



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Maria de Fátima Pinto de Oliveira

Cartografia geomorfológica do Geopark Terras de Cavaleiros

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Património Geológico e Geoconservação

Trabalho realizado sob a orientação do

Professor Doutor Diamantino Manuel Ínsua Pereira

e do

Professor Doutor Renato Filipe Faria Henriques

Abril, 2014

DECLARAÇÃO

Nome: Maria de Fátima Pinto de Oliveira

Endereço Eletrónico: fatima.oliveira.18@hotmail.com

Telefone: 939573936

Número do Cartão de Cidadão: 13570443

Título da Dissertação: Cartografia geomorfológica do Geopark Terras de Cavaleiros

Orientador: Doutor Diamantino Manuel insua Pereira

Coorientador: Doutor Renato Filipe Faria Henriques

Designação do Mestrado: Mestrado em Património Geológico e Geoconservação

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO DESTA TESE/TRABALHO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ____ / ____ / 2014

Assinatura: _____

À minha mãe

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador Professor Doutor Diamantino Manuel Ínsua Pereira, toda a dedicação, apoio e tempo despendido durante a realização deste trabalho.

Um agradecimento especial também ao meu coorientador, Professor Doutor Renato Filipe Henriques, por toda a ajuda prestada, tempo despendido, e por todo o material que me cedeu, imprescindível para a realização da tese.

Um agradecimento muito especial à minha mãe que sempre me apoiou e esteve presente nos momentos mais difíceis da minha vida, por todos os momentos de felicidade e motivação prestados. Um agradecimento também ao meu pai.

Ao meu irmão, Orlando Oliveira, por todas as suas piadas, que sempre dão ânimo em momentos difíceis.

Aos meus amigos e colegas de mestrado Óscar Miranda e Ângela Oliveira por todo o apoio, motivação, disponibilidade e momentos de descontração e riso, proporcionados durante todo o processo. Aos meus restantes colegas de mestrado também um especial agradecimento.

Aos meus grandes amigos de sempre, Sofia Lobarinhas, Joana Salazar, Judite Gonçalves, Cátia Ferreira, Filipa Pinto, João Costa, João Correia, António Calheiros e Bruno Gonçalves, por todos os momentos de desabafo, descontração e alegria, e pela grande amizade demonstrada.

Às minhas tias Madalena e Celeste por toda a dedicação e apoio, e também aos meus primos Ângela, César, Luís e Pedro por me aturarem desde sempre, por todas as risadas proporcionadas e por toda a ajuda prestada.

Agradeço também a todos os que aqui não referi, mas que de alguma forma estiveram presentes e contribuíram para que esta tese se realizasse.

Cartografia geomorfológica do Geopark Terras de Cavaleiros

Resumo

A presente tese tem como objetivo principal a cartografia geomorfológica do Geopark Terras de Cavaleiros. Para tal, foram elaborados diferentes produtos cartográficos, mais especificamente, mapa geológico simplificado, mapa da rede hidrográfica e sub-bacias, mapa geomorfológico no qual foram representados os principais acidentes tectónicos, relevos residuais, superfícies aplanadas e vertentes, e ainda, um mapa de unidades geomorfológicas, o qual se baseou no modelo proposto por Ross (1992) e mais recentemente Pereira *et al* (2013a).

Este trabalho apoiou-se essencialmente em técnicas de geoprocessamento por meio dos SIG, utilizando-se, para o efeito, o *software Quantum Gis*.

A área definida para o estudo corresponde à conjugação das folhas n^os 49, 50, 51, 63, 64, 65, 77, 78, 79, 91, 92 e 93, da carta topográfica militar à escala 1: 25 000. Foram ainda utilizados a folha 2 da carta geológica de Portugal à escala 1:200 000 (Pereira, 2000) e o mapa hipsométrico em formato vetorial, à escala 1:25 000. Por meio destes, foram gerados o modelo altimétrico em formato *raster* (geotiff), obtido por interpolação das cartas de curvas de nível em formato vetorial, e o modelo altimétrico *Hillshade* obtido a partir do modelo altimétrico anterior.

Neste trabalho foram definidas e cartografadas 34 unidades geomorfológicas de 4^o nível taxonómico, as quais foram descritas e caracterizadas numericamente. Deste modo, para cada uma das anteriores, foram calculados os valores altimétricos e de declividade. A carta de declives gerada foi posteriormente reclassificada, com o intuito de correlacionar o número de células contidas em cada unidade geomorfológica com os intervalos de declives. A escala de declives adotada foi: 0^o-2^o; 2^o-5^o; 5^o-10^o; 10^o-20^o; 20^o-30^o; 30^o-45^o; >45^o.

