta região é caracterizada pela grande fragmentação do relevo e pela existência de vales largos, com uma clara orientação ENE-WSW, onde estão os rios principais (Minho, Lima, Cávado). Uma outra direção, que varia entre N-S e NW-SE, acaba por produzir uma quadricula de blocos, aparentemente movimentados ao longo de falhas com movimentação essencialmente vertical, já que os desligamentos não terão deixado sinais evidentes.

O relevo é particularmente acidentado no interior minhoto, onde a fragmentação tectónica foi maior e ocorreu maior soerguimento. Aí, o conjunto de montanhas que se ergue acima dos 1200 metros de altitude (Peneda, Amarela, Gerês, Cabreira, Barroso, Alvão, Marão) separam o Minho de Trás-os-Montes, formando uma barreira de condensação que influencia fortemente as características climáticas destas regiões.

As superfícies de aplanamento estão mais degradadas que noutras áreas do Maciço Ibérico e os depósitos fluviais correlativos da formação dos relevos praticamente não existem. A humidade do clima e proximidade do nível de base contribuíram para uma significativa degradação das escarpas originais, o que dificulta a identificação da tectónica recente. Estas características contribuem para alimentar diferenças de interpretação do relevo desta região, podendo a morfologia acidentada, de vales largos, alveolares e de fundo aplanado estar relacionada com o recuo rápido das vertentes por meteorização química das rochas graníticas ou com uma origem tectónica. No Minho litoral, a estreita plataforma litoral liga-se aos amplos vales dos rios minhotos numa superfície que Ferreira (2004) denomina de poligénica. Segundo o mesmo autor, o relevo do litoral do Minho assemelha-se a “uma versão não submersa das rias galegas”, profundamente contrastante com o Norte da Beira, “onde os rios se encaixam profundamente na plataforma litoral”, sugerindo “ou uma subsidência tectónica de Sul para Norte, ou uma diminuição, nesse sentido, da taxa de levantamento durante o Quaternário” (Ferreira, 2004).

No âmbito da caracterização geral do relevo do Minho, Ferreira (1983) estabelece os níveis de aplanamento principais, associados aos principais relevos (Fig. 5). Os níveis de aplanamento culminantes das montanhas interiores do Minho situam-se acima dos 1100 metros, tendo sido preservados principalmente na Serra da Peneda. O interflúvio Minho-Lima preserva níveis de aplanamento culminantes nos topos da Serra do Extremo (cerca dos 850 metros) e principalmente da Serra de Arga (cerca dos 800 metros).

Os aplanamentos dos topos da Serra de Santa Luzia são considerados como um nível embutido nesse nível culminante (Fig. 5). A este propósito, já na década de 1940, Feio propunha que os topos aplanados de Santa Luzia pudessem ser um rebaixamento da superfície de Arga (Lautensach e Feio, 1948:2,3).



Figura 5 Extrato de esboço morfológico do Minho Ocidental (Ferreira, 1983, 2004)

Legenda:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Níveis de aplanamento culminantes das montanhas interiores;                                       | 9. Fraturas variscas ou tardivariscas.                                   |
| 2. Níveis de aplanamento culminantes das montanhas do Minho Ocidental;                               | 10. Rebordo montanhoso;  |
| 3. Níveis de aplanamento geralmente embutidos em 2;  | 11. Topo de vertente;  |
| 4. Níveis de transição entre 3 e 5;  | 12. Base de vertente;  |
| 5. Níveis plio-quadernários (a, predominando a erosão marinha ou fluviomarinha; b, erosão subaérea); | 13. Garganta;  |
| 6. Alvéolos do rio Coura;  | 14. Curso de água;   |
| 7. Depósitos plio-quadernários de Alvarães e de Prado;   | 15. Crista de quartzito;   |
| 8. Rebordo interior da plataforma litoral, provavelmente de origem tectónica;                        | 16. Relevo residual circunscrito;  |
|  | 17. Altitude, em metros;   |
|  | 18. Fronteira. C - Caminha; PV — Póvoa de Varzim; VC — Viana do Castelo. |

Mais recentemente Carvalhido (2012) detalhou o escalonamento das superfícies de aplanamento do sector litoral de Viana do Castelo. Na fig 6 podemos ver esse trabalho, que dá uma ideia das cotas das superfícies de aplanamento da região assim como a tectónica e estruturas da região.

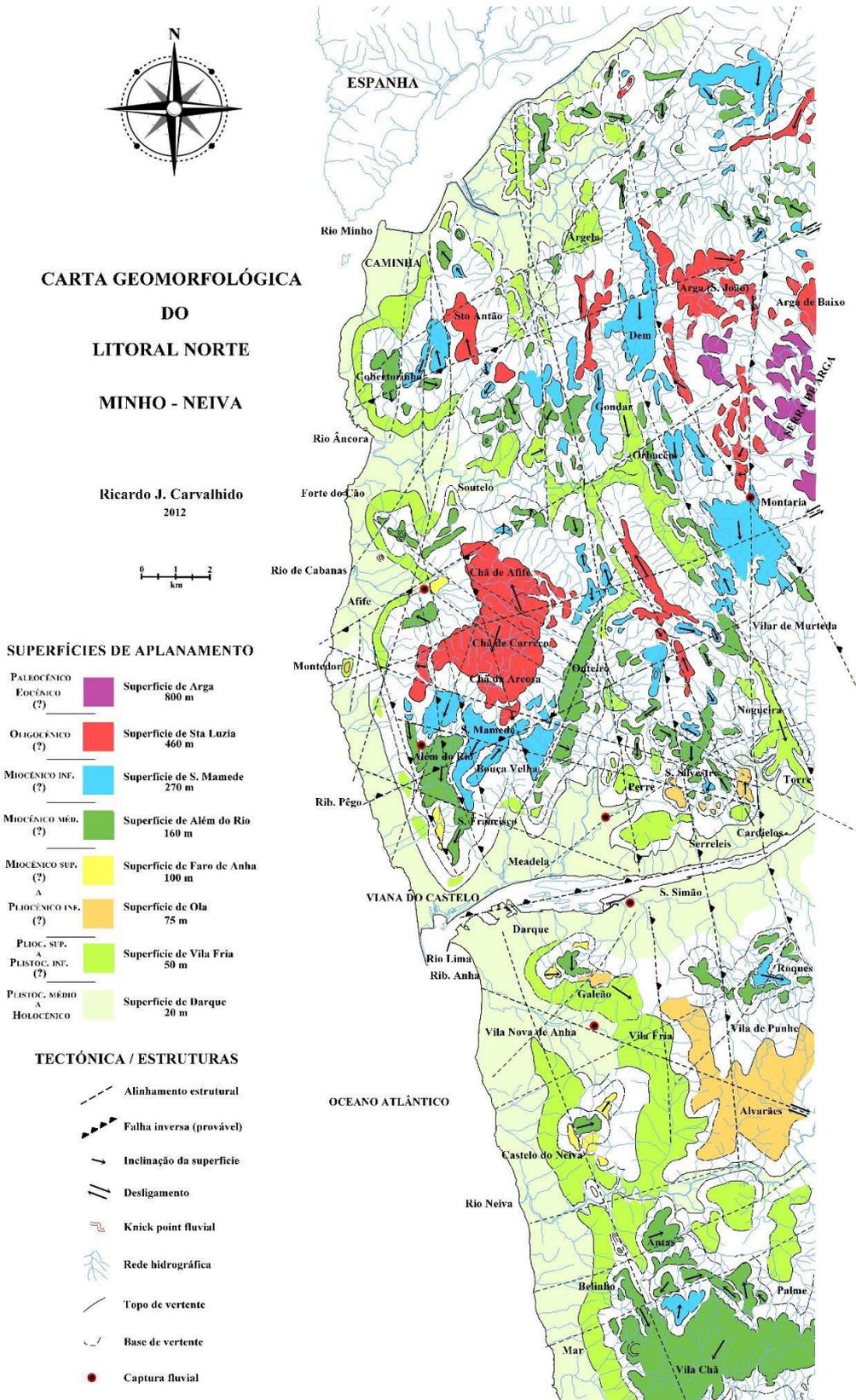


Figura 6 Carta Geomorfológica do Litoral Norte Minho-Neiva (Carvalho, 2012)

Com base na carta realizada por Carvalhido (2012) e mantendo o realce nas superfícies de aplanamento, foi elaborada uma carta geomorfológica da totalidade do município de Viana do Castelo, na qual se destaca o prolongamento para o resto do concelho das superfícies definidas anteriormente.

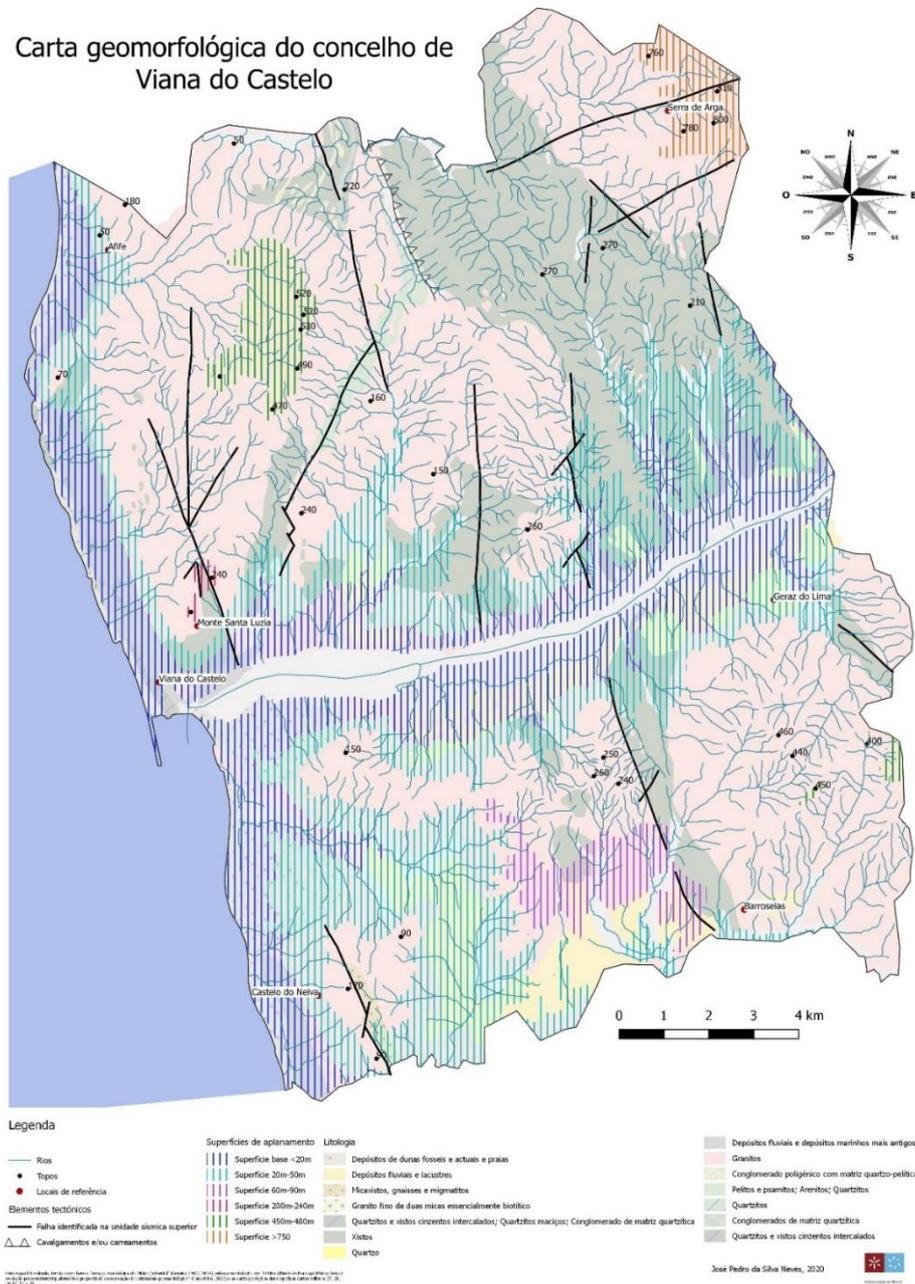


Figura 7 Carta Geomorfológica do concelho de Viana do Castelo

## 2.2. Morfologia granítica

As geoformas graníticas podem ser classificadas em três grandes grupos: megaformas, mesoformas e microformas (Twidale & Vidal-Romani, 2005). As mega formas são aquelas cujas dimensões mínimas são de pelo menos 100 metros; as mesoformas variam entre 1 e 100 metros; e as microformas são tipicamente mais pequenas do que 1 metro.

Na área de estudo não é possível observar megaformas graníticas do tipo Bornhardt como as que ocorrem, por exemplo, no Parque Nacional da Peneda-Gerês, onde estes relevos têm a designação de “medas” e “borageiros” (Fig. ).

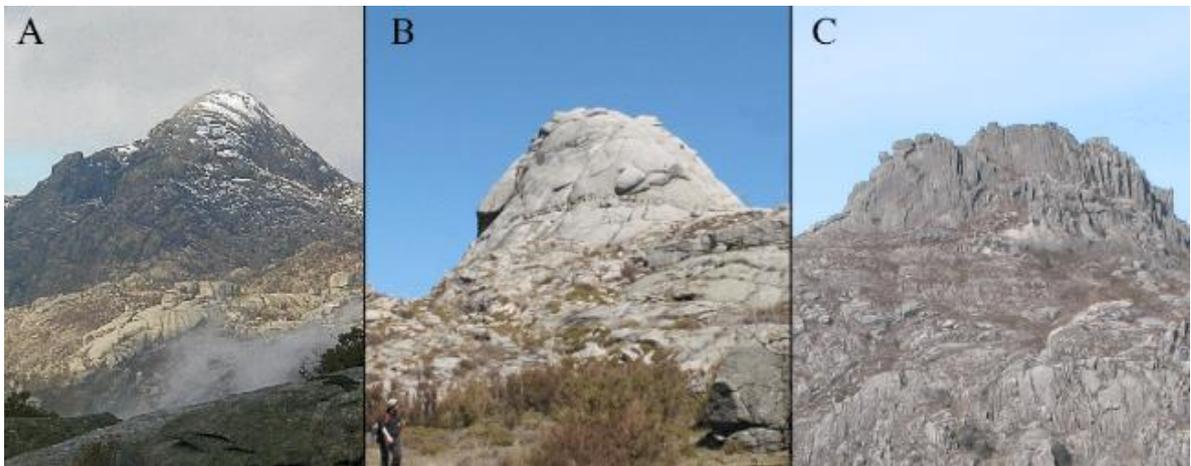


Figura 8 Exemplos de megaformas do tipo bornhardt (medas e borageiros) do modelado granítico no Parque Nacional da Peneda-Gerês: A - Meda da Penameda (Serra da Peneda); B - Meda da Rocalva (serra do Gerês); C - Borageiro do Pé de Cabril (Serra do Gerês) (Pereira, 2010).

Contudo, mesoformas como blocos (bolas graníticas), tors e nubbins são frequentes, principalmente nos setores mais elevados do concelho, no monte de Santa Luzia e na Serra de Arga.

Os blocos arredondados (bolas) são expostos à superfície à medida que o manto de alteração é erodido de modo diferencial e aí podem permanecer *in situ* ou sofrer algum transporte. As bolas graníticas continuam a sofrer os efeitos da meteorização química e física à superfície, da mesma forma que blocos menos arredondados podem evoluir para esta forma em contexto

subaéreo. De um modo geral, as bolas podem alcançar mais de 30 m de diâmetro, embora a sua dimensão habitual seja tipicamente menor (Fig. 8).



*Figura 9 Aspeto dos blocos graníticos arredondados no Monte de Santa Luzia.*

Os tors são relevos residuais de média escala, tipicamente com menos de 25 m de altura, amplamente representados em áreas graníticas. Resultam de um ou de vários ciclos de meteorização profunda e subsequente remoção do rególito, expondo frentes de substrato granítico irregulares (Fig. 10). Correspondem a sectores onde a rocha foi menos vulnerável à meteorização, principalmente devido ao menor espaçamento entre as fraturas. Alguns autores usam a palavra tor para designar relevos residuais com uma ampla gama de morfologias enquanto outros restringem o termo tor ou castle koppie a relevos íngremes de carácter acastelado (Twidale & Vidal-Romani, 2005).



*Figura 10 Geofomas graníticas de carácter acastelado no sector mais elevado da Serra de Arga.*

Neste caso, trata-se de relevos controlados por um sistema de fraturação ortogonal com sistemas de fraturação vertical e perpendiculares e, nalguns casos, fraturação subhorizontal. Em situações de avançada evolução e degradação por meteorização subaérea e erosão, os tor podem corresponder a grandes concentrações de blocos arredondados, denominados como caos de blocos. Os nubbin referem-se a relevos residuais em forma de cúpula, cobertas por blocos individualizados (Fig. 10). Esta camada superficial de blocos é atribuída à desintegração da camada externa da cúpula controlada por falhas concêntricas, paralelas à superfície topográfica.



*Figura 11 Geoforma granítica do tipo nubbin, no sector norte do Monte de Santa Luzia.*

Apesar da ocorrência destas mesoformas, no concelho de Viana do Castelo destaca-se a abundância e a diversidade do modelado granítico de pormenor. Neste âmbito, tem particular relevância a ocorrência de pias, tafoni, pseudoestratificação e disjunção ortogonal. Estas microformas ocorrem, de modo geral e indiferenciado, nas várias fácies graníticas do concelho.

As pias são muito comuns na paisagem granítica do noroeste da Península Ibérica (Vidal-Romaní et al., 2014). Também conhecidas como “gnammas” ou “vascas”, são pequenas depressões fechadas, formadas por meteorização diferencial em superfícies rochosas planas ou ligeiramente inclinadas (Fig. 11). Normalmente ocorrem com um diâmetro que varia entre decímetros a poucos metros e o seu fundo plano pode estar preenchido com material resultante da meteorização. De acordo com Vidal-Romaní (1985), a génese das pias pode ter origem subaérea, em que a acumulação de água superficial em pequenas concavidades leva à sua

formação por processos de meteorização química e física, mas também podem ter uma origem endógena mais complexa, relacionada com a concentração de tensões em pontos específicos do maciço granítico durante a sua instalação (Fig. 12).



*Figura 12 Bloco granítico com desenvolvimento de pias, vertente ocidental da Serra de Arga.*

Um tipo de microforma granítica com alguma relação com as pias é o desenvolvimento de canais (caneluras) onde se concentra o escoamento sobre as superfícies rochosas. Encrustes e caleiras desenvolvem-se em superfícies horizontais ou suavemente inclinadas, enquanto que ranhuras e caneluras correspondem a características semelhantes associadas a superfícies mais inclinadas (Fig. 13).



*Figura 13 Bloco granítico com desenvolvimento de ranhuras, na vertente ocidental da Serra de Arga.*

Os tafoni (plural de tafone) correspondem a formas alveolares e cavernosas presentes nas paredes e superfícies inferiores de blocos graníticos, estando especialmente bem desenvolvidos em afloramentos de granito compartimentado em blocos por sistemas de fracturação subhorizontal (Fig. 14). Os aglomerados de alvéolos pouco espaçados nas paredes internas dos tafoni são designados por muitos autores como meteorização em favos de mel ("*honeycombs*"). Essas cavidades tornam-se progressivamente mais profundas e podem coalescer formando nichos maiores que eventualmente evoluem para tafoni.

Tafoni (plural de tafone) é uma palavra de origem italiana que significa perfuração ou janela. O termo geomorfológico refere-se a uma cavidade rasa ou oca. Foi inicialmente descrita por Casiano de Prado em 1864 da Sierra de Guadarrama, na Espanha central, depois por Reusch em 1883 da Córsega, e por Hult em 1888 na Galiza. No entanto, o trabalho mais conhecido é o de Penck, em 1894, sobre os tafoni da Córsega (Twidale e Vidal-Romani, 2005). No norte de Portugal, embora não sendo tão comuns como as pias, é possível encontrar tafoni bem desenvolvidos nalguns locais. No entanto, as suas ocorrência e distribuição são intrigantes, com alguns blocos ocios e outros intactos, imediatamente adjacentes e aparentemente idênticos (Twidale e Vidal-Romani, 2005).

De acordo com Vidal-Romani et al. (2014), alguns autores interpretam os tafoni como tendo uma origem subaérea (Klaer 1956; Migon 2006), enquanto outros propõem que a sua formação seja iniciada ainda em profundidade (Vidal-Romani 1985; Twidale e Vidal-Romani 2005; Roqué et al. 2013), no mesmo processo edáfico de formação das pias. Os principais mecanismos de evolução são a desintegração granular e a descamação, que podem estar relacionados com uma combinação de processos de meteorização química e física, tipicamente associados com as zonas de evolução morfológica mais ativa. A meteorização salina relacionada com forças induzidas pela cristalização e hidratação de sais em espaços intergranulares e fissuras é considerada como um dos principais processos de evolução. Esta ideia é apoiada pela ocorrência comum de eflorescências salinas nas paredes e depósitos nas cavidades e pela maior frequência de tafoni e alvéolos em ambientes ricos em sal. A evacuação dos produtos da meteorização que se acumulam nas cavidades é processada pela ação do vento e pelos animais (Twidale e Vidal-Romani 2005).



*Figura 14 Bloco granítico com desenvolvimento de tafone, na vertente ocidental da Serra de Arga.*

Pseudoestratificação refere-se ao desenvolvimento de diáclases subparalelas à superfície topográfica, conferindo um aspeto estratificado ao granito (Fig. 15). As diáclases resultantes têm tipicamente uma espessura decimétrica até 1 metro e são frequentemente curvadas. Estas fraturas secundárias são especialmente bem desenvolvidas em granitoides, podendo igualmente formar-se noutras rochas ígneas, metamórficas e sedimentares (Twidale e Vidal-Romani, 2005; Migon 2006).

De acordo com a interpretação mais aceite, a densa fraturação subhorizontal do granito está associada ao alívio de carga próximo da superfície, favorecendo linhas de fragilidade subparalelas à superfície pela dilatação perpendicular à mesma, resultando num aumento de volume. O espaçamento das fraturas tende a aumentar com a profundidade à medida que a pressão aumenta.

Esta fracturação controla significativamente a morfologia e contribui para reduzir a resistência mecânica das rochas, favorecendo o desmantelamento dos blocos em lajes e a ocorrência destas ao longo das vertentes, como pode ser observado nos sectores mais elevados da Serra de Arga.



*Figura 15 Bloco granítico com pseudoestratificação, na vertente ocidental da Serra de Arga.*

Nalguns blocos graníticos é ainda possível observar fraturação poligonal, tradicionalmente conhecida como “côdea de pão” devido ao aspeto desta morfologia (Fig. 16). Corresponde a uma rede pouco profunda de fendas perpendiculares à superfície do bloco granítico, produzindo um mosaico com fragmentos em desgregação.

Alguns autores atribuem a origem desta morfologia a processos de exfoliação (expansão térmica relacionada com a insolação) ou ainda à acumulação local de óxidos de Fe e Mg e de carbonatos (Klaer, 1956; Twidale 1982; Migon 2006). No entanto, alguns estudos indicam que este tipo de fraturação nos blocos é de origem endógena (Ramsay, 1987; Plotnikov 1994; Twidale e Vidal-Romani 2005), demonstrado pelo frequente preenchimento da fissuração poligonal por quartzo ou pegmatitos (Vidal-Romani 2008).



*Figura 16 Aspeto da fraturação poligonal (“côdea de pão”) num bloco granítico, vertente ocidental da Serra de Arga.*

## 2.3. Monumentos Naturais Locais de Viana do Castelo

Como já foi previamente mencionado, o Geoparque atua no sentido da valorização do património geológico e da implementação de uma estratégia com vista a fortalecer o desenvolvimento sustentado das vertentes socioeconómica e ambiental do concelho de Viana do Castelo.

Para tal, o Geoparque encetou uma estratégia de conservação do património geológico local e a face mais evidente dessa política é o estabelecimento, em 2016 e em 2018 de 13 Monumentos Naturais Locais onde os valores patrimoniais principais são da geodiversidade. (Fig. 17)

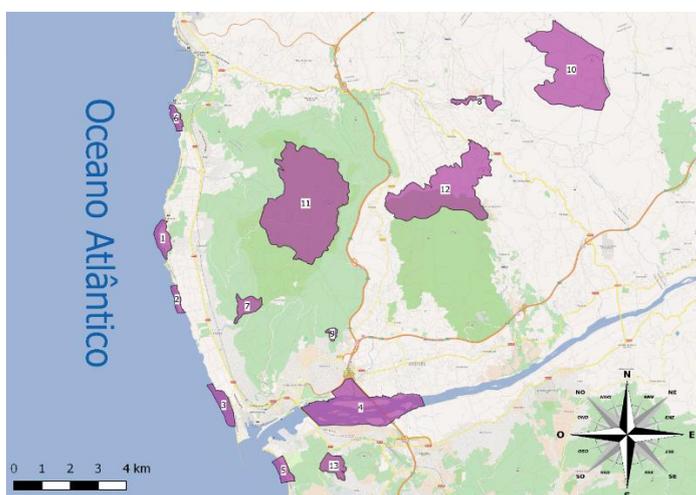


Figura 17. Localização dos Monumentos Naturais Locais do concelho de Viana do Castelo.

Legenda:

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1. Alcantilado de Montedor           | 11. Planalto Granítico das Chãs de Sta Luzia                   |
| 2. Canto Marinho                     | 12. Cristas Quartzíticas do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes |
| 3. Pedras Ruvias                     |  |
| 4. Insuas do Lima                    | 13. Dunas Trepadoras do Faro                                   |
| 5. Ribeira de Anha                   |  |
| 6. Pavimentos Graníticos da Gatenha  |  |
| 7. Cascatas do Poço Negro            |  |
| 8. Cascatas da Ferida Má             |  |
| 9. Penedo Furado do Monte da Meadela |  |
| 10. Turfeiras das Chãs de Arga       |  |

### 2.3.1. Alcantilado de Montedor

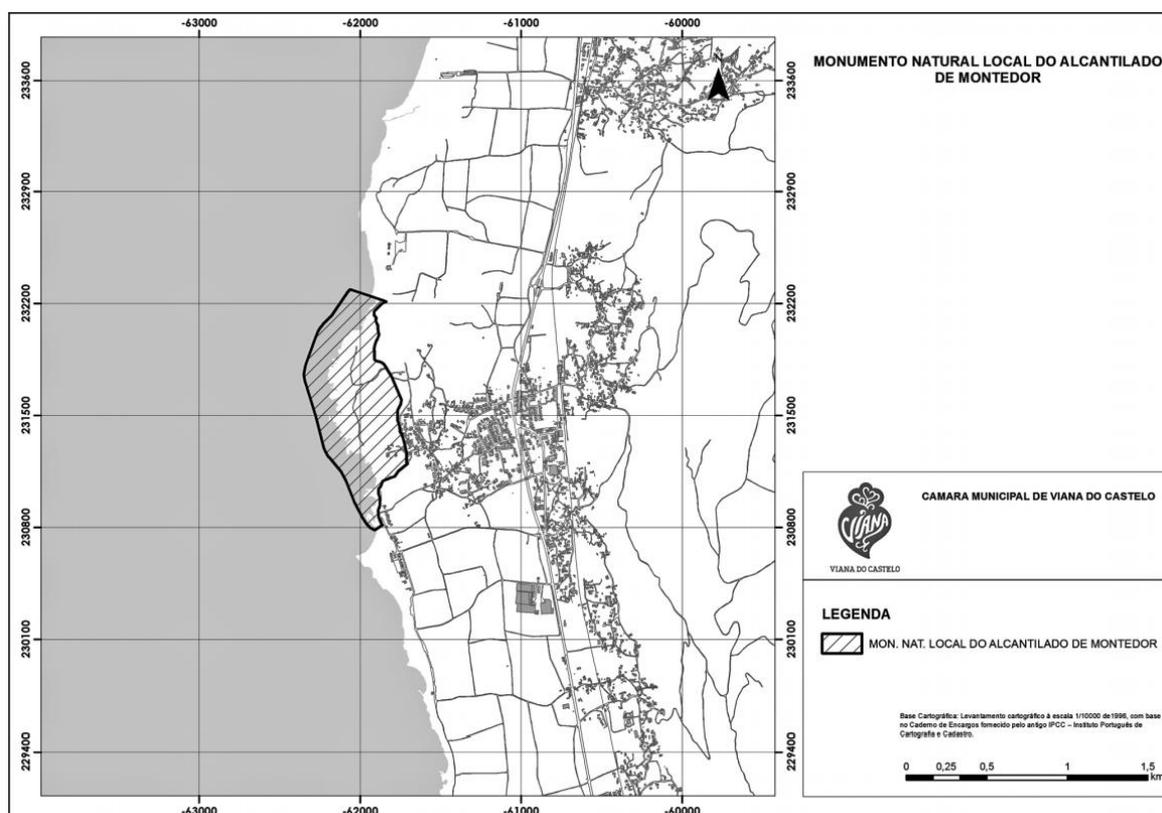


Figura 18 Localização do MNL Alcantilado de Montedor (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016)

O geossítio constitui uma área aproximada de 55 ha, delimitado a norte pela Praia do Paçô e a sul pela Praia do Carreço. Este geossítio é o mais diversificado em termos de interesses geomorfológicos preservados, nomeadamente, o residual, o tectónico e o litoral. Identificam-se também outros 4 interesses como o fluvial, o eólico, o periglaciário e o cultural. Os valores geológicos identificados na área permitem compreender com elevado detalhe vários aspetos relacionados com a evolução geológica, paleoambiental e cultural da região nos últimos 400 mil anos. (Carvalhido, 2016).

Os interesses geomorfológicos são:

- Residuais: abundância de geofomas residuais preservadas, nomeadamente os blocos graníticos, as pias do tipo pan e poltrona (por vezes associadas a exutórios), os tafoni, os alvéolos de contacto e os pavimentos graníticos ondulados.

- Tectónicos: estão conservadas várias estruturas da herança estrutural varisca do maciço de Montedor. É também possível observar aspetos da neotectónica que esclarecem o envolvimento dos alinhamentos ENE-OSO na estruturação do Relevo Marginal.
- Litorais: constitui o registo mais completo, no litoral de Viana do Castelo, de níveis de praia antigos, testemunhados pelo escalonamento da Superfície de Darque (0-20 m) em 6 plataformas costeiras e por geoformas de detalhe associadas que comprovam a génese em ambiente de praia.
- Periglaciários: preservação das Areias e Siltes de S. Domingos, dos Siltes da Cambôa do Marinheiro e dos Conglomerados e Areias de Rego de Fontes.



*Figura 19 MNL Alcantilado de Montedor*

## 2.3.2. Canto Marinho

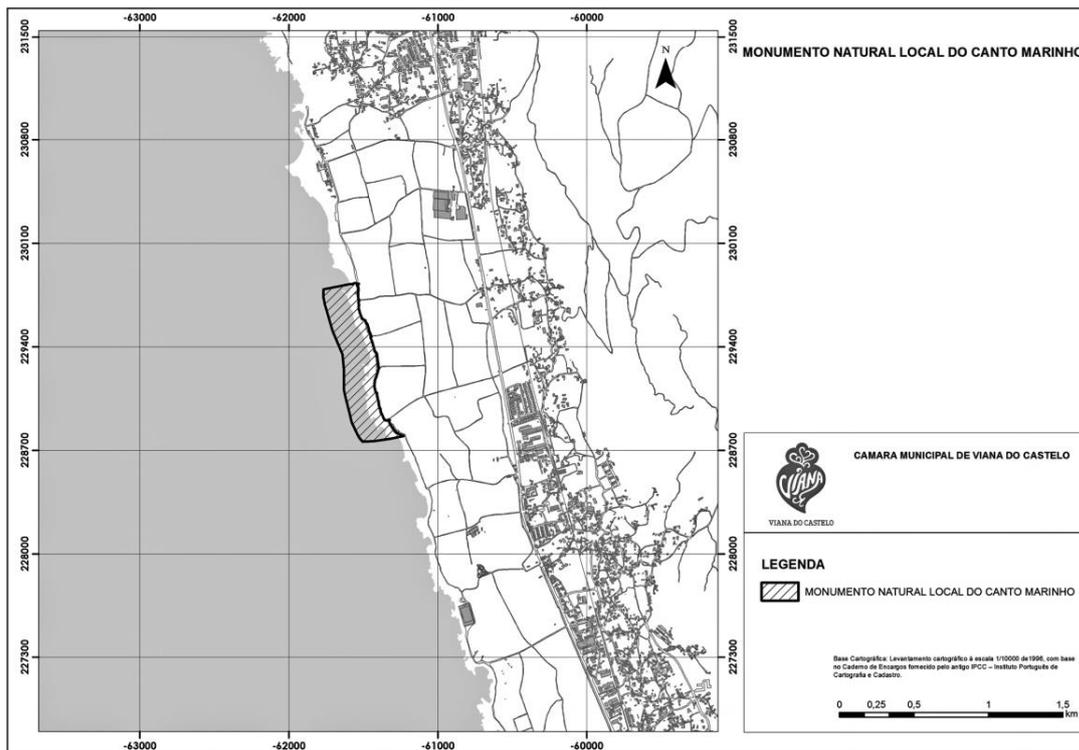


Figura 20 Localização do MNL Canto Marinho (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016)

O geossítio corresponde a uma área com cerca de 24 ha, na zona intertidal na praia de Canto Marinho, onde podemos encontrar cerca de 713 pias salineiras de idade pré-romana. Esta zona da costa de Carreço é também a mais importante na preservação de pesqueiros como as cambôas. Estão preservadas as três tipologias de cambôas - as cegas, os caxuxos e as cambôas propriamente ditas (de maiores dimensões) - construídas aproveitando o enrocamento natural daquele setor.

Para além do claro valor geocultural dos elementos identificados, as pias salineiras e as cambôas fornecem dados que esclarecem a posição relativa do nível do mar durante a Idade do Ferro e o período medieval, respetivamente (Carvalhido, 2016).



Figura 21 Pias salineiras identificadas no MNL do Canto Marinho

### 2.3.3. Pedras Ruivas

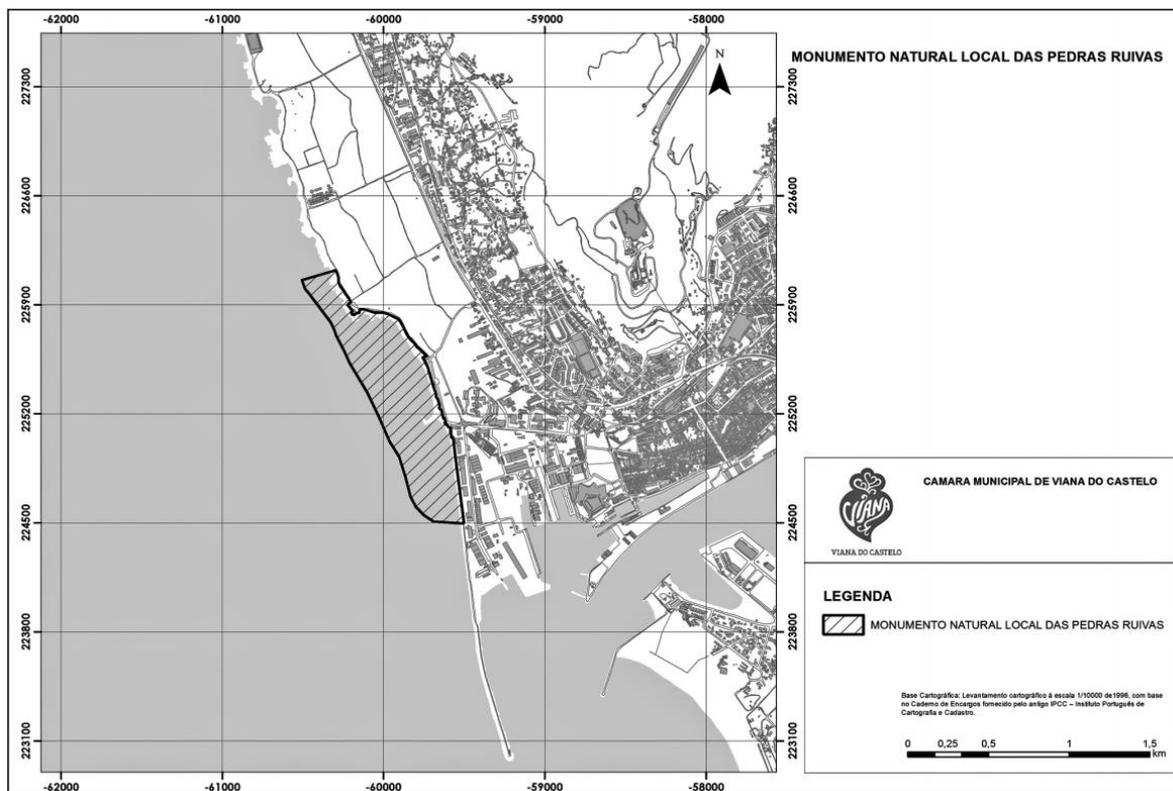


Figura 22 Localização do MNL das Pedras Ruivas (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016)

O geossítio constitui uma área aproximada de 58 ha, delimitada entre o setor costeiro proximal a norte do Forte de Rego de Fontes e o extremo sul da Praia Norte, com extensão aproximada de 1500 metros, ao longo da linha de costa.

Os interesses geomorfológicos que este geossítio apresenta são, o residual e o tectónico, e o periglaciário, assim como outros interesses como o paleontológico, o cultural, o mineralógico e o ecológico (Carvalhido, 2016).

Os interesses geomorfológicos são:

- Residuais: plataformas costeiras eemianas preservadas na Formação de Valongo com alvéolos de *P. lividus* no nível inferior assim como o relevo residual da Formação de Sta Justa.
- Tectónicos: o estudo altimétrico das plataformas costeiras deste setor sugere o abrandamento da deformação vertical em  $-0.002$  mm/ano. A setorização da costa segundo N-S é atribuída à atividade, ainda que muito reduzida, da componente vertical dos alinhamentos ENE-OSO (falha do Lima e falha do Pêgo, falhas prováveis). Como indícios da tectónica hercínica, destaca-se a fraturação em dominó com relação à instalação de corredor de cisalhamento sinistrógiro (Formação de Sta Justa), sigmóides e estruturas em flor; observam-se também várias gerações de dobras e *boudinage*. A Formação de Valongo apresenta dobramento em *kink*.
- Periglaciário: ocorrência de duas unidades litostratigráficas - Conglomerados e Areias de Rego de Fontes e Siltes da Cambôa do Marinheiro, que representam a evolução da instalação de corpos lacustres durante o máximo glaciário para derrames proximais e solifluxão a partir da vertente da serra de Sta Luzia, correspondentes ao processo de deglaciação.



Figura 23 MNL das Pedras Ruvias - Praia Norte (<https://olharvianadocastelo.blogspot.com/2015/07/pedras-ruivas-praia-norte.html>)

### 2.3.4 Ínsuas do Lima

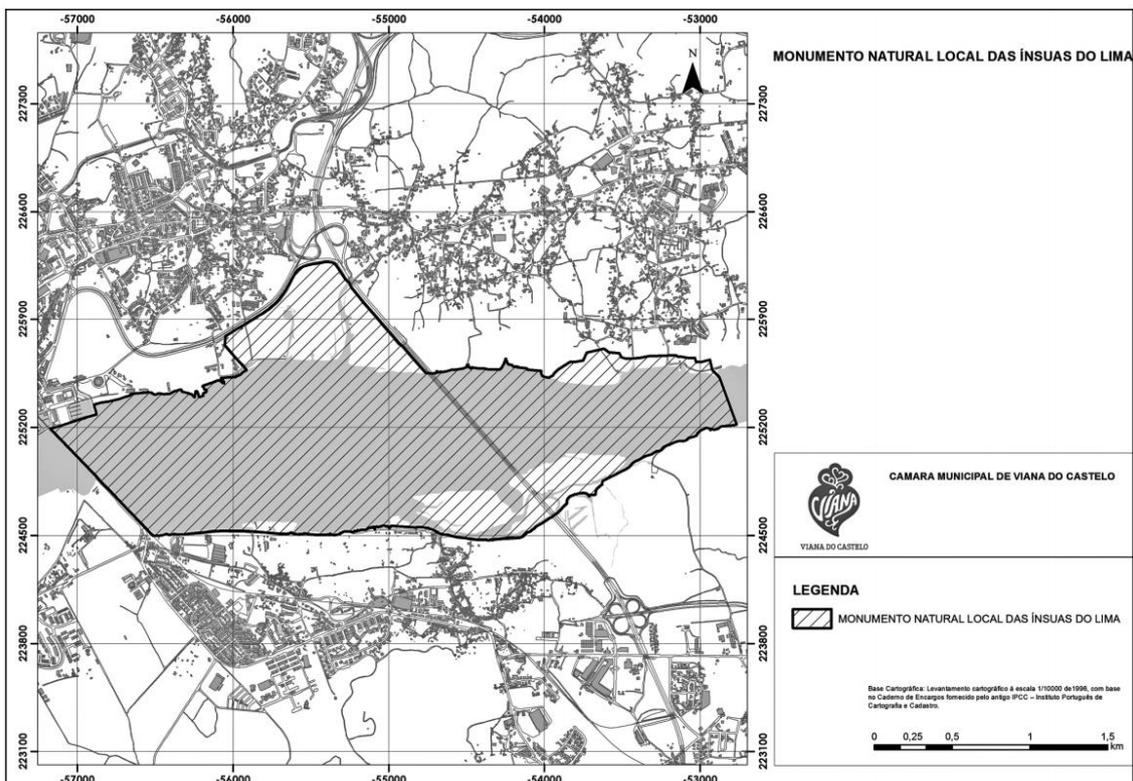


Figura 24 Localização do MNL das Ínsuas do Lima (Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016)

O geossítio constitui uma área com cerca de 422 ha, coincidente com a zona húmida delimitada entre a margem direita do rio Lima e a rodovia de acesso à A28 e a A28. Preserva parte do sistema de salinas que constituiu o maior centro salineiro do litoral do Minho, estabelecido numa área deprimida a cota média pouco acima do nível do mar (entre os 2.6 e os 3 metros).

O geossítio destaca-se na sua importância geomorfológica associada à atividade inversa da falha das Ínsuas (NNO-SSE) e da falha do Lima (ENE-OSO) (falhas prováveis) que estarão envolvidas no controlo da ampla depressão que constitui o troço vestibular do Lima, prolongada na planície aluvial, em especial, na associada ao compartimento Lima-sul, onde ocorrem as zonas húmidas da Veiga de S. Simão e as Lagoas de Vila Franca.

A área salineira de Darque, no mesmo compartimento tectónico, terá tido menor importância para a salicultura por ter sido mais difícil o controlo da inundaçãõ daquela área (cotas de referência mais baixas, entre 0.1 e 2.3 metros acima do nível do mar). O geossítio constitui ainda uma área privilegiada para observação de outros detalhes da paisagem, nomeadamente o encaixe diferencial do Lima com relação à falha das Ínsuas, as barras longitudinais (ínsuas), bem como as superfícies de aplanamento preservadas em Galeão.

Este geossítio permite a perspetiva ideal para interpretação da tectónica em compartimentos e blocos (compartimentos tectónicos Lima-norte e Lima-sul; blocos tectónicos de Sta Luzia, Arga, Galeão, Roques e Padela). É também uma área com indiscutível importância ecológica (Carvalhido, 2016).