Os resultados obtidos pelos cálculos estatísticos foram representados sob a forma de histograma. Para uma melhor perceção das características geomorfológicas da área de estudo, foram, além disso, elaborados os perfis topográficos para cada uma das unidades geomorfológicas previamente definidas, bem como abrangendo toda a área de estudo.

Este trabalho poderá constituir uma mais-valia para o Geopark Terras de Cavaleiros, tanto como instrumento de gestão do mesmo, como para a sua valorização e divulgação científica e turística.

Geomorphological mapping of the Geopark Terras de Cavaleiros (NE Portugal)

Abstract

The current thesis' main goal is the geomorphological mapping of the "Geopark Terras de Cavaleiros". Different cartographic products were developed, namely a simplified geological map, a hydrographic network and subbasins map, a geomorphological map, where the main faults, residual reliefs, flattened surfaces and slopes are represented, and a geomorphological units map, which was based on the model proposed by Ross (1992) and, more recently, Pereira *et al* (2013).

This study relies primarily on geoprocessing techniques by means of GIS, using for this purpose the *Quantum Gis* software.

The area defined for the study comprises sheets 49, 50, 51, 63, 64, 65, 77, 78, 79, 91, 92 e 93, of the military topographic map at a scale of 1: 25 000. In addition, sheet 2 of the geological map of Portugal at a scale of 1:200 000 (Pereira, 2000) and the hypsometric map in vector format at a scale of 1:25 000 were also used. Through these, were generated the altimetry model in raster format (geotiff), obtained by means of the interpolation of the contour maps, and the altimetry model Hillshade, obtained from the former.

This study allowed the definition and mapping of 34 geomorphological units of 4th taxonomic level, which have been numerically described and characterized. Thus for each of the 34 geomorphological units, the altimetry and declivity values were calculated. The map of declivity generated was subsequently reclassified, so as to correlate the number of cells contained in each geomorphological unit with the declivity intervals. The declivity scale adopted was: 0°-2°; 2°-5°; 5°-10°; 10°-20°; 20°-30°; 30°-45°; >45°.

The results obtained from the statistical calculations, were recorded in the form of a histogram. In order to improve the understanding of the geomorphological characteristics of the studied area, topographic profiles for each of the previously established geomorphological units were produced. Topographic profiles were also created to cover the entire studied area.

This study could add value to the "Geopark Terras de Cavaleiros" both as management tool and as scientific and touristic valorization and dissemination.

Índice Geral

Agradecimentos.....	V
Resumo.....	VII
Abstract.....	IX
Índice Geral.....	XI
Índice de Figuras.....	XIII
Índice de Tabelas.....	XVII
Capítulo 1 – Introdução Geral.....	1
1.1. Apresentação do tema e objetivos da tese.....	1
1.2. Metodologia de trabalho.....	2
1.3. Estrutura da tese.....	2
Capítulo 2- Enquadramento Teórico.....	5
2.1. A Geodiversidade.....	5
2.2. A Geomorfologia.....	6
2.2.1. A Geomorfologia do Nordeste Transmontano.....	6
2.3. O concelho de Macedo de Cavaleiros: Caraterização.....	8
2.3.1. Enquadramento geográfico e administrativo da região.....	8
2.3.2. Enquadramento geológico.....	9
2.3.3. Enquadramento geomorfológico e tectónico.....	18
2.3.4. Geopark Terras de Cavaleiros.....	20
2.4. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na Geomorfologia.....	21
Capítulo 3 - Cartografia geomorfológica do Geopark Terras de Cavaleiros.....	25
3.1. Materiais e Métodos.....	25

3.2.	Resultados	27
3.2.1.	Mapa geológico simplificado	27
3.2.2.	Mapa da rede hidrográfica e sub-bacias	28
3.2.3.	Mapa geomorfológico	29
3.2.4.	Mapa de unidades geomorfológicas	30
3.3.	Discussão de resultados	69
Capítulo 4 - Considerações Finais		73
Referências Bibliográficas		75
Anexos		81
Anexo I - Legenda do extrato da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:200 000.....		81
Anexo II – Mapa geológico simplificado.		83
Anexo III – Mapa da rede hidrográfica e sub-bacias.		85
Anexo IV – Mapa geomorfológico.		87
Anexo V – Mapa de unidades geomorfológicas.		89
Anexo VI – Tabelas de dados dos histogramas elaborados para cada unidade geomorfológica		91
Anexo VII – Perfis topográficos elaborados para cada unidade geomorfológica.		97