Figura 25 MNL das Ínsuas do Lima (<http://www.garranos.pt/pt/pontos-de-interesse/insuas-do-lima>)

## 2.3.5 Ribeira de Anha

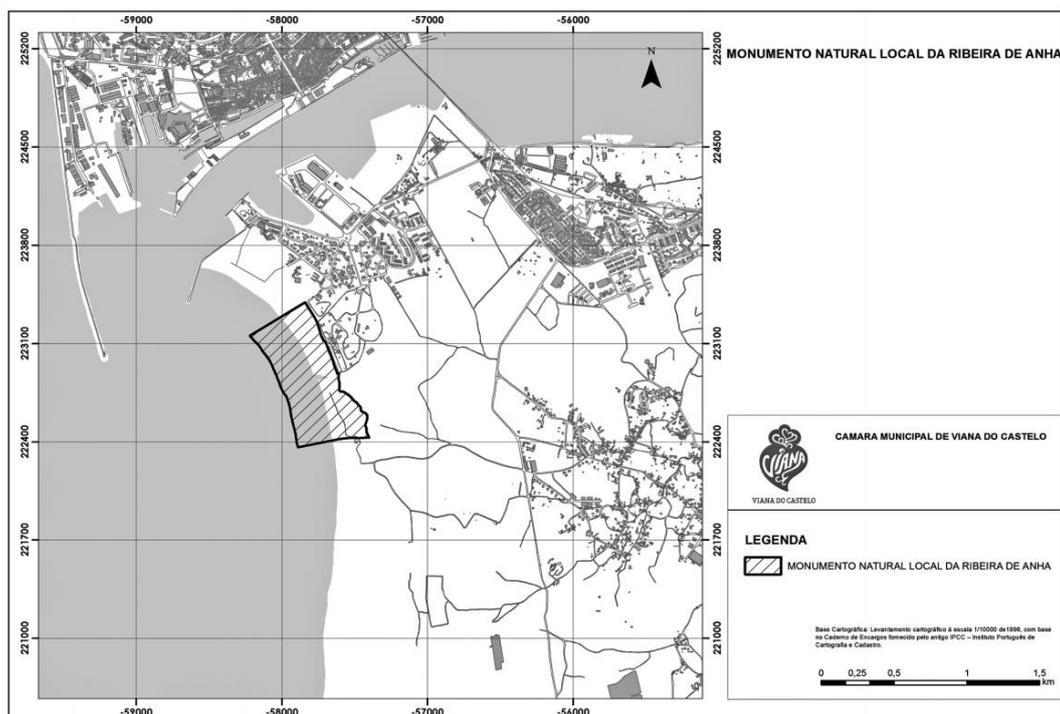


Figura 26 Localização do MNL da Ribeira de Anha (*Diário da República*, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016)

O geossítio corresponde à área envolvente à foz da ribeira de Anha com cerca de 41 ha. Esta área apresenta elevado interesse científico, associado à preservação de importantes indícios geomorfológicos e estratigráficos (Carvalhido, 2016).

Os interesses geomorfológicos são:

- Residuais: marmita parcialmente erodida (N41°40'16.04"/O8°49'28.56"), de secção circular, com 140 cm de profundidade. A estrutura interna da marmita preserva três níveis de estacionamento da altura do fluxo, marcados por protuberâncias anelares e compatíveis com um registo eustático ou tectonoeustático. Corresponde à maior geoforma do género que foi identificada no litoral de Viana do Castelo.
- Litorais: preservação de duas plataformas costeiras acima da atual e que se interpretaram como níveis do Eemiano. Os Conglomerados e Areias do Forte do Cão estão preservados aproximadamente 100 cm abaixo do mesmo nível de terraço identificado na Gelfa (concelho de Caminha). Esta unidade testemunha um nível de praia de elevada energia, instalado durante o MIS5e (Marine Isotope Stage) e constitui o único registo deste

ambiente conhecido no concelho de Viana do Castelo. Estas observações são corroboram o efeito de subsidência regional do compartimento Lima-sul, tendo por referência o setor costeiro de Montedor, que terá sofrido deformação vertical a uma taxa cerca de 0.008 mm/a acima da verificada a sul do Lima. Este fenómeno foi atribuído à componente inversa das falhas prováveis ENE-OSO (Lima e Pêgo), já algo desajustada ao atual campo de tensões ONO-ESSE, sendo por isso, muito reduzida. (Carvalhido, R. (2016))



*Figura 27 Marmita parcialmente erodida do MNL da Ribeira de Anha (<https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumentos-natural-da-ribeira-de-anha>)*



Figura 28 Paisagem do MNL de Ribeira de Anha (<https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumento-natural-dos-pavimentos-graniticos-da-gatenha/>)

### 2.3.6 Pavimentos Graníticos da Gatenha

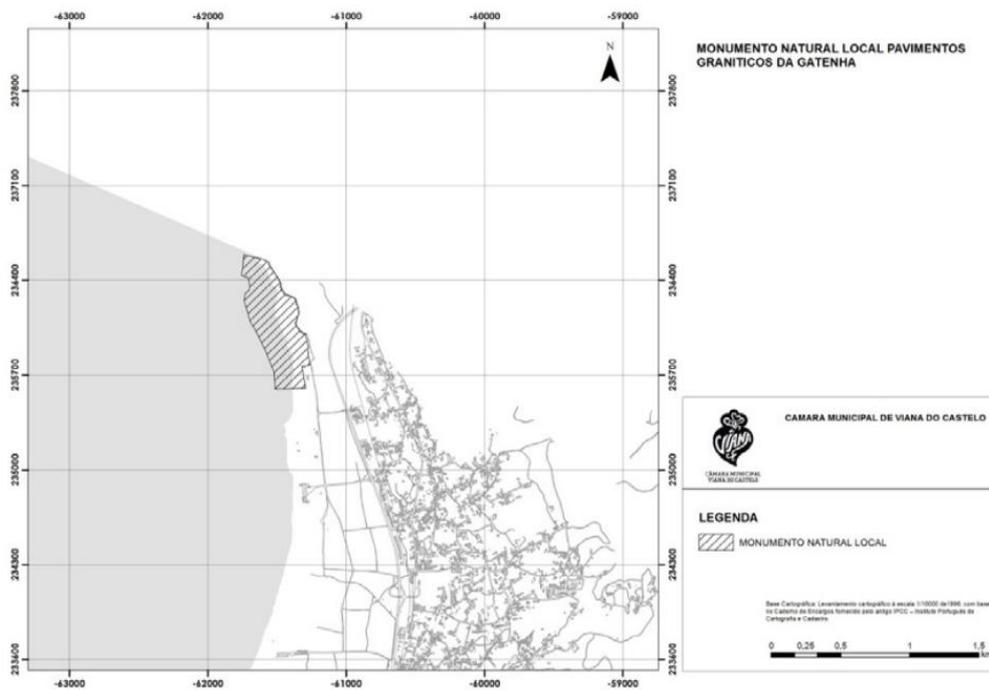


Figura 29 Localização do MNL dos Pavimentos Graníticos da Gatenha (Diário da República, 2.ª série – N.º 18 – 25 de janeiro de 2018)

O geossítio constitui uma área aproximada de 27 ha, confrontante a norte com o geossítio do Forte do Cão (Caminha) (por classificar). A área corresponde a um troço costeiro com aproximadamente 500 m, desenvolvido entre a zona infralitoral e as veigas que limitam as praias de Afife, a oriente.

O geossítio é essencial na compreensão dos mecanismos de evolução dos pavimentos graníticos que originam, frequentemente, paisagens graníticas de blocos em bola.

O geossítio possui interesse geomorfológico do tipo residual, conservando-se as várias etapas de evolução das plataformas graníticas e processos geomórficos, nomeadamente os associados à prefiguração dos blocos em bola até à sua completa exumação. Nele ocorrem ainda afloramentos com interesse mineralógico e petrológico, nomeadamente intrusões pegmatíticas relacionadas com granitos do maciço de Sta. Luzia, com estruturas peculiares (Carvalhido, 2016).

As mais representativas conservam estruturas em *comb* de feldspato potássico e Hiddenite, uma piroxena com uma cromatização rara (verde), considerando-se uma variedade com potencial gemológico.

Os pegmatitos litiníferos onde ocorrem estas espodumenas, acompanham-se de cortejos mineralógicos característicos, nomeadamente com associações de quartzo, albite, lepidolite, berilo e turmalina. Por último é importante referir que este geossítio é a única faixa da costa do concelho de Viana do Castelo, a norte da foz do Rio Lima, onde está conserva a unidade litostratigráfica Conglomerados e Areias do Forte do Cão (praia eemiana, MIS5e)

A área preserva importantes pavimentos antrópicos de idade pré-romana (Carvalhido, 2016).



*Figura 30 MNL dos Pavimentos Graníticos da Gatenha (<https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/rio-ancora-poco-negro-cascata-do-pincho-18889877#wp-18889882>)*

### 2.3.7. Cascatas do Poço Negro

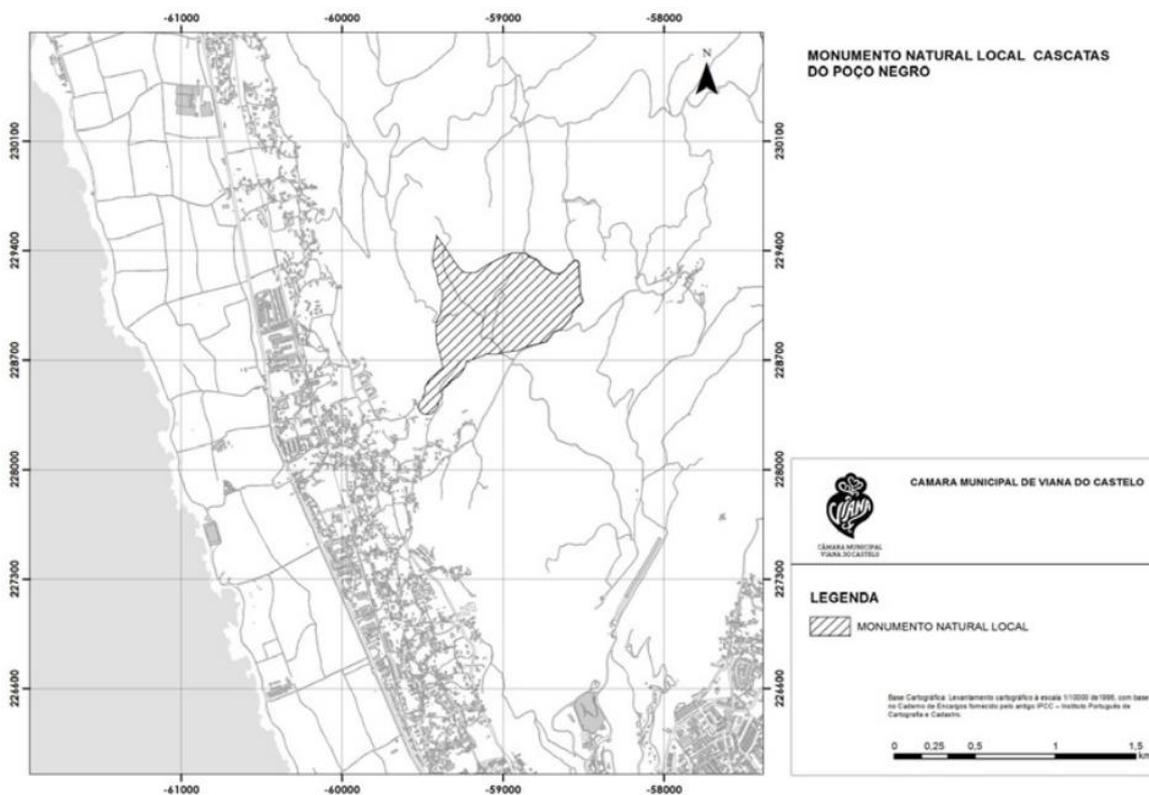


Figura 31 Localização do MNL das Cascatas do Poço Negro (Diário da República, 2.ª série – N.º 18 – 25 de janeiro de 2018)

O geossítio corresponde a uma área aproximada de 52 ha e está localizado na freguesia da Areosa, a montante da Quinta da Boa Viagem (superfície de Vila Fria, 50 m) e desenvolve-se até à zona de Além do Rio, uma superfície estrutural desenvolvida a 160 m de altitude e que nesta localização tem o seu maior desenvolvimento (Superfície de Além do Rio, 160 m).

O ribeiro do Pêgo que atravessa a arriba maior da serra de Sta Luzia segundo NE-SO, apresenta-se em troço muito encaixado, típico de zonas de cabeceira, assumindo a peculiaridade de ocorrer a pouco mais de 1500 m da praia atual. O curso do Pêgo apresenta um desnível médio de 12,5%.

A análise geomórfica assinala vários knickpoints importantes no curso principal, a que correspondem sucessões de cascatas naturais (várias com poços). A área montante do geossítio preserva a captura fluvial Bouças – Pêgo, por efeito do basculamento da Superfície de Além do Rio para sul. O efeito da erosão remontante a partir da bacia do Lima e o provável controlo

estrutural da falha do Pêgo (inversa; a norte) estão envolvidos no efeito de basculamento desta superfície e na captura observada (Carvalho, 2016).

Sob o ponto de vista do interesse geocultural, há a assinalar os sulcos no pavimento granítico das cascatas e que foram produzidos pela abrasão continuada dos rodados dos carros de tração animal de transporte aos vários moinhos de água da área.



*Figura 32 Poço Negro - Cascata do Pincho*





*Figura 34 Cascatas da Ferida Má*

### 2.3.9. Penedo Furado do Monte da Meadela

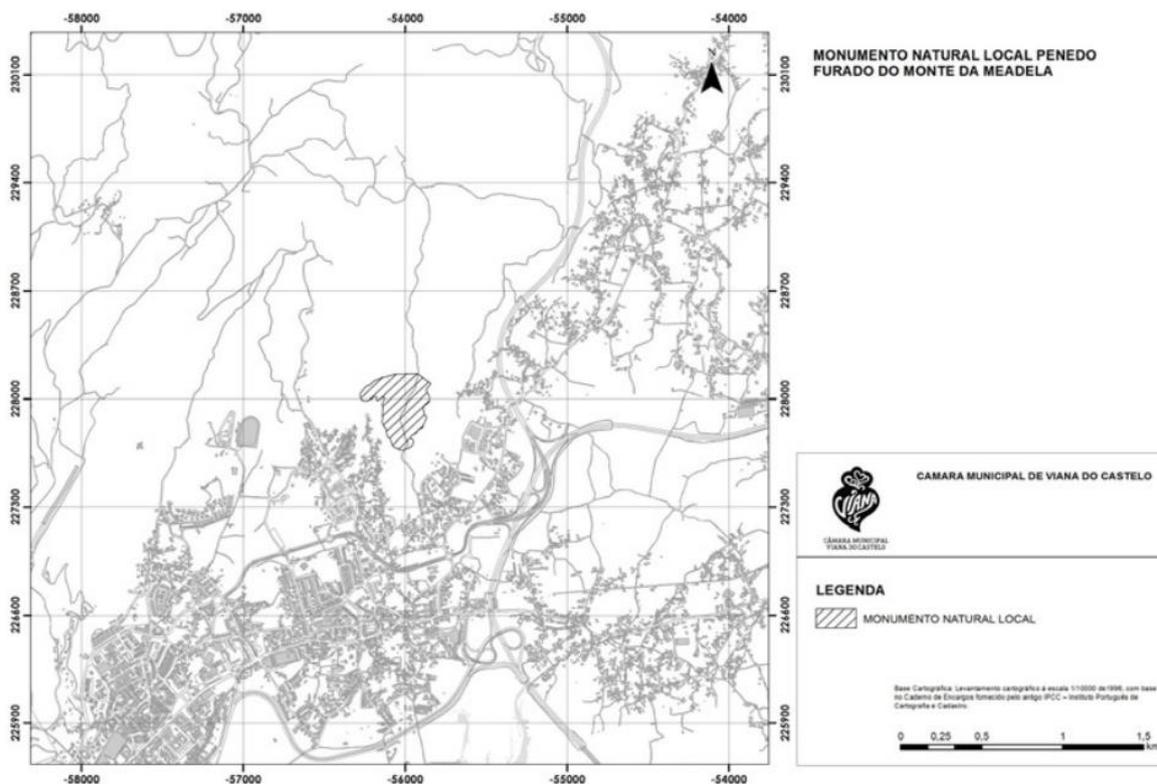


Figura 35 Localização do MNL do Penedo Furado do Monte da Meadela (Diário da República, 2.ª série – N.º 18 – 25 de janeiro de 2018)

O geossítio constitui uma área de aproximadamente 13 ha. Localizado na encosta da serra de Sta Luzia, na freguesia da Meadela.

O geossítio é constituído por um bloco granítico, de forma paralelepípedica, esvaziado no interior, com abertura para S/SO, compatível com um processo de meteorização em tafoni. Para além de constituir um exemplo notável deste processo de meteorização, a rocha apresenta um elevado interesse geocultural para os habitantes da freguesia da Meadela, com importante valor de pertença.

Há relatos de vários habitantes que reconhecem aquele afloramento como o local onde foram concebidos.

No mesmo maciço ocorrem formas de pseudoestratificação e fraturação poligonal, bem como fraturas arqueadas e pias do tipo pan, sem exutórios. O geossítio ocorre sobre um retalho da superfície de Além do Rio e constitui uma posição privilegiada de observação do Monumento

Natural Local das Ínsuas do Lima, bem como das principais superfícies de aplanamento que ocorrem a sul do Lima (Carvalhido, 2016).

### 2.3.10 Turfeiras das Chãs de Arga

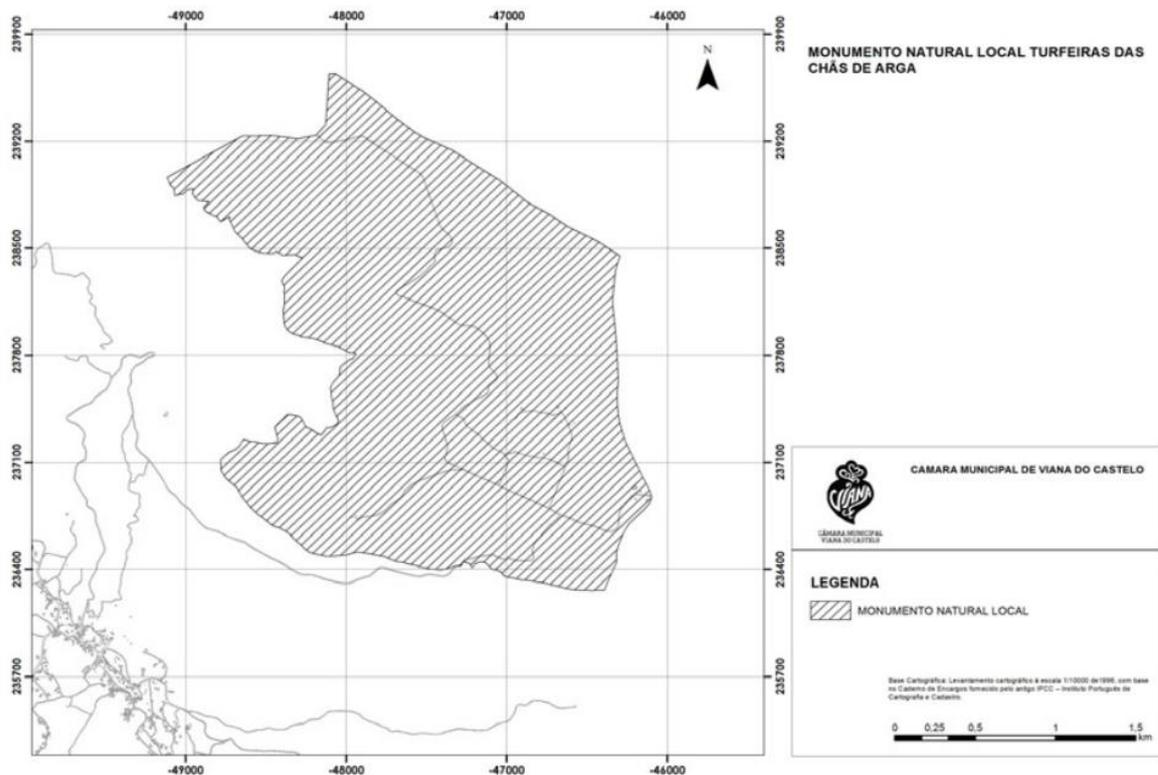


Figura 36 Localização do MNL das Turfeiras das Chãs de Arga (Diário da República, 2.ª série – N.º 18 – 25 de janeiro de 2018)

Constituído por uma ampla planura 591 há, o geossítio corresponde à superfície culminante de referência para o relevo do médio-baixo Lima (Superfície de Arga, ~800 m) de que se destaca a Chã Grande, o Chão das Sizedas e a Chã de S. João, esta última onde se localiza o Alto da Fonte da Urze (nascente do Rio Âncora).

As depressões que surgem e ocupam grande parte das três chãs, formam charnecas e turfeiras, com provável origem periglaciária. No setor do Bretial é possível observar-se o anel de Sto Ovídeo, relevo resultante de uma intrusão granítica em língua, cuja parte apical foi erodida. É possível observar a norte, as principais superfícies dos maciços a norte de Arga, até território espanhol. Para além do valor científico e cénico do geossítio, salienta-se a conservação de várias

geoformas graníticas residuais, com elevado potencial de uso turístico e educativo (Carvalhido, 2016).

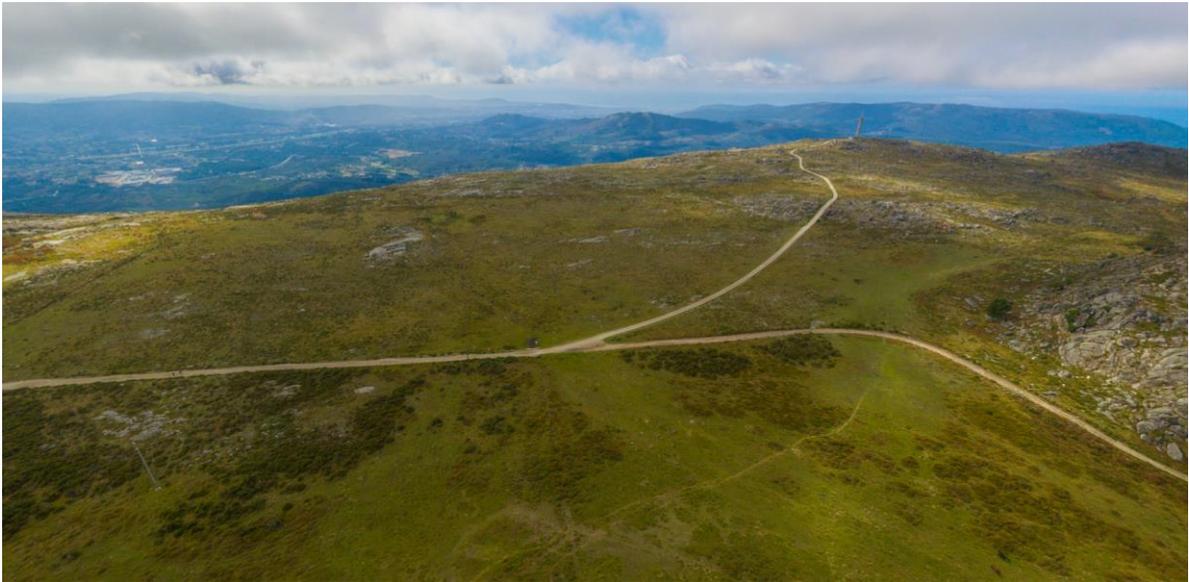


Figura 37 Chãs de Arga - Chã Grande (<http://parquesnaturais.360portugal.com/PP/SerraArga/Chao-Cizedas/>)

### 2.3.11. Planalto Granítico das Chãs de Sta Luzia

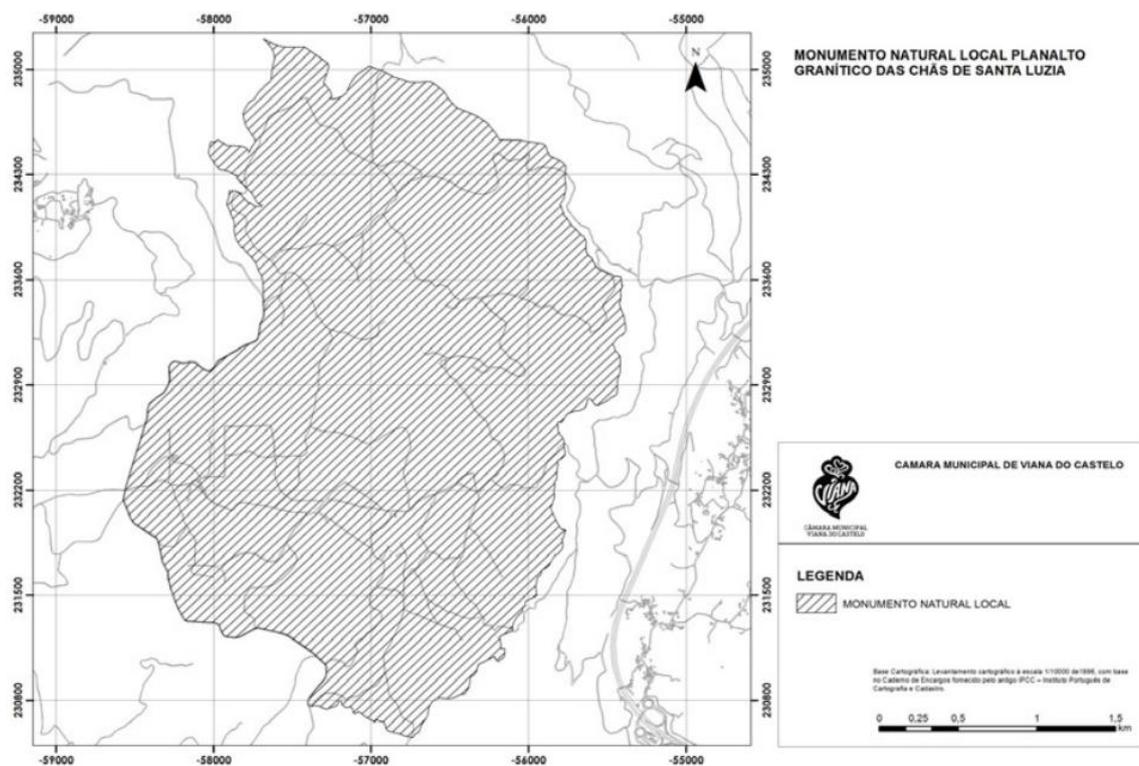


Figura 38 Localização do MNL do Planalto Granítico das Chãs de Sta Luzia (Diário da República, 2.ª série – N.º 18 – 25 de janeiro de 2018)

O geossítio corresponde a área com cerca de 908 ha, constituída a norte pela Chã de Afife, a leste pela Chã da Gurita de Couço e a sul, pelas Chãs de Carreço e de Areosa.

O limite oeste do geossítio coincide, grosso modo, com a vertente atlântica da serra de Sta Luzia. Sob o ponto de vista do interesse geocultural referem-se a conservação de insculturações, nomeadamente fossetes e quadriláteros, e que constituem manifestações de litolatria (provavelmente da idade do Bronze ou bem mais tardias), consistindo em limites paroquiais ou suporte a jogos praticados pelos pastores.

Não existe ainda consenso sobre a antiguidade e o significado destas gravações.

Sob o ponto de vista geomorfológico, o geossítio constitui a superfície de aplanamento do topo da serra de Sta Luzia, que se desenvolve essencialmente a 460 metros. Esta superfície constitui a superfície culminante do antiforma de Caminha-Viana do Castelo. As geoformas residuais como os *inselberge* de maior escala, as pias, constituem relíquias da etapa de evolução subaérea do relevo granítico, anterior à erosão do rególito.

Os exutórios que foram identificados associados às pias, comprovam que estas estruturas foram provavelmente recuperadas durante as etapas de pós-exumação do relevo, no domínio dos processos de dinâmica de vertentes. Ocorrem vários afloramentos com enxames de encraves sobremicáceos, biotíticos, com turmalina, testemunhos-relíquia da posição de cúpula do plutonito de Bouça de Frade em relação ao encaixante metassedimentar.

Na zona de Covões ocorre o contacto gradacional dos plutonitos de Bouça de Frade e de Afife, destacam-se alguns diferenciados pegmatíticos pela sua estrutura e mineralogia. Os referidos corpos são filonianos e assumem possança aflorante variável (até +- 1 m) e atitudes subverticais norte-sul. Apresentam como minerais acessórios interessantes granada, turmalina e berilo automórficos. Este geossítio integra o geossítio das Lavarias Romeiras de Sta Luzia, que é uma área onde se realizava separação hidrogravítica de cassiterite, rútilo, ilmenite-rútilo e ilmenite, em bacias e caleiras. Esta atividade era realizada geralmente por mulheres e crianças, em regime sazonal, nomeadamente nas estações e períodos mais chuvosos.

O geossítio é uma área de grande valor paisagístico e ecológico, este último patente, por exemplo, nas comunidades biológicas instaladas nas lagoas e regatos formados em resultado de emergências locais (Chã de Carreço) (Carvalhido, 2016).

### 2.3.12. Cristas Quartzíticas do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes

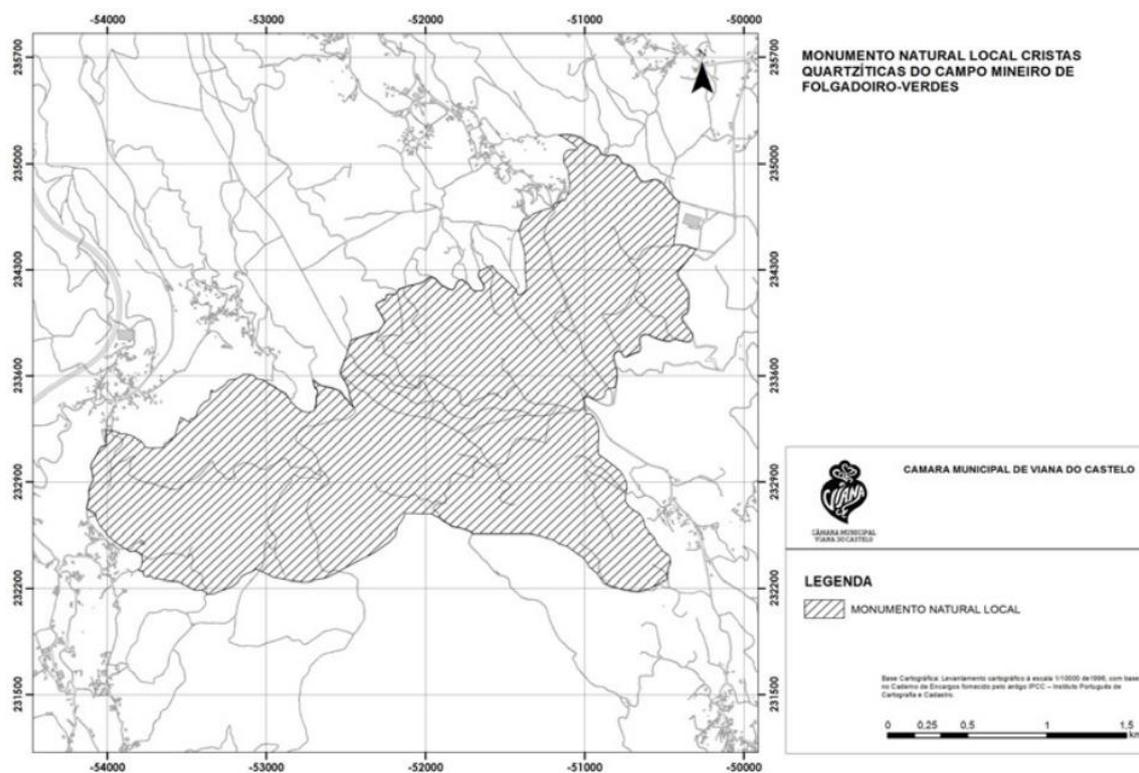


Figura 39 Localização do MNL Cristas Quartzíticas do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes (*Diário da República*, 2.ª série – N.º 18 – 25 de janeiro de 2018)

Constituído por cerca de 1025 há, o monumento natural estabelece-se entre o v.g. do Folgadoiro e a cumeada da Serra de Amonde, a ocidente.

É uma área-chave para observação dos maciços de Sta Luzia, Perre e Arga, nomeadamente os retalhos conservados das principais superfícies de aplanamento. A área é constituída por dois geossítios:

- O geossítio do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes que estende-se às concessões do Alto da Bouça da Breia e Campo da Corte, (Serra de Amonde), destaca-se a Mina do Alto da Bouça da Breia (concessão Alto da Bouça da Breia e Folgadoiro) com atividade, sobre 9 corpos filonianos, um dos quais de quartzo hidrotermal, com teores em W e Au 4 significativos, sendo os restantes mineralizados pela Cassiterite. Foram reconhecidas escavações antigas sobre a área desta concessão, atribuídas à lavra romana (ex. poços romanos). Para além do relevante património mineiro, com interesse geocultural, mineralógico e petrográfico, realçam-se os relevos residuais das cristas quartzíticas da

Serra de Amonde, e com interesse tectónico, o Carreamento de Vila Verde (carreamento basal parautóctone-autoctone).

- O geossítio da Mina de Cassiterite do Rexisco corresponde à Mina de Tourim (concessão em 1947), no Lugar de Tourim-Amonde, reconhecendo-se atividade extrativa neste setor desde o período romano (Alto da Bouça da Breia – Folgadoiro – Folgadoura e Campo da Corte). Constitui uma mina com duas galerias subperpendiculares, uma com cerca de 120 m (N-S) e outra (E-W, extensão desconhecida), desenvolvida em dois andares. A mina está talhada em rocha, sem escoramento. As bocas de mina estão fechadas (gradeamento e/ou entulho) para impedir acesso não regulado. Da mina extraía-se minério de Sn (Cassiterite), mas também ouro instalado em veios hidrotermais e brechas hidráulicas, que se reconhecem nas paredes das galerias.

São galerias de invulgar beleza, um exemplo de património mineiro raro e em excelente estado de conservação, que urge classificar e reabilitar para uso científico, turístico e educativo. Na área do geossítio ocorrem afloramentos da Unidade do Minho Central (Torre-Amonde) de xistos cinzentos com alternância de metassiltitos e filitos, com sulfuretos (Silúrico) (Carvalhido, 2016).

### 2.3.13. Dunas Trepadoras do Faro de Anha

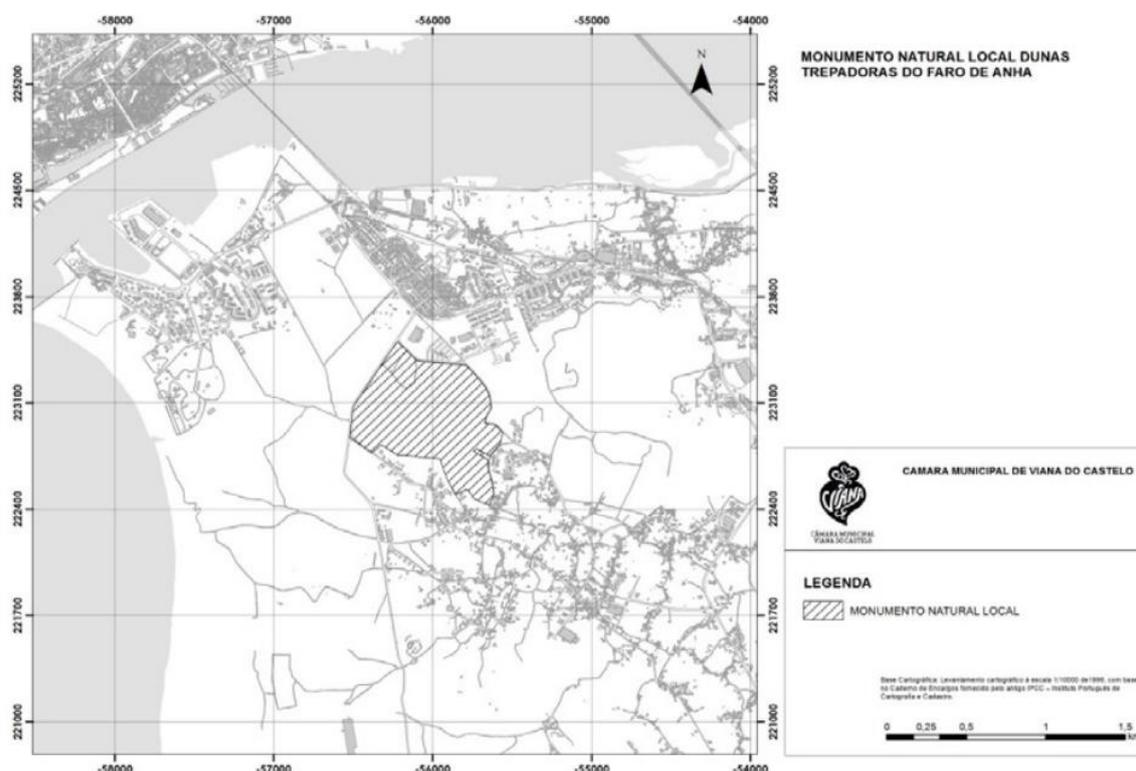


Figura 40 Localização do MNL das Dunas Trepadoras do Faro de Anha (*Diário da República*, 2.ª série – N.º 18 – 25 de janeiro de 2018)

O geossítio corresponde à vertente NE do maciço de Galeão e possui aproximadamente 57 ha, localizado na margem esquerda da foz do Lima.

Nesta área estão preservadas três superfícies de aplanamento: Superfície de Vila Fria (50 m), Superfície de Ola (75 m) e Superfície de Faro de Anha (100 m). Estas superfícies encontram-se regularizadas por depósitos arenosos, bem calibrados, preservando estratificação entrecruzada e laminação cruzada por ripples de corrente.

As Areias de Galeão são areias dunares depositadas no culminar da crise climática da Pequena Idade do Gelo (Mínimo de Dalton) (datação radiométrica indica deposição entre os anos de 1780 e 1800). A estratificação entrecruzada típica desta unidade é nítida em alguns setores, embora por vezes sejam só observáveis feixes de baixo ângulo. Os dados da morfometria e morfometria comprovam a origem eólica dos depósitos, constituídos por grãos de feições roladas a sub-roladas, com superfícies picotadas e boleadas-brilhantes. As condições de fraca humidade, associadas aos fortes ventos que se terão feito sentir durante o Mínimo de Dalton, terão sido

responsáveis pelo transporte e posterior regularização eólica das superfícies de Galeão. Apesar do conteúdo carbonatado das Areias de Galeão, a idade recente, a fraca espessura dos depósitos e as condições de frio (propícias à dissolução de carbonatos) terão impedido a sua consolidação.

As memórias paroquiais são um espólio com potencial de exploração nesta temática. A base da unidade das Areias de Galeão (primeiros 20 cm) conserva clastos de granito de grão médio a fino, de duas micas e biotítico (MPS=20 cm), subangulosos. Sob as areias dunares ocorre a unidade litostratigráfica Areias da Ribeira da Areia, que correspondem às condições de disponibilidade hídrica que antecedem o *Mínimo de Maunder*, que constitui o período de plena instalação da Pequena Idade do gelo na Europa.

Os depósitos-tipo conservam alguns de sets de *ripples* frontais com estrutura interna preservada – lâminas frontais tangenciais a sigmoidais, inclinadas para NE e lâminas dorsais de contrafluxo.

A datação OSL dos depósitos revelou instalação entre os anos de 1590 ao 1650.

Os dados radiométricos disponíveis, o contacto estratigráfico em involução e os clastos decacentimétricos de granito de grão médio, de 2 micas, angulosos, na transição entre os dois níveis, permitem deduzir a associação dos depósitos com evolução climática até à instalação do *Mínimo de Maunder*: o nível inferior está associado a um meio com água líquida disponível, associado a correntes (Areias da Ribeira da Areia), a degradar os depósitos eólicos a cotas superiores, transitando, posteriormente, para condições frio (observam-se indícios de crioturbação na transição entre as duas unidades), de ventos fortes mas pouco húmidas (Carvalhido, 2016).

### 3. Valorização da geodiversidade em percursos pedestres no Geoparque Litoral Viana do Castelo

O Geoparque Litoral Viana do Castelo é um projeto recente, mas que apresenta já várias iniciativas com vista à conservação do património geológico e da sua valorização. No que diz respeito à conservação, destaca-se a classificação de 13 áreas como Monumento Natural Local, referida no capítulo anterior. Quanto à valorização, são de destacar o programa Rede Escolar de Ciência e a sinalização dos MNL e a sua interpretação através de painéis interpretativos no terreno, bem como a possibilidade de visitas virtuais (<https://www.geoparquelitoralviana.pt/>)

No entanto, uma das ferramentas mais utilizadas para a valorização da geodiversidade e do património geológico são os percursos pedestres, uma vez que proporcionam a possibilidade de se realizar atividade física ao ar livre, ao mesmo tempo que se promovem aspetos naturais e culturais do território. Esta ferramenta é particularmente importante no caso dos geoparques, onde se procura atrair turistas para o território. No caso do Geoparque Litoral de Viana do Castelo, verifica-se que, apesar de no concelho existirem 28 percursos pedestres de pequena rota (PR) homologados (Fig. 38), estes não estão diretamente relacionados com as estratégias de valorização da geodiversidade promovidas pelo geoparque.

É neste contexto que este trabalho procura valorizar esta componente, realçando a importância dos percursos pedestres nas estratégias dos geoparques e demonstrando, com o exemplo de dois PR, como a geodiversidade pode ser valorizada usando novas tecnologias de informação. Foram selecionados os PR3 (Trilho do Fojo do Lobo) e PR4 (Trilho do Por do Sol) para o efeito, por impossibilidade de se realizar a valorização em todos os percursos existentes no concelho e por sugestão da gestão do Geoparque Litoral de Viana do Castelo, uma vez que se entendeu que possuem um elevado potencial de valorização da morfologia granítica, o que ainda não está contemplado nos instrumentos existentes de divulgação e interpretação desses percursos pedestres. De igual forma, estes percursos abrangem o sector da vertente ocidental da Serra de Arga e o MNL Cascatas da Ferida Má.



Figura 41 Trilhos pedestres homologados no concelho de Viana do Castelo (cm-viana-castelo.pt)

### Legenda:

PR 1 - Trilho da Montanha Sagrada	PR 15 - Trilho Passear Perre I;
PR 2 - Trilho dos Pastores;	PR 16 - Trilho Passear Perre II;
PR 3 - Trilho do Fojo do Lobo;	PR 17 - Trilho do Monte Galeão;
PR 4 - Trilho do Pôr do Sol;	PR 18 - Trilho de São Martinho de Outeiro;
PR 5 - Trilho do Pincho;	PR 19 - Trilho de Castro de Roques;
PR 6 - Trilho dos Moinhos de Vento de Montedor;	PR 20 - Trilho das Terras de Geraz;
PR 7 - Trilho do Forte de Paçô;	PR 21 - Trilho do Vale de Lima;
PR 8 - Trilho da Chão de Carreço;	PR 22 - Trilho dos Romeiros;
PR 9 - Trilho dos Canos de Água;	PR 23 - Trilho dos Sobreiros;
PR 10 - Trilho de Santa Luzia; (Não operacional, consultado em 06/05/2020);	PR 24 - Trilho dos Castros;
PR 11 - Trilho de Vila de Barroelas;	PR 25 - Trilho Pedestre e Equestre da Ribeira Lima;
PR 12 - Trilhos das Azenhas de Barroelas;	PR 26 - Trilho das Quintas;
PR 13 - Trilho de Castro de Moldes;	PR 27 - Trilho da Rota da Murta;
PR 14 - Trilho dos Palheiros de Sargaço;	PR 28 - Trilho dos Três Cumes (Em implementação)

### 3.1. Metodologias

A primeira fase do trabalho consistiu na definição da área de estudo, nomeadamente a escolha de percursos pedestres localizados no Geoparque Litoral Viana do Castelo, onde pudessem ser desenvolvidas ferramentas de valorização da geodiversidade. Como referido anteriormente, os percursos seleccionados como áreas amostra foram os PR3 - Trilho do Fojo do Lobo e PR4 - Trilho do Pôr do Sol.

No terreno, foi realizado o levantamento pormenorizado desses mesmos trilhos, registando-se todos os elementos de interesse geológico e recolhendo fotografias dos mesmos recorrendo a equipamento fotográfico convencional e aéreo (Fig. 42).



*Figura 42. Equipamento fotográfico usado no trabalho: câmara fotográfica digital tipo Reflex, modelo 200D da Canon® e veículo aéreo não tripulado, modelo Mavic Air da DJI®*

Os levantamentos no terreno foram acompanhados pela elaboração de cartografia específica, recorrendo-se, numa primeira fase, ao software Google Earth® porque o traçado dos trilhos tinham sido previamente fornecidos em ficheiros do tipo .kmz. Com o levantamento dos pontos de interesse geológico ao longo dos trilhos e o traçado dos percursos importado do Google Earth®, foi elaborado um projeto cartográfico no software de informação geográfica Quantum GIS®, sobreposto à cartografia topográfica na escala 1/25 000, versão digital (Fig. 43).