Índice de Figuras

Figura 1	Enquadramento geográfico e administrativo do concelho de Macedo de Cavaleiros	9
Figura 2	Extrato da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:200 000, com o limite do concelho de Macedo de Cavaleiros	11
Figura 3	Coluna estratigráfica representativa dos complexos alóctones e parautóctone do concelho de Macedo de Cavaleiros	12
Figura 4	Depósitos cenozóicos no nordeste de Portugal	16
Figura 5	Logótipo do Geopark Terras de Cavaleiros	20
Figura 6	Enquadramento topográfico da área de estudo	26
Figura 7	Mapa geológico simplificado da área de estudo	27
Figura 8	Mapa da rede hidrográfica e das principais sub-bacias da área de estudo	28
Figura 9	Mapa geomorfológico da área de estudo	30
Figura 10	Mapa de unidades geomorfológicas de 4º nível taxonómico	32
Figura 11	Mapa de declives	33
Figura 12	Mapa de orientação dos perfis topográficos	36
Figura 13	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Serra da Nogueira e perfil topográfico	37
Figura 14	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Serra de Bornes e perfil topográfico	39
Figura 15	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Serra de Mogadouro e perfil topográfico	40
Figura 16	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Encosta de Borda e perfil topográfico	40
Figura 17	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Encosta de Sortes e perfil topográfico	41
Figura 18	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Colina de Podence e perfil topográfico	42
Figura 19	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Colina de Latães e perfil topográfico	43

Figura 20	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Colina de Cubo e perfil topográfico	43
Figura 21	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Lamalonga e perfil topográfico	45
Figura 22	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Vimieiro e perfil topográfico	45
Figura 23	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Serra Planalto dissecado de Lagoa e perfil topográfico	47
Figura 24	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Peredo e perfil topográfico	48
Figura 25	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado da Freixeda e perfil topográfico	48
Figura 26	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Paredes e perfil topográfico	49
Figura 27	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado da Castanheira e perfil topográfico	50
Figura 28	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Mogadouro e perfil topográfico	50
Figura 29	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Matela e perfil topográfico	51
Figura 30	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Edroso e perfil topográfico	52
Figura 31	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto de Sendas e perfil topográfico	52
Figura 32	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto de Talhas e perfil topográfico	53
Figura 33	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto de Olmos e perfil topográfico	54
Figura 34	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto de Argozelo e perfil topográfico	55

Figura 35	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto do Monte de Morais e perfil topográfico	56
Figura 36	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto de Izeda e perfil topográfico	57
Figura 37	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto de Samil e perfil topográfico	58
Figura 38	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Planalto de Algosó e perfil topográfico	58
Figura 39	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Depressão de Torre de Dona Chama e perfil topográfico	59
Figura 40	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Depressão de Vale de Prados e perfil topográfico	60
Figura 41	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Depressão de Mirandela e perfil topográfico	61
Figura 42	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Depressão de Macedo e perfil topográfico	62
Figura 43	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Depressão do Cachão e perfil topográfico	63
Figura 44	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Depressão da Vilariça e perfil topográfico	64
Figura 45	Histograma dos intervalos de declives da unidade geomorfológica Depressão de Castro Roupal e perfil topográfico	66
Figura 46	Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Vale encaixado do rio Sabor	67
Figura 47	Perfis topográficos da área de estudo, com direções NW-SE (representadas anteriormente na Figura 12) e com sobrelevação aproximada de 10x	68

Índice de Tabelas

Tabela 1	Valores altimétricos (metros) e de declive máximo (graus) obtidos para cada unidade geomorfológica.....	33
----------	---	----

Capítulo 1 – Introdução Geral

1.1. Apresentação do tema e objetivos da tese

A presente tese integra-se no âmbito do Mestrado em Património Geológico e Geoconservação da Universidade do Minho e tem como tema central a cartografia geomorfológica do Geopark Terras de Cavaleiros.

Um dos aspetos motivacionais para a realização deste trabalho centra-se na complexidade da elaboração de mapas geomorfológicos e na atual dificuldade em se definir uma metodologia adequada à realização dos mesmos. Atualmente este tema é alvo de novas abordagens recorrendo a uma multiplicidade de técnicas de geoprocessamento por meio de *software* SIG (Sistemas de Informação Geográfica).

Deste modo, o presente trabalho poderá constituir uma mais-valia para o Geopark Terras de Cavaleiros (cujo limite é coincidente com os limites administrativos do concelho de Macedo de Cavaleiros) tanto como ferramenta de gestão do mesmo, como instrumento de valorização e divulgação científica e turística.

O objetivo fundamental deste trabalho assenta na elaboração de diferentes produtos cartográficos que possibilitem uma melhor compreensão das características geomorfológicas do Geopark Terras de Cavaleiros. Neste sentido, pretende-se especificamente:

- i. Desenvolver um mapa geológico simplificado;
- ii. Elaborar um mapa da rede hidrográfica da região e das principais sub-bacias;
- iii. Elaborar um mapa geomorfológico, no qual se definem os principais acidentes tectónicos com expressão no relevo, superfícies aplanadas, relevos residuais e vertentes;
- iv. Definir as principais unidades geomorfológicas da área de estudo;
- v. Desenvolver um modelo resultante da conjugação dos diversos elementos;

Com este trabalho pretende-se dar a conhecer um pouco mais as características geológicas e geomorfológicas do Geopark Terras de Cavaleiros, despertando assim o interesse para novas pesquisas científicas neste contexto, que visem dar continuidade a este tipo de trabalhos. Pretende-se, ainda, realçar a importância destes aspetos para ao desenvolvimento da região e da respetiva população.

1.2. Metodologia de trabalho

A metodologia adotada neste trabalho assentou em várias etapas fundamentais. Inicialmente procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica generalizada sobre a temática da geomorfologia. Posteriormente o tema foi devidamente aprofundado através da pesquisa de trabalhos realizados no âmbito da cartografia geomorfológica.

Após a recolha bibliográfica, foi elaborada uma base cartográfica para a área de estudo, com recurso a materiais diversificados necessários à concretização de um trabalho de cartografia geomorfológica, nomeadamente:

- i. Cartas topográficas militares;
- ii. Carta geológica;
- iii. Modelo hipsométrico;
- iv. Modelos altimétricos;

É de notar que os materiais acima mencionados estão detalhadamente apresentados no “Capítulo 3”, na secção “Materiais e Métodos” da presente tese.

Todo o material anteriormente referido foi, de seguida, minuciosamente analisado com recurso a meios de *software* SIG, neste caso, o *software Quantum GIS*.

Após a análise cartográfica, procedeu-se então à elaboração dos mapas geomorfológicos.

1.3. Estrutura da tese

O presente trabalho está estruturado em quatro capítulos.

O capítulo 1 - **Introdução Geral** - faz uma pequena apresentação do tema da tese, onde são expostos os motivos para a escolha do mesmo, bem como os principais objetivos e metodologias usadas para a consecução do presente trabalho. É apresentada, ainda, uma referência ao modo como esta tese se encontra dividida e organizada.

O capítulo 2 - **Enquadramento Teórico** - diz respeito ao enquadramento teórico da tese, no qual são desenvolvidos alguns pontos essenciais para a sua compreensão, baseados, fundamentalmente, em pesquisa bibliográfica. Esta pesquisa assenta sobretudo na caracterização do Geopark Terras de Cavaleiros, do ponto de vista geológico, geomorfológico e tectónico. No presente

capítulo é ainda efetuada uma abordagem aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e à sua importância para a realização deste tipo de estudos.

O capítulo 3 - **Cartografia geomorfológica do Geopark Terras de Cavaleiros** - apresenta todos os materiais cartográficos utilizados, bem como os resultados obtidos neste trabalho e a sua respetiva interpretação e discussão.

No capítulo 4 – **Considerações Finais** - são expostas as principais conclusões desta tese e possíveis sugestões para eventuais trabalhos futuros.

Por último, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas na realização deste trabalho.

Capítulo 2- Enquadramento Teórico

2.1. A Geodiversidade

De acordo com a Royal Society for Nature Conservation do Reino Unido, a geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra.

Assim sendo, de acordo com Brilha (2005), a geodiversidade compreende não apenas os testemunhos provenientes de um passado geológico mas também os processos naturais decorrentes atualmente que dão origem novos testemunhos.

A geodiversidade é o resultado de vários fatores e da relação entre eles, influenciando, deste modo, as paisagens naturais, que são, assim, um dos principais motivos a considerar quando se caracteriza a geodiversidade (Brilha, 2005).