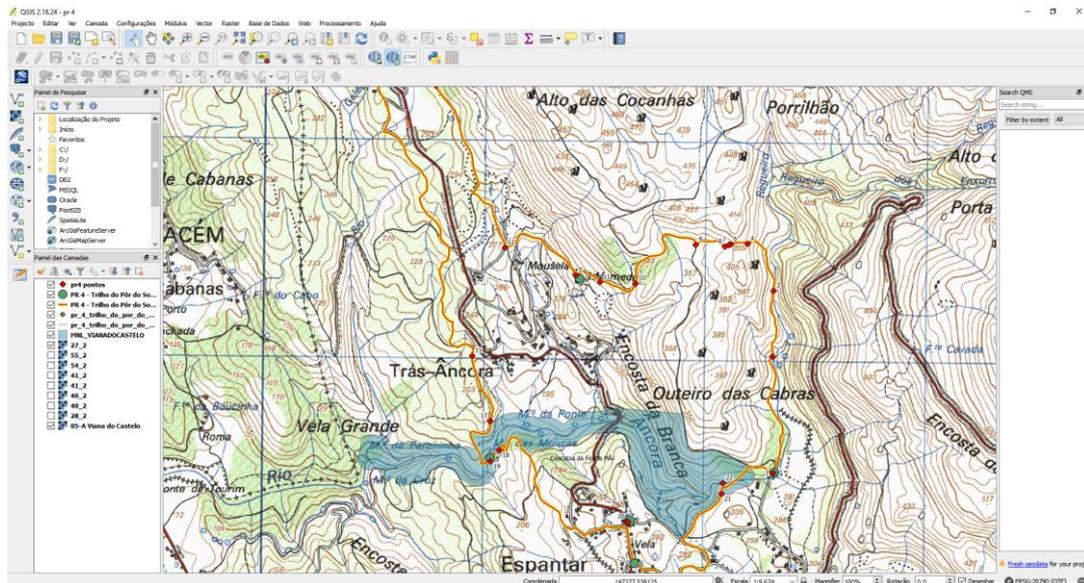


Figura 43. Aspeto da interface gráfica do software Quantum GIS® e da cartografia do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol) sobreposta à folha 40,41 54 e 55 da Carta Militar de Portugal na escala 1/25000, versão digital matricial.

Também foi realizado um outro mapa em Qgis intitulado de “Mapa geomorflógico do concelho de Viana do Castelo. Este mapa foi realizado, usando o sistema de coordenadas Lisbon (Lisbon)/Portuguese National Grid EPSG:20790, entretanto foram importadas para o mesmo, layers de cartas militares (27, 28, 40, 41, 54 e 55) também no sistema de coordenadas Lisbon (Lisbon)/Portuguese National Grid EPSG:20790, layer da carta geológica, das linhas da respetiva tectónica da zona e as curvas de nível, tudo em sistema de coordenadas SRC gerado automaticamente.

A partir da carta militar e do registo das curvas de nível, foi possível representar os rios do concelho e as suas devidas superfícies de aplanamento.

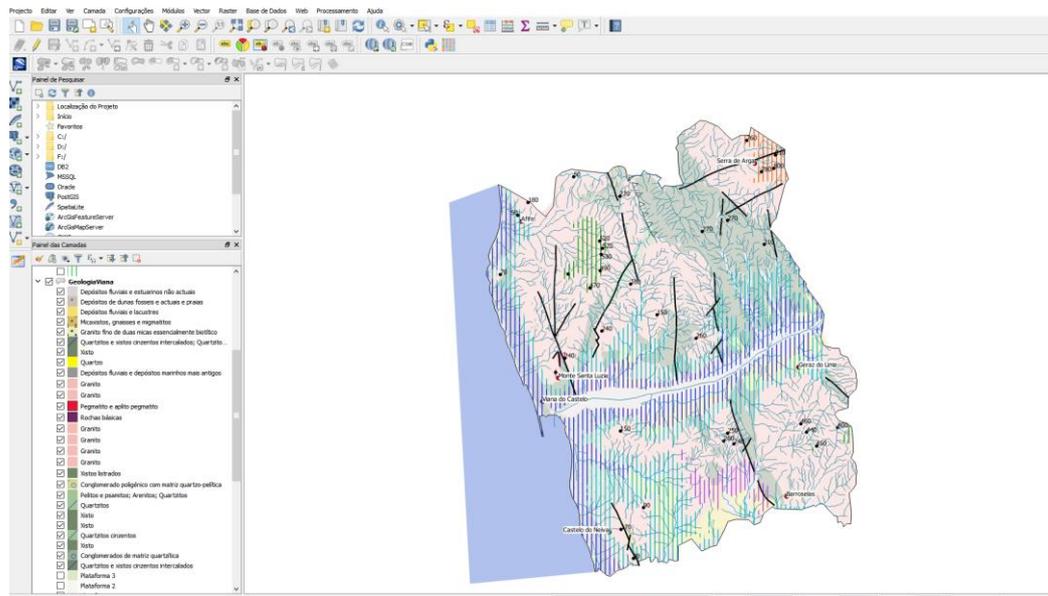


Figura 44 Exemplo do projeto da carta geomorfológica do concelho

Foram também realizados modelos 3D de alguns locais com interesse geológico, nomeadamente de blocos graníticos em que aspetos da sua morfologia fossem melhor percebidos em contexto tridimensional. Estes modelos foram obtidos a partir de fotografias captadas com a câmara convencional e com o veículo aéreo não tripulado (VANT). Para tal, foi utilizado o software PhotoScan Professional da AgiSoft® (Fig. 45).

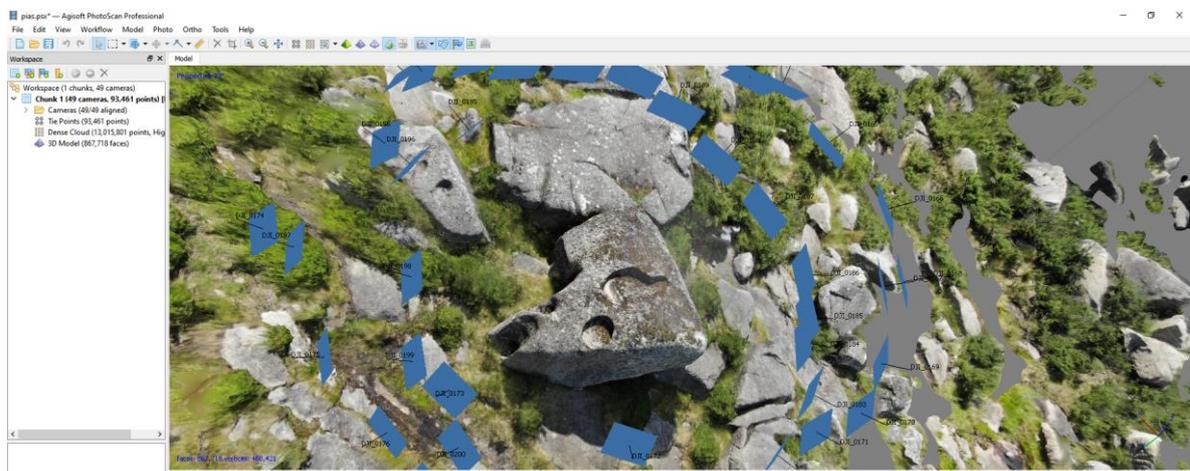


Figura 45. Aspeto da interface gráfica do software PhotoScan Professional da AgiSoft® na construção de um modelo 3D de um bloco granítico com pias, situado no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol). Os polígonos a azul representam as posições a partir das quais as fotografias foram obtidas.

Foi igualmente realizada a gravação em vídeo de uma parte de um trilho, utilizando-se uma câmara de captação de imagens a 360 graus (Fig. 46). Esta tecnologia capta em vídeo muito mais informação do que com uma câmara tradicional, permitindo ao observador escolher a

perspetiva de visualização no vídeo gravado e pode ser um modo de “disponibilizar” os percursos pedestres remotamente e, por exemplo, a pessoas de mobilidade reduzida sem possibilidade de os realizar efetivamente.



*Figura 46. Equipamento de captação e gravação de vídeo a 360° usado no trabalho: modelo ONE X da Insta360®*

As gravações foram importadas para o software Studio 2020 da Insta360®, no qual o vídeo foi renderizado (Fig. 47). Esta renderização permitiu a sua posterior edição no software Premiere Pro 2020 da Adobe®, com a possibilidade de ser acrescentada informação escrita ou em áudio (Fig 48). O recurso a equipamento específico como óculos de realidade virtual (VR) permitem ainda a obtenção de uma experiência mais imersiva.

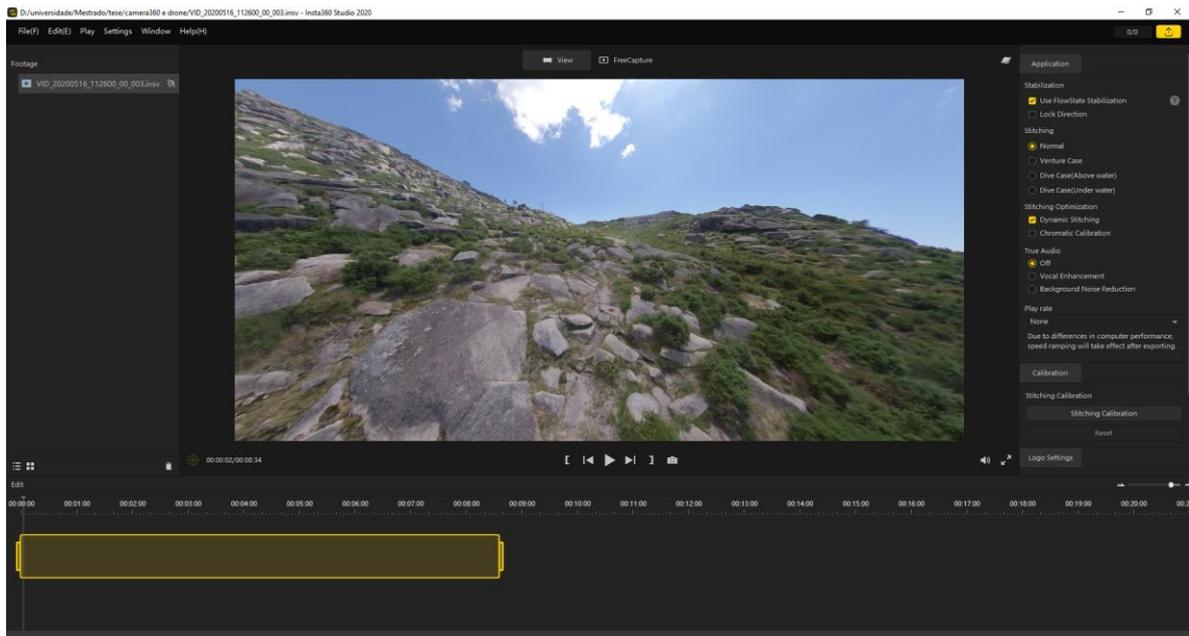


Figura 47. Aspecto da interface gráfica do software Studio 2020 da Insta360® para a renderização do vídeo captado com a câmera ONE X.

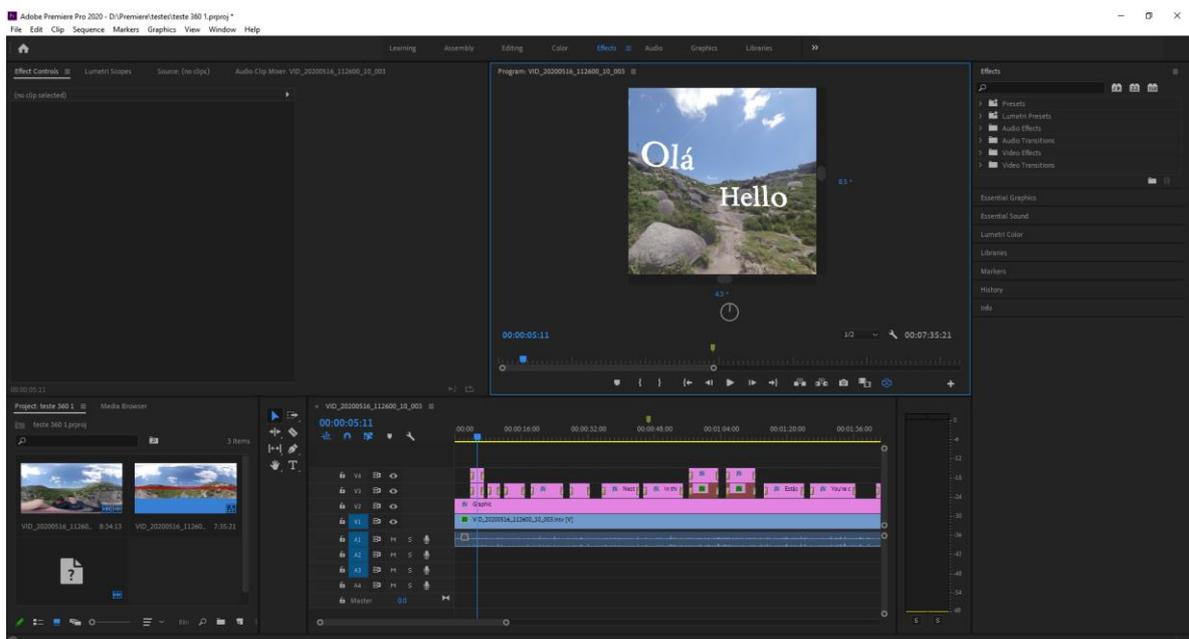


Figura 48. Aspecto da interface gráfica do software de edição de vídeo Premiere Pro 2020 da Adobe®, com introdução de conteúdos escritos e em áudio ao longo do vídeo.

Foi ainda realizado um modelo para panfleto de divulgação dos percursos pedestres, com o exemplo do percurso PR 4 (Trilho do Pôr do Sol). Para tal, foi usado o software Photoshop CC da Adobe® (Fig. 49). O objetivo do panfleto é a divulgação de cada trilho pelo público em geral. No

panfleto estarão descritas informações sobre os principais pontos de interesse ao longo do trilho, incluindo os locais de interesse geológico, assim como a cartografia e normas de segurança.

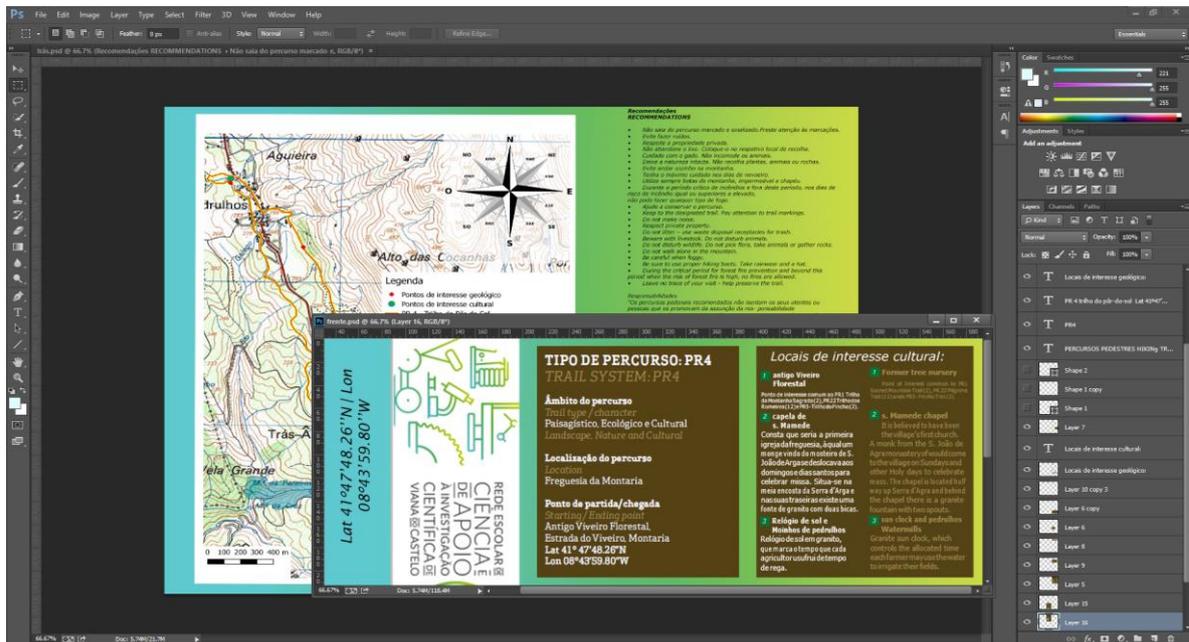


Figura 49. Aspeto da interface gráfica do software Photoshop CC da Adobe® com a elaboração de proposta de panfleto do percurso PR4 (Trilho do Pôr do Sol).

### 3.2. Trilho do Fojo do Lobo (PR3)

O percurso pedestre PR3 (Trilho do Fojo do Lobo) tem início e fim na aldeia da Montaria, no sopé da vertente ocidental da Serra de Arga (Fig. 50). Tem 4.3 km de extensão e, como o seu próprio nome indica, foi criado para explorar aspetos culturais relacionados com a aldeia e sobretudo com a estrutura do tipo armadilha para lobos (fojo), construída com blocos do granito local. Nos pontos seguintes apresentam-se os pontos considerados com interesse geológico ao longo do percurso, alguns dos quais coincidem com pontos de interesse cultural, o que revela elevado valor cultural dos elementos da geodiversidade.

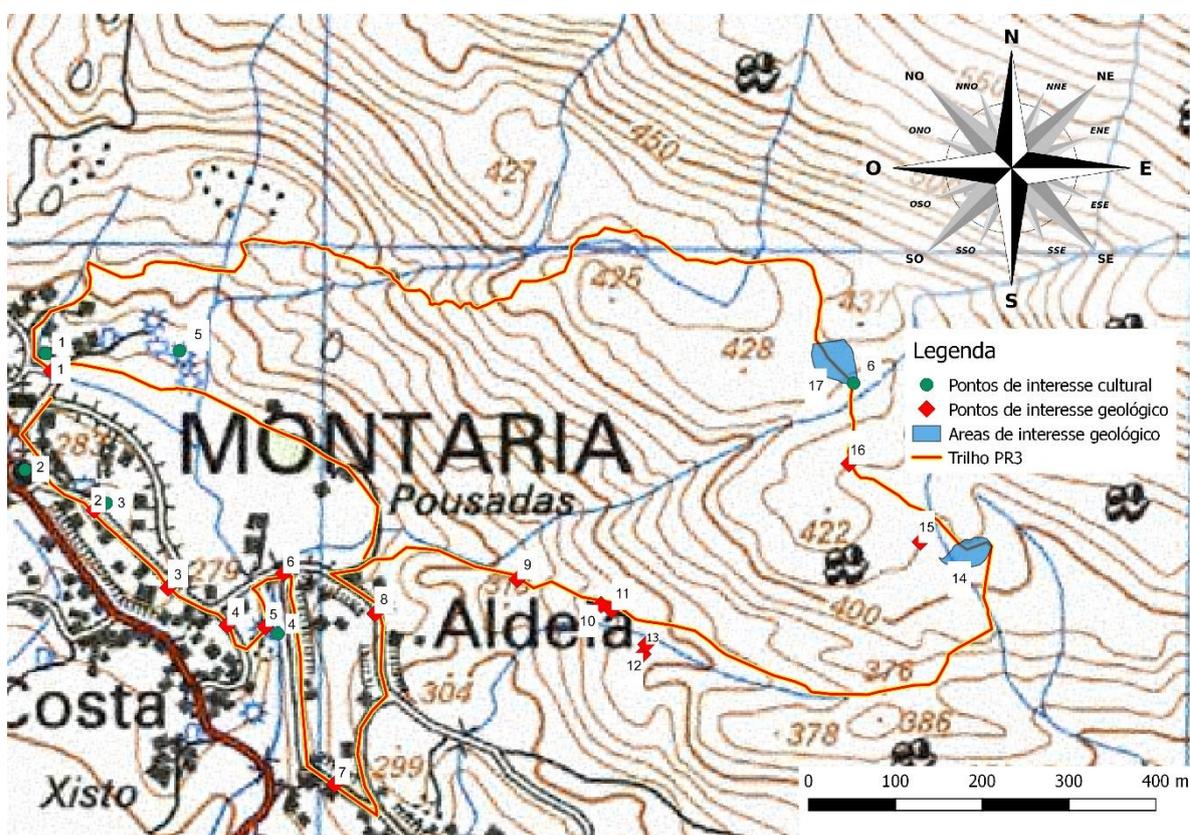


Figura 50. Traçado do percurso pedestre PR3 (Trilho do Fojo do Lobo), com início e fim na aldeia da Montaria.

Pontos de Interesse Cultural:

- |                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1. Porta do Sítio da Serra D'Arga; | 5. Moinhos do Lavadouro; |
| 2. Igreja Paroquial;               | 6. Fojo do Lobo          |
| 3. Calvário da Montaria            |                          |
| 4. Moinhos da Costa;               |                          |

### 3.2.1. Início do percurso PR3 (41°47'28.14"N, 8°43'43.15"W)

Este local marca o início do percurso PR3 (para além deste, é também o início dos percursos PR1, PR2 e PR5). No painel situado no centro da aldeia da Montaria (Fig. 51) pode visualizar-se a sinalética de percurso, o perfil altimétrico, os principais pontos de interesse cultural e informações, tanto em português como em inglês, sobre cuidados a ter na realização do trilha. Não possui informação sobre aspetos geológicos, mas seria importante reformular o painel nesse sentido, realçando os valores da geodiversidade ao longo do percurso.



*Figura 51. Painel de início dos percursos pedestres PR1, PR2, PR3 e PR5, situado na aldeia da Montaria.*

### 3.2.2. Afloramento de xisto 1 (41°47'22.90"N, 8°43'40.96"W)

Nos primeiros metros do trilha é possível observar afloramentos de xistos, junto ao caminho. Apesar da rocha estar muito meteorizada (Fig. 52), este local é relevante porque é dos poucos locais onde é possível observar estas rochas, num percurso (e no geoparque, no geral) que se desenvolve quase exclusivamente sobre rochas graníticas. Estes xistos enquadram-se na Unidade de Torre-Amonde, constituída por xistos carbonosos e apelitosos, com raras lenticulas de liditos e quartzitos cinzentos do Silúrico (Meireles et al., 2014), uma sub-unidade na Unidade do Minho Central e Ocidental, designação para a unidade parautoctone da Zona Galiza-Trás-os-Montes no NW de Portugal (Pereira, 1989).



*Figura 52. Afloramento de xistos com elevado grau de alteração na lateral de um caminho rural, na aldeia da Montaria.*

### **3.2.3. Casas na aldeia da Montaria (41°47'19.99"N, 8°43'37.26"W)**

Uns metros mais à frente, pode observar-se o aproveitamento dos materiais rochosos locais na construção de uma casa típica da aldeia (Fig. 53). Este local tem particular interesse porque permite constatar o modo como estes dois tipos de rocha (granitos e xisto) podem coexistir nestes elementos culturais, realçando-se as próprias características das rochas: blocos maiores de granito e pequenos fragmentos de xisto a colmatar os restantes espaços.



*Figura 53. Casa na aldeia da Montaria, com paredes construídas com blocos de granito e pequenos pedaços de xisto (pormenor na fotografia da direita).*

### **3.2.4. Afloramento de xisto 2 (41°47'18.60"N, 8°43'34.30"W)**

Ainda na aldeia, observam-se afloramentos de xistos de ambos os lados da rua (Fig. 54). Este local tem interesse porque é possível observar com clareza a xistosidade da rocha, uma vez que aqui esta se encontra menos meteorizada.



*Figura 54. Rua na aldeia da Montaria, com afloramento de xistos em ambas as bermas.*

### **3.2.5. Moinhos da Costa (41°47'18.56"N, 8°43'32.38"W)**

À saída da aldeia da Montaria, já sobre rochas graníticas chega-se aos moinhos da Costa, cuja construção incorpora também xistos e granitos (Fig. 55). No mesmo local, ocorrem marcas antigas de rodados na calçada muito antiga feita com o granito local (Fig. 56). O granito da Serra de Arga (ou de Arga) é de duas micas, de grão médio a grosseiro, com fraca tendência porfiroide, com uma idade de 305 milhões de anos (Dias, 1987). Este local tem particular interesse para se demonstrar a importância das rochas como materiais de construção tradicionais e sobretudo a dinâmica fluvial e o seu aproveitamento pelos locais com estes mecanismos tradicionais (inoperacionais atualmente) para moagem de cereais.



*Figura 55. Moinhos da Costa, contruídos em granito e xisto (não operacionais), junto à aldeia da Montaria.*



*Figura 56. Marcas de antigas rodados na rocha granítica da calçada junto aos moinhos da Costa.*

### 3.2.6. Esteios de granito (41°47'20.57"N, 8°43'31.52"W)

Nos campos agrícolas junto à aldeia da Montaria, observa-se o uso (cada vez menor na maioria da paisagem minhota) do granito como material de suporte à vinicultura tradicional. Os esteios em granito para armar ramadas de videiras (Fig. 57), normalmente nas bermas dos campos agrícolas, estão aqui ainda bem presentes e revelam a importância do granito na história das populações locais.



*Figura 57. Esteios de ramada em granito, em campo agrícola junto à aldeia da Montaria,*

### 3.2.7. Afloramento de xisto 3 (41°47'12.64"N, 8°43'28.87"W)

Um pouco mais à frente, volta-se a entrar no domínio dos xistos e num talude do caminho é possível observar estas rochas a aflorar (Fig. 58). Trata-se do melhor afloramento de xistos ao longo de todo o percurso, pela sua elevada dimensão e pela possibilidade de se observar a xistosidade da rocha, apesar de apresentar alguma meteorização.



*Figura 58. Talude do caminho com afloramento de xistos, no percurso pedestre PR3.*

### **3.2.8. Ponto panorâmico para a Serra (41°47'19.08"N, 8°43'26.92"W)**

Novamente mais perto da aldeia da Montaria, já no caminho principal, precisamente no contacto entre xistos e granitos há um local onde a visualização panorâmica da vertente ocidental da Serra de Arga é mais apropriado (Fig. 59). Daqui é possível constatar a encosta íngreme e a ocorrência de blocos graníticos em toda a vertente, em contraste com as vertentes despidas de blocos onde ocorrem os xistos. A parte seguinte do percurso faz-se precisamente subindo a vertente granítica da serra.



*Figura 59. Local de onde é possível observar de modo panorâmico a vertente ocidental da Serra de Arga e a geomorfologia granítica desse sector.*

### **3.2.9. Rodados na calçada (41°47'20.41"N, 8°43'19.84"W)**

Na subida, já nos granitos, é possível observar mais uma vez o efeito da passagem de rodados (de carroças puxadas por animais) no granito *in situ* que constitui a base do trilho (Fig. 60), o que demonstra que este percurso já foi muito mais usado do que atualmente, e que a serra e os seus recursos naturais foram desde há séculos usados pela população local.



*Figura 60. Aspecto de Marcas de rodados antigas no substrato granítico do percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*

### **3.2.10. Tafone 1** (41°47'19.47"N, 8°43'15.65"W)

Um pouco mais acima, a meia encosta, chega-se a um dos melhores locais para observar geomorfologia granítica de pormenor. Junto do trilho, que neste local perde alguma definição, dividindo-se por alguns carreiros, pode observar-se um bloco granítico com tafone e pias (Fig. 58). Para este bloco foi elaborado um modelo 3D com recurso ao software PhotoScan Professional da AgiSoft®, de modo a poder ser incorporado em ferramentas digitais de valorização (aplicação, website, vídeo) do local (Fig. 59).

Este local foi também avaliado quantitativamente, quanto ao seu valor patrimonial, como exemplo do que pode ser realizado para sustentar a melhor estratégia (conservação, divulgação) dos locais, inclusivamente dos que fazem parte de percursos pedestres. Foi utilizada a metodologia proposta por Brilha (2016), com suporte da aplicação GEOSSIT (<https://www.cprm.gov.br/geossit>; critérios de avaliação nos Anexos 4 a 8).

Valor científico:	250 (em 400, equivalente a um valor de 62.5%)
Risco de degradação (Baixo)	170 (em 400, equivalente a um valor de 42.5%)
Valor Educativo (Relevância Nacional)	235 (em 400, equivalente a um valor de 58.75%)
Valor Turístico (Relevância Nacional)	235 (em 400, equivalente a um valor de 58.75%)

*Tabela 2. Resultados da avaliação quantitativa do valor patrimonial do ponto de interesse geológico*

*“Tafone 1”, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo), com base na metodologia de Brilha (2016)*

Os resultados demonstram que este local tem elevado potencial de divulgação, com reduzido risco de degradação, elevado valor científico e com valor turístico e educativo elevados.



*Figura 61. Pormenor do tafone que ocorre num bloco granítico no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*



*Figura 62. Aspeto de modelo 3D de bloco granítico com tafone e pias, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*

### **3.2.11. Bloco em equilíbrio** (41°47'19.29"N, 8°43'15.13"W)

No mesmo sector, ocorre um bloco de grande dimensão (cerca de 20 m<sup>3</sup>), em equilíbrio sobre outros blocos (Fig. 63). Apesar de ser uma ocorrência muito frequente na morfologia da Serra de Arga, este bloco destaca-se pela sua dimensão e é um bom exemplo da evolução por meteorização e erosão diferencial destas geoformas graníticas, influenciada pela rede de fraturação.



*Figura 63. Bloco granítico de grande dimensão (cerca de 20 m<sup>3</sup>) em equilíbrio sobre outros blocos, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*

### **3.2.12. Pias 1 (41°47'17.63"N, 8°43'13.55"W)**

Cerca de 50 metros adiante no percurso, ocorre uma elevada concentração de pias nos blocos graníticos, de entre os quais se destaca um com pias na sua parte superior e também na sua lateral (Fig. 61), sendo um bom exemplo da evolução destas micro formas graníticas com o tempo, em função da meteorização química sofrida pela rocha. Também para este bloco foi elaborado um modelo 3D com recurso ao software PhotoScan Professional da AgiSoft®, de modo a poder ser incorporado em ferramentas digitais de valorização (aplicação, website, vídeo) do local (Fig. 65).



*Figura 64. Pias em bloco granítico no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*



*Figura 65. Aspeto de modelo 3D de bloco granítico com pias, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*

### 3.2.13. Micro erosão diferencial (41°47'17.99"N, 8°43'13.39"W)

Em todo este sector da Serra de Arga é possível observar filões de quartzo nos granitos, o que é bastante comum em outras áreas graníticas. Normalmente, esses filões são salientes em relação à rocha granítica, devido a erosão diferencial. Contudo, neste local ocorre um bloco onde se pode observar o contrário, com a formação de um sulco na posição do filão (Fig. 66).



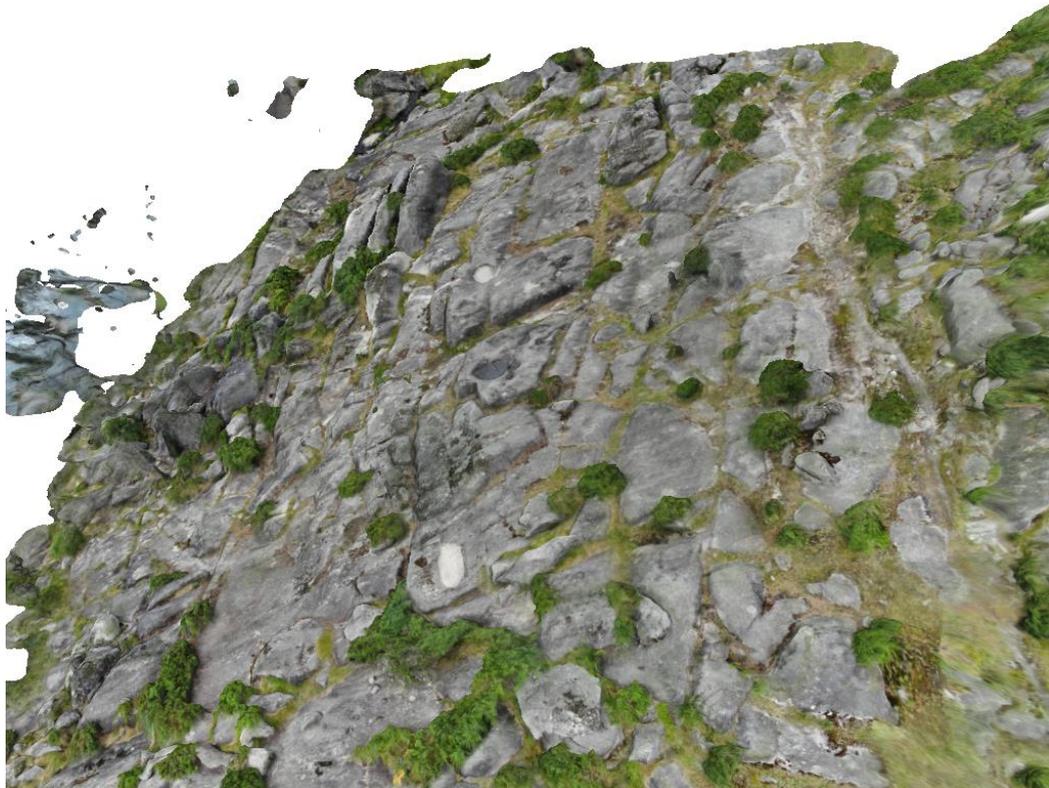
*Figura 66 Ocorrência de filão de quartzo mais meteorizado e erodido do que a rocha granítica, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*

### 3.2.14. Pias 2 (41°47'21.39"N, 8°42'57.28"W)

Já na parte mais alta do percurso pedestre, numa área mais aplanada, ocorre um conjunto de pias no substrato granítico lajeado que aí aflora (Fig. 67). Este local é particularmente interessante porque aí se observa pias de várias dimensões, algumas delas coalescentes, com água a preencher muitas delas, sendo um bom local para explicar a formação e evolução destas micro formas. Foi elaborado um modelo 3D deste patamar aplanado onde ocorre este conjunto de pias, com recurso ao software PhotoScan Professional da AgiSoft®, de modo a poder ser incorporado em ferramentas digitais de valorização (aplicação, website, vídeo) do local (Fig. 68).



*Figura 67 Pias em lajes graníticas no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*



*Figura 68 Aspeto de modelo 3D de lajes graníticas com pias, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*

### 3.2.15. Tafone 2 (41°47'21.93"N, 8°42'59.75"W)

Cerca de 50 metros mais adiante no percurso, observa-se um bloco com desenvolvimento de tafone (Fig. 69). Embora seja muito circunscrito e pouco desenvolvido, esta microforma merece referência pela sua raridade, mesmo num contexto onde ocorrem um elevado número de outras formas de pormenor.



*Figura 69 Ocorrência de tafone num bloco granítico, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*

### 3.2.16. Abrigo (41°47'24.85"N, 8°43'3.33"W)

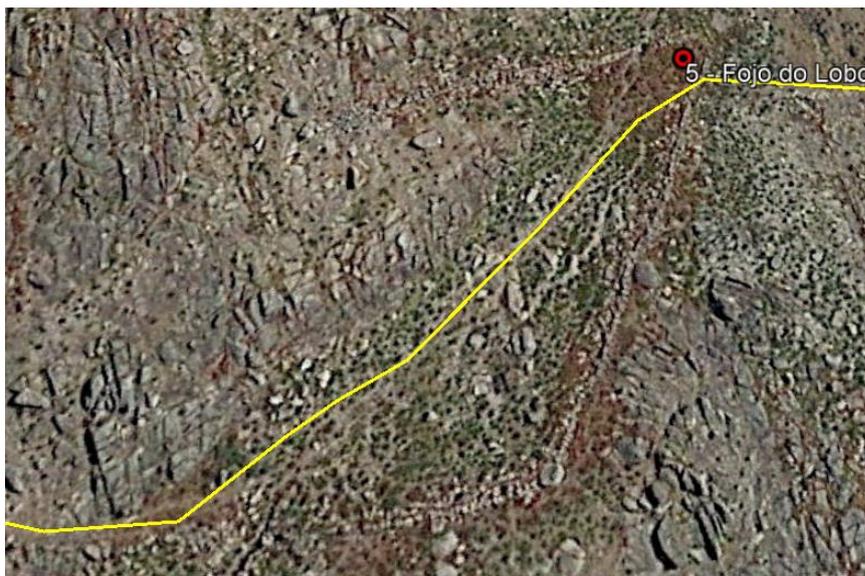
Neste ponto é possível observar o aproveitamento de um bloco de granito em equilíbrio para a construção de uma estrutura cercada, a qual poderia funcionar como um abrigo de montanha (cabana) ou como um pequeno curral para prender animais (Fig. 70). Na parte superior do bloco ocorrem pias, mas a maior relevância deste local reside mesmo nesta associação entre o valor natural e o seu aproveitamento cultural.



*Figura 70 Estrutura cercada (cabana/curral) construída com o aproveitamento de bloco granítico em equilíbrio, no percurso pedestre PR3 (Fojo do Lobo).*

### **3.2.17. Fojo do lobo** (41°47'28.05"N, 8°43'3.04"W)

O último ponto de interesse geológico (também cultural) do percurso é o que lhe dá o nome, nomeadamente o fojo do lobo que existe na parte mais alta do trilho (Fig. 71). Para além da relevância da rocha granítica utilizada para a construção do fojo, destaca-se igualmente o papel da morfologia das vertentes, essencial para que os muros do fojo “confluam” no fundo destas, na parte mais inclinada.



*Figura 71. Aspeto do fojo de lobo na encosta ocidental da Serra de Arga, sobranceiro à aldeia da Montaria (à direita, o fojo de lobo visível na fotografia aérea do Google Earth®)*

### **3.3. Trilho do Pôr-do-Sol (PR4)**

O percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol) tem início e fim no viveiro florestal da Montaria, no sopé da vertente ocidental da Serra de Arga (Fig. 72). Tem 10,2km de extensão e foi criado para explorar interesses culturais relacionados com os moinhos do rio Âncora e aspetos naturais relacionados com o próprio rio, de que são exemplo as quedas de água, as quais estão igualmente na base da criação do MNL Cascatas de Ferida Má.

Para este percurso foi elaborado um pequeno panfleto, em português e em inglês, de suporte à realização do trilho e também para divulgação do mesmo (Fig. 73). Para além das informações básicas (localização, coordenadas, grau de dificuldade, duração, distância, desnível, recomendações de segurança e contactos), são listados os pontos de interesse cultural e de interesse geológico e é apresentado um mapa com a representação do trilho, do MNL Cascatas da Ferida Má e dos pontos de interesse.

Nos pontos seguintes apresentam-se os pontos considerados com interesse geológico ao longo do percurso. À semelhança do que acontece no percurso pedestre PR3 (Trilho do Fojo do Lobo), alguns dos pontos de interesse geológico coincidem com pontos de interesse cultural, o que revela elevado valor cultural dos elementos da geodiversidade.

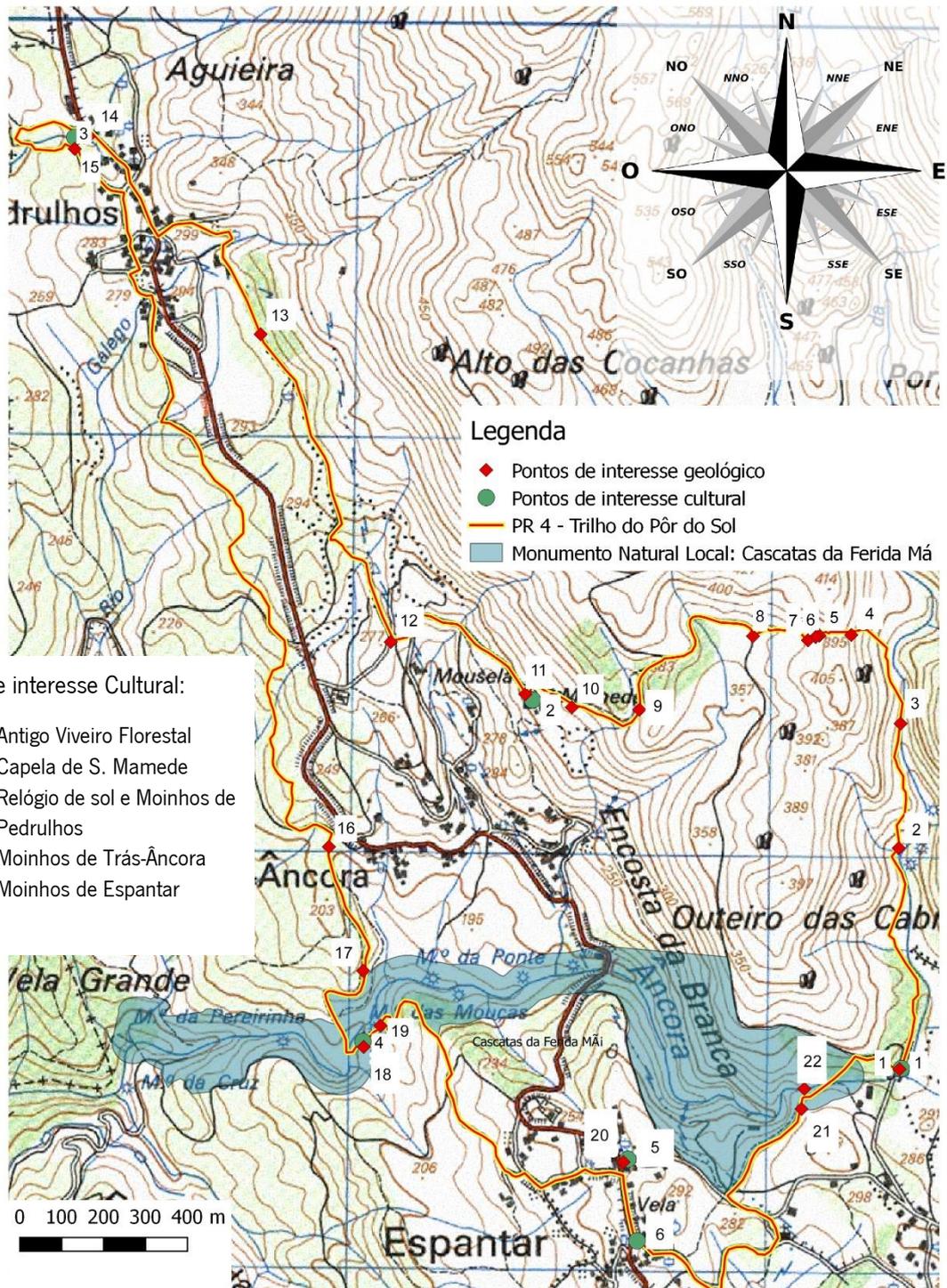


Figura 72. Traçado do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol), com início e fim no antigo viveiro florestal da Montaria.



informações, tanto em português como em inglês, sobre cuidados a ter na realização do trilho (Fig. 75). Tal como já foi referido para o percurso PR3, seria importante reformular o painel com informação sobre aspetos geológicos, realçando os valores da geodiversidade ao longo do percurso.



*Figura 74 Placas sinalizadoras direcionais do percurso pedestre PR4, situado no antigo viveiro florestal da Montaria.*



*Figura 75 Painel de início do percurso pedestre PR4, situado no antigo viveiro florestal da Montaria.*

### **3.3.2. Encraves** (41°48'6.16"N, 8°43'59.34"W)

A primeira fase do percurso é feita pela margem direita do rio Âncora, no sentido montante. Acerca de 500 metros do início do trilho observam-se blocos de granito no leito do rio e nas margens, nos quais é possível encontrar encraves escuros, típicos do granito da Serra de Arga (Fig. 76). Alguns encraves parentam ser de outros granitos e alguns são nódulos biotíticos.



*Figura 76 Bloco granítico com encraves nas margens do rio Âncora, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.3. Pseudoestratificação 1** (41°48'15.87"N, 8°43'59.24"W)

No mesmo sector, ainda na margem direita do rio Âncora, observa-se blocos graníticos com pseudoestratificação (Fig. 77), o que é também uma característica do granito da Serra de Arga, bem visível sobretudo na parte mais alta da serra. Estas formas são visíveis apenas nalguns blocos, uma vez que neste sector existe uma cobertura acentuada por musgos, devido à reduzida exposição solar e à humidade proveniente do rio.



*Figura 77 Bloco granítico com encraves nas margens do rio Âncora, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

#### **3.3.4. Alteração poligonal 1** (41°48'22.75"N, 8°44'4.41"W)

Saindo das margens do rio Âncora em direção a oeste, junto ao trilho ocorre um pequeno bloco granítico com alteração poligonal de uma das suas faces (Fig. 78). Esta morfologia, também conhecida popularmente como “côdea de pão”, é assim mais um dos pontos de interesse neste sector do trilho, no que diz respeito à morfologia granítica de pormenor.



*Figura 78 Bloco granítico com alteração poligonal (“côdea de pão”), no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.5. Ranhuras e caneluras ( $41^{\circ}48'22.68''N$ , $8^{\circ}44'7.71''W$ )**

No mesmo sector, observa-se um bloco granítico com presença de ranhuras e caneluras (Fig. 79), derivadas da evolução de pequenos alvéolos (semelhantes a pias mas de menor dimensão) para formas mais lineares pela constante circulação da água na superfície inclinada do bloco.



*Figura 79 Bloco granítico com ranhuras e caneluras, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.6. Pias 1** (41°48'22.57"N, 8°44'8.09"W)

Todo este sector do percurso pedestre é bastante rico em formas graníticas de pormenor, destacando-se a elevada concentração de bolas graníticas, nalgumas das quais se encontram pias. Num desses blocos ocorre uma forma peculiar (Fig. 80), derivada da evolução de pias na parte superior do bloco granítico.



*Figura 80 Bloco granítico com forma peculiar, derivada da evolução de pias, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.7. Pseudoestratificação 2 ( $41^{\circ}48'22.31''N$ , $8^{\circ}44'8.88''W$ )**

Para além de pias, observa-se que alguns dos blocos graníticos apresentam pseudoestratificação (Fig. 81). Esta morfologia típica dos granitos da Serra de Arga pode apresentar fraturação subhorizontal com espaçamento na ordem dos poucos centímetros ou mesmo de alguns decímetros, como é aqui o caso.



*Figura 81 Bloco granítico com pseudoestratificação decimétrica, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### 3.3.8. Bolas graníticas (41°48'22.61"N, 8°44'14.57"W)

Numa parte do percurso feita em descida, como se referiu, é possível observar vários tipos de morfologia granítica, sobretudo de pormenor. No entanto, o que mais se destaca é a cobertura das vertentes com bolas graníticas, em contraste com as vertentes vizinhas (Fig. 82). Para além disso, neste troço do percurso o caminho está talhado no substrato granítico e coincide com a linha de água instalada no fundo do pequeno vale (Fig. 83).



*Figura 82 Aspeto da paisagem com elevada concentração de bolas graníticas, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*



*Figura 83 Caminho por onde passa o percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol), talhado no substrato granítico e coincidente com a linha de talvegue onde ocorre um curso de água.*

### **3.3.9. Pegmatito** (41°48'16.82"N, 8°44'26.27"W)

Neste local, no talude do caminho observa-se uma massa rochosa diferenciada, em relação ao granito da Serra de Arga. Trata-se de um pegmatito muito alterado, já transformado em argila (Fig. 84), os quais são frequentes na região da Serra de Arga. À superfície observam-se blocos graníticos menos alterados e com pseudoestratificação, também uma das características do granito da Serra de Arga.



*Figura 84 Ocorrência de pegmatito e blocos graníticos com pseudoestratificação, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.10. Depósito de vertente** (41°48'16.96"N, 8°44'33.24"W)

Neste local, também no talude do caminho observa-se uma acumulação sedimentar com blocos heterométricos e com diferentes graus de rolamento, sobre o granito (Fig. 85). O contexto em que ocorrem (numa vertente da Serra de Arga) faz crer que se trata de um típico depósito de vertente, embora a sua espessura (entre 2 e 3 metros) e a coexistência de blocos arredondados com fragmentos irregulares podem apontar também para uma origem torrencial.



*Figura 85 Depósito de vertente/torrencial, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.11. Pias 2 (41°48'17.96"N, 8°44'38.06"W)**

Neste local, junto à capela de S. Mamede, pode observar-se pias nos topos de blocos graníticos (Fig. 86). É ainda possível observar o material resultante da alteração e desagregação da rocha, no interior das pias. No mesmo local, podem ver-se blocos ex-situ com elevado grau de alteração (Fig. 87).



*Figura 86 Bloco granítico com pia, junto à capela de S. Mamede, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*



*Figura 87 Blocos graníticos com elevado grau de alteração, junto à capela de S. Mamede, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### 3.3.12. Ponto panorâmico (41°48'21.96"N, 8°44'52.02"W)

Já na estrada asfaltada, há um local onde é possível visualizar de modo panorâmico, quer parte da vertente ocidental da Serra de Arga por onde o percurso veio a ser efetuado, para leste (Fig. 88), quer a paisagem geral para oeste, onde se pode observar o monte de Santa Luzia e o Oceano Atlântico, devido à elevada largura do vale do rio Minho (Fig. 89).



*Figura 88 Local de onde é possível observar de modo panorâmico a vertente ocidental da Serra de Arga e a geomorfologia geral do trajeto percorrido do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*



*Figura 89 Local de onde é possível observar de modo panorâmico a vertente ocidental da Serra de Arga e a geomorfologia geral do trajeto percorrido do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### 3.3.13. Alteração poligonal 2 (41°48'45.87"N, 8°45'5.70"W)

Já próximo da aldeia de Pedrulhos pode observar-se um bloco granítico com alteração poligonal (Fig. 90). Esta morfologia em “côdea de pão” encontra-se aqui mais evidente do que noutro ponto do percurso (3.3.4.). Para este bloco foi elaborado um modelo 3D com recurso ao software PhotoScan Professional da AgiSoft®, de modo a poder ser incorporado em ferramentas digitais de valorização (aplicação, website, vídeo) do local (Fig. 91).



*Figura 90 Bloco granítico com alteração poligonal (“côdea de pão”), no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*



*Figura 91 Aspeto de modelo 3D de bloco granítico com alteração poligonal, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

#### **3.3.14. Relógio de sol de Pedrulhos ( $41^{\circ}49'1.21''N$ , $8^{\circ}45'23.61''W$ )**

Na aldeia de Pedrulhos, o trilho passa junto de um antigo relógio de sol situado ao lado de um pequeno açude (poça) (Fig. 92). Possivelmente foi utilizado para marcar o tempo destinado ao uso da água ali armazenada e/ou à partilha da mesma por vários utilizadores, para fins de regadio. Para além do elevado valor cultural deste elemento, tem aqui relevância pela sua constituição inteiramente em granito.



*Figura 92 Relógio de sol de Pedrulhos, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.15. Moinho de Pedrulhos (41°49'0.21"N, 8°45'25.07"W)**

Um pouco mais à frente, na mesma aldeia, observa-se um moinho, em mau estado de conservação, situado cerca de 5 metros acima do curso de água local (Fig. 93). Neste moinho, tem especial relevância a sua construção ser quase inteiramente em rochas metassedimentares, com o granito a ser usado maioritariamente na estrutura das portas e nas levadas de condução de água ao moinho.



*Figura 93 Moinho de Pedrulhos, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.16. Esteios em granito** (41°48'5.95"N, 8°44'58.26"W)

Nos campos agrícolas junto à aldeia de Trás-Âncora, do trilho observam-se os esteios em granito para armar ramadas de videiras (Fig. 94). Este elemento cultural é relevante igualmente do ponto de vista da geodiversidade. A produção de esteios em granito (alguns com mais de 3 metros de comprimento) depende das características da rocha, a qual deve ser pouco fraturada e permitir a sua escultura por processos manuais.



*Figura 94 Esteios de ramada em granito, em campo agrícola junto à aldeia de Trás-Âncora.*

### 3.3.17. Afloramento de Xisto (41°47'56.31"N, 8°44'54.62"W)

Já nas proximidades do fundo do vale do rio Âncora observam-se rochas metassedimentares a aflorar, com destaque para um afloramento no talude do trilho, no qual é possível detetar a xistosidade da rocha (Fig. 95). Esta litologia apresenta algumas diferenças relativamente aos xistos observados noutros sectores (por exemplo, no percurso PR3) por se identificarem aqui microestruturas de deformação (dobras). Nesse sentido, esta litologia parece enquadrar-se na Unidade de Vila Mou-Covas, interpretada como alóctone e sendo uma sequência metamórfica com predominância de micaxistos biotíticos, quartzitos, quartzofilitos, e outras rochas calcossilicatadas (Meireles et al., 2014).



*Figura 95 Afloramento de rochas metassedimentares da Unidade de Vila Mou-Covas, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### 3.3.18. Moinhos de Trás-Âncora (41°47'52.03"N, 8°44'52.79"W)

Depois de se atravessar o rio Âncora através de uma ponte em madeira, pode ser observado mais um conjunto de moinhos, estes em avançado estado de degradação (Fig. 96). Aqui é possível constatar que a construção dos moinhos é feita quase exclusivamente com rochas metassedimentares, o que reflete a maior disponibilidade destas rochas no

local (são as rochas que afloram neste sector) e também o facto de estas não estarem muito meteorizadas, permito a sua utilização.



*Figura 96 . Moinho localizado nas margens do rio Âncora, construído maioritariamente com rochas metassedimentares, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.19. Microdobras e filões (41°47'50.37"N, 8°44'54.52"W)**

No mesmo sector, nas margens do rio, é possível observar com pormenor figuras de deformação nas rochas metassedimentares locais (Fig. 97). Para além da estratificação, destaca-se a ocorrência de níveis quartzosos e a intensa deformação com microdobras, conferindo à rocha um aspecto peculiar. Neste local, seria interessante explorar os processos de formação inicial da rocha e da sua transformação e evolução até às condições atuais.



*Figura 97 Pormenor de rocha metassedimentar com filões e microdobras, na margem do rio Âncora, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.20. Moinhos de Espantar (41°47'41.54"N, 8°44'27.57"W)**

Na aldeia de Espantar destacam-se os moinhos, bem recuperados, igualmente construídos com as rochas locais (granitos e xistos) (Fig. 98). Estes moinhos têm a particularidade de não se situarem junto do curso de água principal, mas sim na aldeia de Espantar, a cerca de 70 metros acima do rio Âncora. A localização dos moinhos na aldeia beneficia de um sistema de captação e canalização das águas do rio numa posição a montante, a mais de 500 metros de distância, junto do viveiro florestal.



*Figura 98 Moinhos na aldeia de Espantar, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.21. Levada** (41°47'45.77"N, 8°44'9.21"W)

A canalização da água referida no ponto anterior pode ser observada neste ponto do percurso, em que este é feito precisamente ao longo da levada (Fig. 99). Para além do interesse derivado da levada ser construída em granito e de ter centenas de metros de extensão, este local tem relevância pela exemplificação do modo como a captação e a condução de água é feita a partir de um curso de água para a sua utilização na agricultura ou na moagem de cereais, como neste caso.



*Figura 99 Conduto de transporte de água (levada) contruída em granito, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

### **3.3.22. Cascata da Ferida Má** (41°47'47.35"N, 8°44'8.93"W)

Uns metros mais à frente o percurso alcança um dos seus principais pontos de interesse: a queda de água mais alta em todo o MNL Cascatas da Ferida Má (Fig. 100). Neste sector, o rio Âncora tem um acentuado desnível no seu perfil longitudinal, constituindo um *knickpoint*. Noutros pontos do MNL existem outras quedas de água, mas esta é a principal. Estas quedas de água estão relacionadas com diferentes resistências á erosão por parte dos materiais rochosos que aqui afloram. Neste local em específico, trata-se do contacto entre as rochas metassedimentares e o granito da Serra de Arga.



*Figura 100 Cascata da Ferida Má, no percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol).*

## Conclusões

Este trabalho consistiu essencialmente na exploração de dois trilhos do Geoparque Litoral Viana do Castelo, com o principal objetivo de identificar e valorizar locais com interesse geológico para aumentar a relevância desses trilhos no âmbito do projeto do geoparque. Para essa exploração, numa primeira fase os trilhos foram levantados no terreno, enquanto se iam fazendo registos fotográficos e anotações sobre os elementos da geodiversidade com relevância. Após isso, foi realizada a análise mais aprofundada de cada local e a manipulação e interpretação dos dados obtidos com equipamento fotográfico.

No trabalho demonstra-se a importância da valorização dos percursos no âmbito do turismo da natureza e da divulgação da geodiversidade pelos turistas, aproveitando estruturas pré-existentes, uma vez que os trilhos do concelho não estão incluídos nas estratégias do geoparque.

Os trilhos atuais já existiam antes do projeto Geoparque e, tal como referido, não refletem os valores da geodiversidade do município, estando mais voltados para questões de biodiversidade e de paisagem cultural. Tendo em conta a figura de Geoparque, a rede de percursos existente pode e deve ser atualizada e eventualmente redesenhada, de modo a incluir, de forma mais efetiva, os MNL de Viana do Castelo, os quais são os sítios mais relevantes do concelho em termos de conservação da natureza.

Com as técnicas usadas e desenvolvidas, e apesar de não se terem testado com o equipamento mais adequado, demonstrou-se que é possível ter acesso à visualização dos percursos e a conteúdos sobre os percursos sem necessidade de ir fisicamente aos locais. Se, por um lado, isso pode sugerir a não visita dos percursos, a intenção é que a experiência seja um modo de divulgar os valores da geodiversidade ao longo do trilho e assim atrair a visita física do mesmo.

As técnicas estudadas também podem ser relevantes no que toca à exploração desses mesmos percursos pedestres por pessoas com mobilidade reduzida, sendo uma grande vantagem para as mesmas.

O trabalho realizado é uma amostra do que poderá ser feito, por exemplo, com o desenvolvimento de conteúdos para troços maiores noutros percursos pedestres.

De igual forma, outras estratégias de valorização podem ser utilizadas, como por exemplo, a distribuição de panfletos informativos e a colocação de painéis ao longo dos trilhos e da valorização dos restantes percursos já existentes.

O Resultado obtido com este trabalho demonstrou as potencialidades do território em termos de valorização da sua geodiversidade e sobretudo num contexto de estratégias de geoturismo, as quais devem estar na base das políticas do geoparque.

## Referências bibliográficas

### Bibliografia

- Brilha, José & Carvalho, A.G (2010). Geoconservação em Portugal: uma introdução. In Neiva J.C, Noronha F., Ramalho M. (Eds.) Geologia em Portugal: investigação e ensino e suas aplicações, Sociedade Geológica de Portugal, Volume , 435-441.
- Brilha J (2005). Patrimonio Geologico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geologica. Palimage, Viseu.
- Brilha J (2016). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage* 8 (2), 119–134.
- Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García Cortés, A., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, A. & Vegas J. (2012). J.Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Carvalhido, R. (2012). O Litoral Norte de Portugal (Minho-Neiva): evolução paleoambiental quaternária e proposta de conservação do património geomorfológico. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho.
- Carvalhido, R. (2014). Processo de classificação dos 5 Monumentos Naturais Locais de Viana do Castelo – Memória Descritiva – Centro de Geologia da Universidade do Porto
- De Vicente G, Vegas R (2009) Large-scale distributed deformation controlled topography along the western Africa-Eurasia limit: Tectonic constrains. *Tectonophysics* 474:124143 – Artigo científico
- Diário da República, 2.ª série – N.º 67 – 6 de abril de 2016 (figura)
- Dias G. (1987). Mineralogia e petrologia dos granitos hercínicos associados a mineralizações filonianas de Sn-W (Minho, Portugal). Tese de Doutoramento. Braga: Universidade do Minho.
- European Variscides: contrasting interpretations of similar mountain systems. *Europeangeoparks.org*. (2020). European Geoparks Network. [online] Available at: <http://www.europeangeoparks.org/> [Accessed 02 Jan. 2020].
- Ferreira AB (1983). Problemas da evolução geomorfológica quaternária do Noroeste de Portugal. *Cuadernos do Laboratório Xeológico de Laxe* 5, 311-329.

Ferreira AB (2004). O Noroeste: Minho e Trás-os-Montes ocidental. In Daveau S e Feio M (Org.) O Relevo de Portugal: Grandes Unidades Regionais. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Coimbra, 115-127.

Gray M .2013 .Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 2nd Ed. Wiley.

IGME. Urquí, L. And Cortés, Á. (2014). GEOPARQUES. SIGNIFICADO Y FUNCIONAMIENTO. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.

Johnston, Stephen & Gutierrez-Alonso, Gabriel. (2010). The North American Cordillera and West European Variscides: Contrasting interpretations of similar mountain systems.

Klaer W (1956) Verwitterungsformen im granit auf Korsika. V. E. B. Hermann Haack Geographisch-kartographische Anstalt, Gotha

Lautensach, H.; Feio, M. (1948). Bibliografia Geográfica de Portugal. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos - Instituto para a Alta Cultura.

Martín-González, F. (2009): Cenozoic tectonic activity in a Variscan basement: Evidence from geomorphological markers and structural mapping (NW Iberian Massif). *Geomorphology*, 107: 210-225. doi:10.1016/J.GEOMORPH.2008.12.008

Meireles, C., Pamplona, J., Castro, P. (2014). Lito e tectono-estratigrafia da Unidade do Minho Central e Ocidental: uma proposta de reclassificação. *Comunicações dos Serviços Geológicos*, 101 (Número Especial I), 269-273.

Migon P (2006) Granite landscapes of the World. Oxford University Press, Oxford

Neves P. (2018) Levantamento geomorfológico de pormenor do sector da Rocalva (Serra do Gerês). Projeto de licenciatura em Ciências do Ambiente, Universidade do Minho.

Pereira P. (2010). Vestígios glaciários no Parque Nacional da Peneda-Gerês in Pereira D., Brilha J., Simões P., Pamplona J., Carvalhido R., Pereira P. & Sousa M. (Eds.) 30º Curso de atualização de Professores de Geociências, Associação Portuguesa de Geólogos, 167-176.

Pereira, E (coord.) (1989). Carta Geológica de Portugal, Folha 1, escala 1:200.000; Serv. Geol. Portugal, Lisboa.

Plotnikov LM (1994) Shear structures in layered geological bodies. Russian translated series 104. A.A. Balkema, Brookfield, USA

Ramsay JG, Huber M (1987) The techniques of modern structural geology: folds and fractures, vol 2. Academic Press, London.

Roqué C, Zarroca M, Linares R (2012) Subsurface initiation of tafoni in granite terrains. Geophysical evidence from NE Spain: geomorphological implications. *Geomorphology* 196:94–105

Silva I (2006) Geodiversidade e seu valor educativo estudo de casos em contexto europeu - Tese de Mestrado em Geologia para o Ensino, Faculdade de ciências Universidade do Porto  
Twidale, C.R. 1982: Granite landforms.

Twidale CR, Vidal-Romani JR (2005) Landforms and geology of granite terrains. Balkema, Valcarce, E. & Cortés, A. (1996). Introducción. El patrimonio geológico - Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. Serie Monografías. Centro de publicaciones del MOPTMA.

VALCARCE, E.G.; CORTÉS, A.G. El patrimonio geológico. Bases para su Valoración, Protección, Conservación y Utilización. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA), Dirección General de Información y Evaluación Ambiental. Serie monografías, Madrid, 11-16. 1996.

Vidal-Romani JR (1985) El Cuaternario de la provincia de La Coruña. Modelos elástico de formación de cavidades. Servicio de Publicaciones. Universidad Complutense de Madrid, Serie Tesis Doctorales, Madrid. 283 pp

Vidal-Romani JR (2008) Forms and structural fabric in granite rocks. *Cad Lab Xeol de Laxe* 33:175–198

Vidal Romani JR, Vaqueiro M, Sanjurjo J (2014). Granite Landforms in Galicia. In F. Gutiérrez and M. Gutiérrez (Eds.) *Landscapes and Landforms of Spain, World Geomorphological Landscapes series*, Springer: 63-69

Viveen W, Schoorl JM, Veldkamp JMA, Van Balen RT, Desprat S, Vidal-Romani JR (2013) Reconstructing the interacting effects of base level, climate and tectonic uplift in the Lower Miño River terrace record: a gradient modelling evaluation. *Geomorphology* 186:96–118

## Websites

[Http://geossitios.progeo.pt/simple.php?Menuid=2](http://geossitios.progeo.pt/simple.php?Menuid=2)

[Http://parquesnaturais.360portugal.com/PP/serraarga/Chao-Cizedas/](http://parquesnaturais.360portugal.com/PP/serraarga/Chao-Cizedas/)

[Http://www.garranos.pt/pt/pontos-de-interesse/insuas-do-lima](http://www.garranos.pt/pt/pontos-de-interesse/insuas-do-lima) (foto)

[Https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumento-natural-dos-pavimentos-graniticos-da-gatenha/](https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumento-natural-dos-pavimentos-graniticos-da-gatenha/)

[Https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumentos-natural-da-ribeira-de-anha/](https://lm.redeescolardeciencia.pt/fototeca/monumentos-natural-da-ribeira-de-anha/)

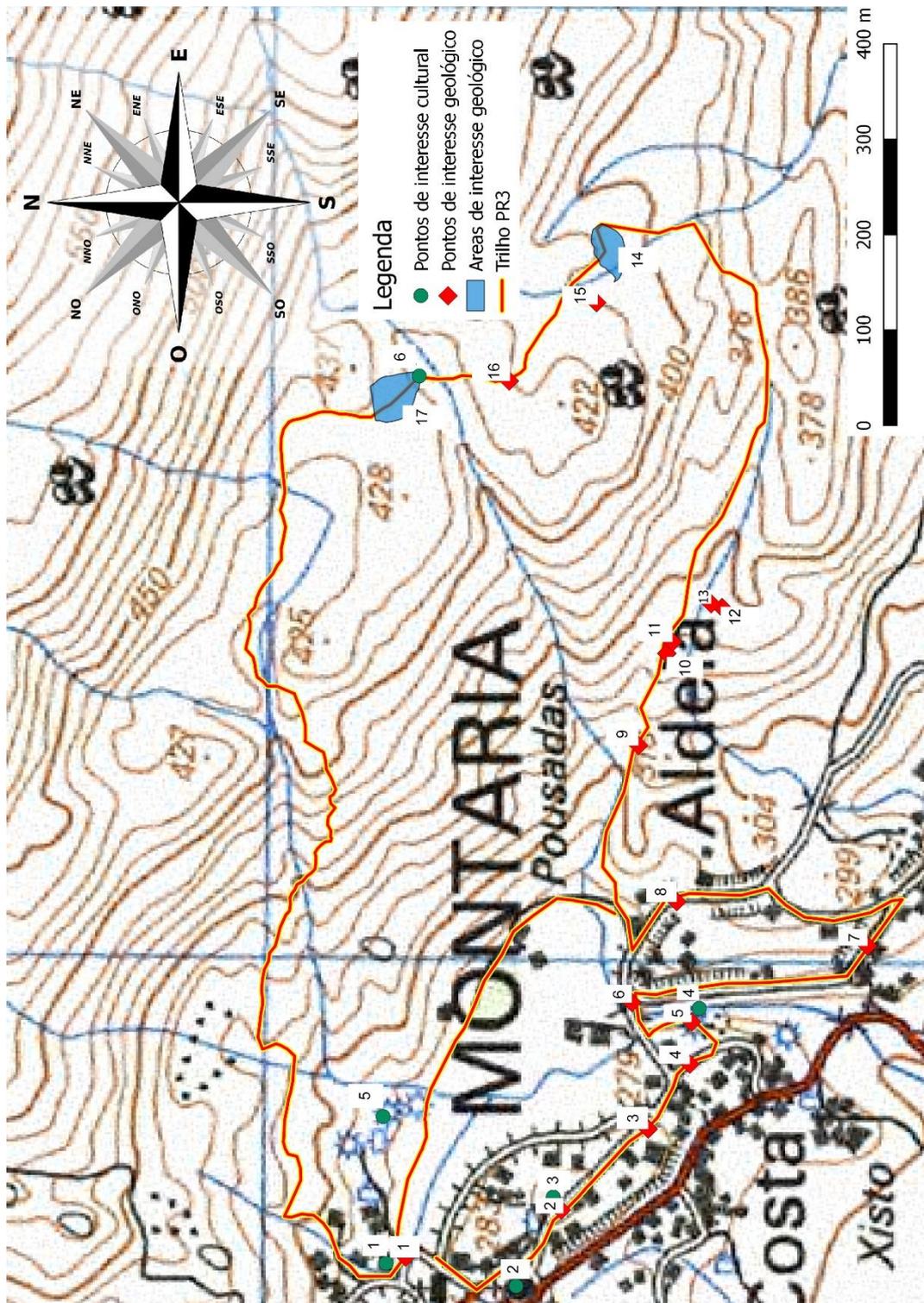
[Https://olharvianadocastelo.blogspot.com/2015/07/pedras-ruivas-praia-norte.html](https://olharvianadocastelo.blogspot.com/2015/07/pedras-ruivas-praia-norte.html) (Foto)

[Https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/rio-ancora-poco-negro-cascata-do-pincho-18889877#wp-18889882](https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/rio-ancora-poco-negro-cascata-do-pincho-18889877#wp-18889882)

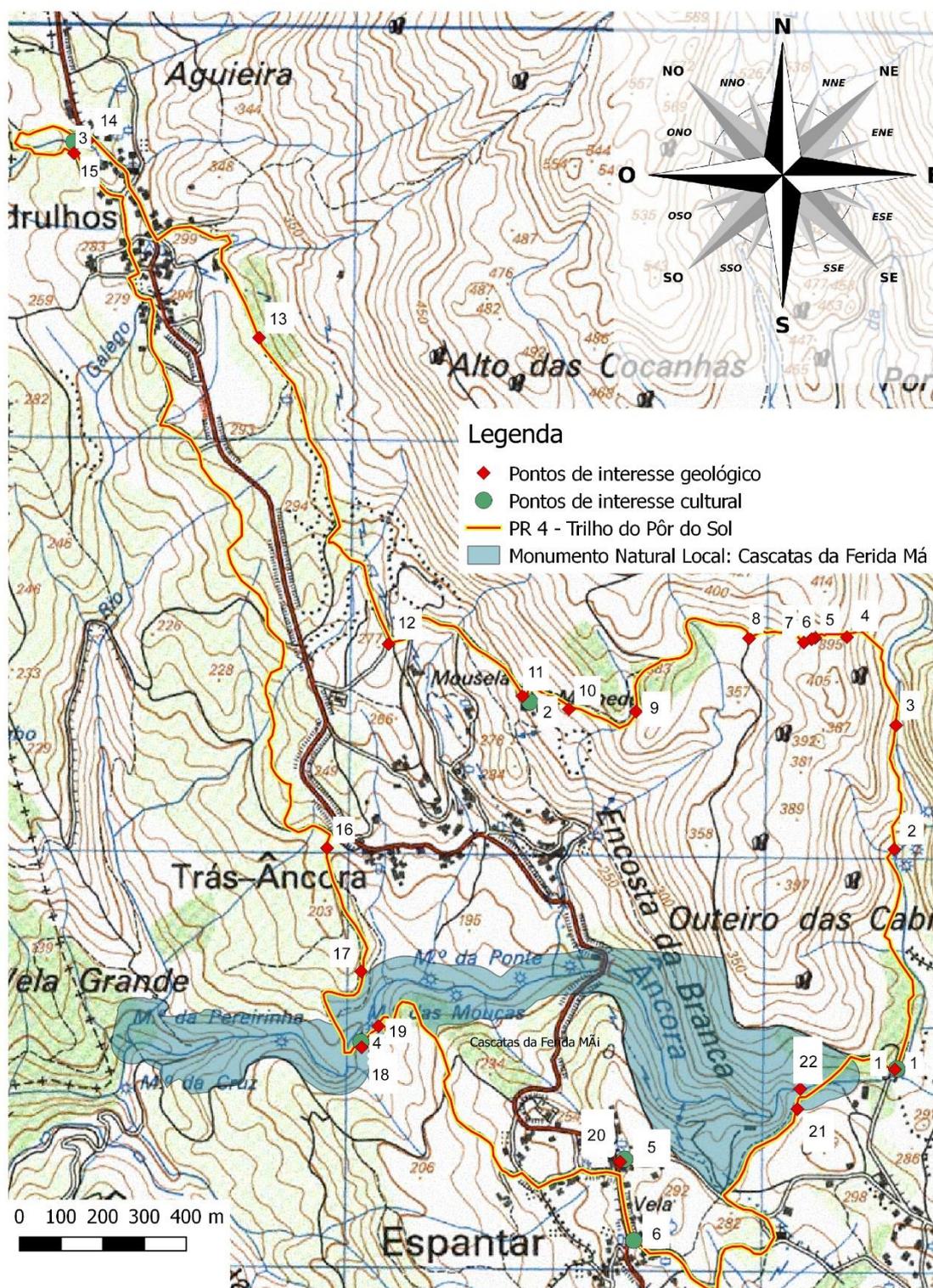
<https://www.cprm.gov.br/geossit/geossitios>

<https://www.geoparquelitoralviana.pt/>

# Anexos

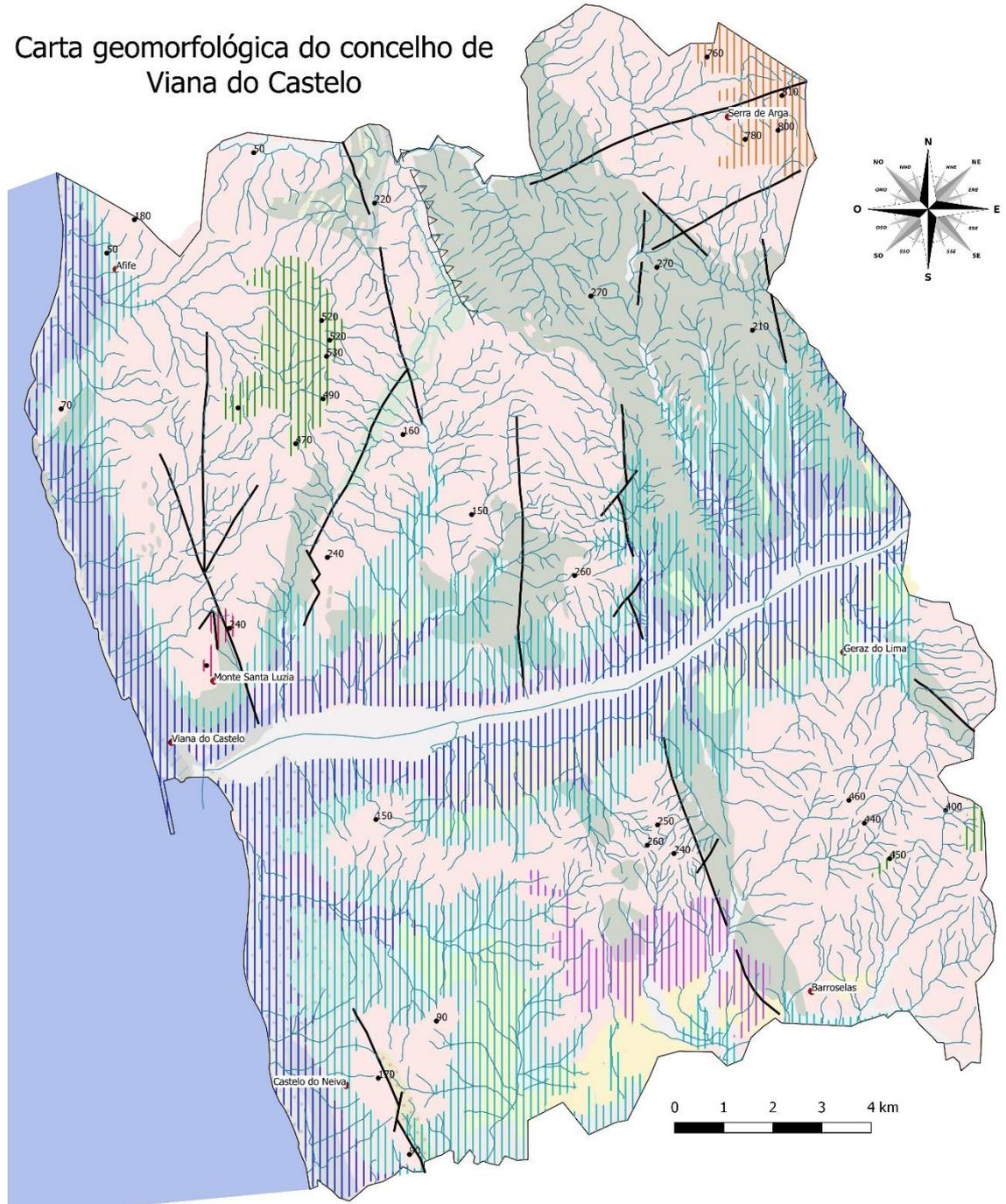


Anexo 1 Traçado do percurso pedestre PR3 (Trilho do Fojo do Lobo), com início e fim na aldeia da Montaria.



Anexo 2 Traçado do percurso pedestre PR4 (Trilho do Pôr do Sol), com início e fim no antigo viveiro florestal da Montaria.

# Carta geomorfológica do concelho de Viana do Castelo



## Legenda

<ul style="list-style-type: none"> <li>— Rios</li> <li>• Topos</li> <li>• Locais de referência</li> </ul> <p><b>Elementos tectónicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Falha identificada na unidade sísmica superior</li> <li>△△ Cavalgamentos e/ou carreamentos</li> </ul>	<p><b>Superfícies de aplanamento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Superfície base &lt;20m</li> <li>Superfície 20m-50m</li> <li>Superfície 60m-90m</li> <li>Superfície 200m-240m</li> <li>Superfície 450m-480m</li> <li>Superfície &gt;750</li> </ul>	<p><b>Litologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Depósitos de dunas fósseis e actuais e praias</li> <li>Depósitos fluviais e lacustres</li> <li>Micaístos, gnaisses e migmatitos</li> <li>Granito fino de duas micas essencialmente biotítico</li> <li>Quartzitos e xistos cinzentos intercalados; Quartzitos maciços; Conglomerado de matriz quartzítica</li> <li>Xistos</li> <li>Quartzito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Depósitos fluviais e depósitos marinhos mais antigos</li> <li>Granitos</li> <li>Conglomerado poligénico com matriz quartzo-pelítica</li> <li>Pelitos e psamitos; Arenitos; Quartzitos</li> <li>Quartzitos</li> <li>Conglomerados de matriz quartzítica</li> <li>Quartzitos e xistos cinzentos intercalados</li> </ul>
---	--	---	--

Foto aérea de Viana do Castelo, tirada com o plano "Satélite" do sistema de Informação Geográfica ArcView 3.2a, com o sistema de coordenadas UTM, zona 29N, e o datum de referência WGS 84. O mapa foi produzido com o software ArcView 3.2a e o sistema de coordenadas UTM, zona 29N, e o datum de referência WGS 84.

José Pedro da Silva Neves, 2020



## Anexo 3 Carta geomorfológica do concelho de Viana do Castelo

Valor Científico:	Pontos:
<b>A. Representatividade :</b>	0
O geossítio é o melhor exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos, relacionados com o enquadramento geológico em questão (quando aplicável)	4
O geossítio é um bom exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos, relacionados com o enquadramento geológico em questão (quando aplicável)	2
O geossítio ilustra razoavelmente elementos ou processos na área de estudo, relacionados com o enquadramento geológico em questão (quando aplicável)	1
<b>B. Localidade chave/Local-tipo:</b>	0
O geossítio é reconhecido como um GSSP ou ASSP pelo IUGS ou é um site de referência do IMA	4
O geossítio é usado pela ciência internacional, diretamente relacionada com o enquadramento geológico em questão (quando aplicável)	2
O geossítio é usado pela ciência nacional, diretamente relacionado com o enquadramento geológico em questão (quando aplicável)	1
<b>C. Conhecimento científico:</b>	0
Existem artigos em revistas científicas internacionais sobre este geossítio, diretamente relacionados com a estrutura geológica em questão (quando aplicável)	4
Existem artigos em publicações científicas nacionais sobre este geossítio, diretamente relacionados com a estrutura geológica em questão (quando aplicável)	2
Há resumos apresentados sobre este geossítio, diretamente relacionados com a estrutura geológica em questão (quando aplicável)	1
<b>D. Integridade:</b>	0
Os principais elementos geológicos (relacionados com a estrutura geológica em questão, quando aplicável) estão muito bem preservadas	4
O geossítio não está bem preservado, mas os principais elementos geológicos (relacionados com a estrutura geológica em questão, quando aplicável) ainda estão preservados	2
Geossítio com problemas de conservação e com os principais elementos geológicos (relacionados com a estrutura geológica em questão, quando aplicável) bastante alterados ou	1
<b>E. Diversidade Geológica:</b>	0
Geossítio com mais de três tipos de características geológicas distintas, com relevância científica	4
Geossítio com três tipos de características geológicas distintas, com relevância científica	2
Geossítio com um ou dois tipos de características geológicas distintas, com relevância científica	1
<b>F. Raridade:</b>	0
O geossítio é a única ocorrência deste tipo na área de estudo (representando a estrutura geológica em questão, quando aplicável)	4
Na área de estudo, há dois a três exemplos de geossítios semelhantes (que representam a estrutura geológica em questão, quando aplicável)	2
Na área de estudo, existem quatro a cinco exemplos de geossítios semelhantes (que representam a estrutura geológica em questão, quando aplicável)	1
<b>G. Limitações de uso:</b>	0
O geossítio não tem limitações (permissões legais, barreiras físicas, ...) para amostragem/ trabalho de campo	4
É possível coletar amostras e fazer trabalho de campo depois de superar as limitações	2
Muito difícil de realizar amostragem e trabalho de campo devido às limitações existentes (permissões legais, barreiras físicas, ...)	1
<b>Valor Científico (100%) -&gt; A - 30% ; B - 20% ; C - 5% ; D - 15% ; E - 5% ; F - 15% ; G - 10%</b>	

Anexo 4 Tabela quantitativa referente à avaliação do valor científico do trilho PR3

Potencial Educativo/Turístico:	Pontos:
<b>A. Vulnerabilidade:</b>	0
Os elementos geológicos do geossítio não apresentam nenhuma deterioração causada por actividade antrópica	4
<b>Existe a possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários pela actividade antrópica</b>	<b>3</b>
Existe a possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos pela actividade antrópica	2
Existe a possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos pela actividade antrópica	1
<b>B. Acessibilidade:</b>	0
Sítio localizado a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e com estacionamento (autocarro)	4
<b>Sítio localizado a menos de 500 m de uma estrada alfaldada</b>	<b>3</b>
Sítio acessível por autocarro, mas através de uma estrada não asfaltada	2
Local sem acesso directo por estrada, mas localizado a menos de 1 km de uma estrada acessível por autocarro	1
<b>C. Limitações de uso:</b>	0
<b>O local não tem limitações relativamente ao seu uso por estudantes e turistas</b>	<b>4</b>
O local pode ser utilizado por estudantes e turistas, mas só ocasionalmente	3
O local pode ser usado por estudantes e turistas, mas só depois de se superar as limitações existentes (permissões/autorizações legais, físicas, marés, inundações, ...)	2
A utilização por estudantes e turistas é muito difícil devido a limitações existentes difíceis de superar (permissões/autorizações legais, físicas, marés, inundações, ...)	1
<b>D. Segurança:</b>	0
Local com instalações de segurança (cercas/vedações, escadas, corrimões, etc.), rede de comunicação móvel e serviços de emergência localizados a menos de 5 km	4
Local com instalações de segurança (cercas/vedações, escadas, corrimões, etc.), rede de comunicação móvel e serviços de emergência localizados a menos de 25 km	3
<b>Local sem instalações de segurança, mas com rede de comunicação móvel e serviços de emergência localizados a menos de 50m km</b>	<b>2</b>
Local sem instalações de segurança, sem rede de comunicação móvel e serviços de emergência localizados a mais de 50 km	1
<b>E. Logística:</b>	0
<b>Alojamento e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km de distância do local</b>	<b>4</b>
Alojamento e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 50 km de distância do local	3
Alojamento e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 100 km de distância do local	2
Alojamento e restaurantes para grupos com menos de 25 pessoas e menos de 50 km de distância do local	1
<b>F. Densidade populacional:</b>	0
Localizado em um município com mais de 1000 habitantes / km <sup>2</sup>	4
Localizado em um município com 250-1000 habitantes / km <sup>2</sup>	3
Localizado em um município com 100-250 habitantes / km <sup>2</sup>	2
<b>Localizado em um município com menos de 100 habitantes / km<sup>2</sup></b>	<b>1</b>
<b>G. Associação com outros valores:</b>	0
<b>Ocorrência de diversos valores ecológicos e culturais a menos de 5 km de distância do local</b>	<b>4</b>
Ocorrência de diversos valores ecológicos e culturais menos de 10 km de distância do local	3
Ocorrência de um valor ecológico e um valor cultural menos de 10 km de distância do local	2
Ocorrência de um valor ecológico ou cultural menos de 10 km de distância do local	1
<b>H. Cenário:</b>	0
Local atualmente usado como destino turístico em campanhas nacionais	4
Local ocasionalmente usado como destino turístico em campanhas nacionais	3
Local atualmente usado como destino turístico em campanhas locais	2
Local ocasionalmente usado como destino turístico em campanhas locais	1
<b>I. Singularidade:</b>	0
O local demonstra características únicas e incomuns considerando este país e países vizinhos	4
O local demonstra características únicas e incomuns no país	3
<b>O local demonstra características comuns nesta região, mas incomuns noutras regiões do país</b>	<b>2</b>
O local demonstra características bastante comuns em todo o país	1
<b>J. Condições de observação:</b>	0
<b>Todos os elementos geológicos são observados em boas condições</b>	<b>4</b>
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos	3
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação dos principais elementos geológicos	2
Existem alguns obstáculos que quase obstruem a observação dos principais elementos geológicos	1

Anexo 5 Tabela quantitativa referente à avaliação do valor turístico e educativo do trilho PR3

Potencial Educativo:	Pontos:
<b>K. Potencial didático:</b>	0
O local apresenta elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
O local apresenta elementos geológicos que são ensinadas nas escolas primárias	3
O local apresenta elementos geológicos que são ensinadas nas escolas secundárias	2
O local apresenta elementos geológicos que são ensinadas na universidade	1
<b>L. Diversidade geológica:</b>	
Mais de 3 tipos de elementos da Geodiversidade a ocorrerem no local (mineralógico, paleontológico, geomorfológico, etc.)	4
Existem 3 tipos de elementos da Geodiversidade no local	3
Existem 2 tipos de elementos da Geodiversidade no local	2
Há apenas 1 tipo de elemento da geodiversidade no local	1
<b>Potencial Turístico:</b>	
<b>M. Potencial interpretativo:</b>	
O local apresenta elementos geológicos de uma forma muito clara e expressiva para todos os tipos de público	4
O público precisa ter algum conhecimento geológico para compreender os elementos geológicos do local	3
O público precisa ter um conhecimento geológico aprofundado para compreender os elementos geológicos do local	2
O local apresenta elementos geológicos apenas compreensíveis para especialistas	1
<b>N. Nível económico:</b>	0
Localizado em um município com uma renda familiar com pelo menos o dobro da média nacional	4
Localizado em um município com uma renda familiar maior que a média nacional	3
Localizado em um município com uma renda familiar semelhante à média nacional	2
Localizado em um município com uma renda familiar menor do que a média nacional	1
<b>O. Proximidade de áreas recreativas/lazer:</b>	0
Localizado a menos de 5 km de uma área de lazer ou atração turística	4
Localizado a menos de 10 km de uma área de lazer ou atração turística	3
Localizado a menos de 15 km de uma área de lazer ou atração turística	2
Localizado a menos de 20 km de uma área de lazer ou atração turística	1
<b>Potencial Educativo (100%) -&gt; A- 10% ; B-10% ; C-5% ; D-10% ; E-5% ; F-5% ; G-5% ; H-5% ; I-5% ; J-10% ; K-20 ; L-10%</b>	
<b>Potencial Turístico (100%) -&gt; A- 10% ; B-10% ; C-5% ; D-10% ; E-5% ; F-5% ; G-5% ; H-15% ; I-10% ; J-5% ; M-10 ; N-5% ; O-5%</b>	

Anexo 6 Continuação da tabela quantitativa referente à avaliação do valor turístico e educativo do trilho PR

Risco de Degradação:	Pontos:
<b>A. Detrimento dos elementos geológicos:</b>	0
Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos	4
Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos	3
Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários	2
Menos possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários	1
<b>B. Proximidade de zonas / actividades com potencial para causar degradação:</b>	0
Localizado a menos de 50 m de potencial área / actividade degradante	4
Localizado a menos de 200 m de potencial área / actividade degradante	3
Localizado a menos de 500 m de potencial área / actividade degradante	2
Localizado a menos de 1 km de potencial área / actividade degradante	1
<b>C. Protecção legal:</b>	0
Localizado numa área sem protecção legal e sem controle de acesso	4
Localizado numa área sem protecção legal, mas com controle de acesso	3
Localizado numa área com protecção legal, mas sem controle de acesso	2
Localizado numa área com protecção legal e controle de acesso	1
<b>D. Acessibilidade:</b>	
Sítio localizado a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e com estacionamento (autocarro)	4
Sítio localizado a menos de 500 m de uma estrada asfaltada	3
Sítio acessível por autocarro, mas através de uma estrada não asfaltada	2
Local sem acesso directo por estrada, mas localizado a menos de 1 km de uma estrada acessível por auto	1
<b>E. Densidade populacional:</b>	
Localizado em um município com mais de 1000 habitantes / km <sup>2</sup>	4
Localizado em um município com 250-1000 habitantes / km <sup>2</sup>	3
Localizado em um município com 100-250 habitantes / km <sup>2</sup>	2
Localizado em um município com menos de 100 habitantes / km <sup>2</sup>	1
<b>21Risco Degradação (100%) -&gt; A-35% ; B-20% ; C-20% ; D-15% ; E-10%</b>	

Anexo 7 Tabela quantitativa referente à avaliação do Risco de Degradação do trilho PR3