Portugal, apesar de ser um território de pequena dimensão, apresenta uma geodiversidade assinalável, que é o resultado da longa história geológica do nosso planeta (Brilha, 2005). Por este motivo, o relevo do norte de Portugal Continental é bastante distinto do relevo da parte sul do país, bem como o interior se distingue bastante do litoral (Brilha, 2005).

A geomorfologia do território continental é marcada por três conjuntos morfoestruturais principais, nomeadamente, o Maciço Ibérico (também designado Maciço Hespérico ou Maciço Antigo), as Orlas Mesocenozóicas Ocidental e Meridional e as Bacias Cenozóicas do Tejo e do Sado, os quais resultam da ocorrência de rochas distintas, de diversas idades. Destaca-se ainda, como importante fator gerador de distintos aspetos geomorfológicos, a ocorrência de tectónica ativa ao longo de milhões de anos. Assim sendo, as características topográficas de um território ilustram, desde logo, um dos aspetos da geodiversidade (Brilha, 2005).

Atendendo a todos estes fatores o foco do presente trabalho incide na abordagem das características geológicas e geomorfológicas do Geopark Terras de Cavaleiros, através da elaboração de diversos produtos cartográficos, com o intuito de promover e valorizar a importância destes aspetos na geodiversidade da área.

2.2. A Geomorfologia

A geomorfologia surgiu como disciplina científica em finais do século XIX, e rapidamente se desenvolveu a partir do início do século XX sob a influência de disciplinas como a geologia e a geografia (Richards & Clifford, 2011).

Ao passo que a geologia se direcionava mais para as rochas e a evolução da Terra e a biologia para a vida existente, a disciplina que primeiramente se preocupou com as formas da superfície terrestre da Terra é a geomorfologia. O nome apareceu inicialmente em 1858 na literatura alemã, mas entrou em uso geral, incluindo pelos Serviços Geológicos dos Estados Unidos, após 1890 (Kenneth, 2010).

A geomorfologia, como ciência, foi além da descrição para produzir explicações e previsões para as mudanças das formas de relevo. Contudo, como é uma disciplina relativamente recente marcada pelo rápido desenvolvimento a partir de origens distintas, esta tem sido caracterizada por múltiplos métodos e perspetivas, muitas das vezes competitivos (Richards & Clifford, 2011).

De acordo com Hugget (2007) a geomorfologia diz, portanto, respeito ao estudo científico das características físicas da superfície da terra, ou seja, as suas formas de relevo, tais como rios, montanhas, planícies, praias, dunas e muitas outras. Alguns cientistas consideram também, as formas de relevo submarinas e ainda as pertencentes a outros planetas do tipo Terra, bem como satélites no Sistema Solar, como elementos pertencentes à geomorfologia. Esta disciplina científica investiga, para além das formas de relevo, os processos que lhes deram origem (Huggett, 2007).

2.2.1. A Geomorfologia do Nordeste Transmontano

O setor nordeste de Trás-os-Montes evidencia aspetos geomorfológicos bastante distintos e de grande importância do ponto de vista científico, apresentando, deste modo, uma geodiversidade assinalável. Neste contexto, são de destacar:

- i. A serra de Montesinho, a qual constitui o maior volume montanhoso do nordeste transmontano, apresentando uma altitude máxima de 1486 metros. Inclui um maciço granítico constituído por granitos de duas micas (essencialmente biotítico) de grão médio a grosseiro, e possui no seu topo uma estreita cobertura da formação de xistos do Landeiliano (Pereira, 2004).

- ii. Relevos tectónicos do tipo push-up, nomeadamente as serras da Nogueira e de Bornes, formadas em regime de compressão. A serra da Nogueira apresenta uma altitude de 1320 metros e situa-se entre Bragança e Macedo de Cavaleiros, a oeste da falha Portelo-Vilariça. Este relevo consiste num bloco de soco elevado em monoclinal segundo uma direção NNE-SSW, mas inclinando para oeste. Por sua vez, a serra de Bornes, com cerca de 1200 metros, situa-se a sul de Macedo de Cavaleiros e apresenta uma orientação NE-SW. A sua vertente noroeste apresenta uma forma abrupta, correspondendo a uma escarpa de falha, em contraste com a inclinação suave para sul e sudeste (Pereira, 1997; 2004).
- iii. Os relevos residuais, que correspondem a topos da superfície inicial e apresentam, em geral, altitudes entre os 900-1000 metros. Porém, admite-se que outras superfícies um pouco mais elevadas, nomeadamente no setor da serra da Coroa (1273 metros), a norte de Vinhais, possam também ser incluídas nesta unidade morfológica. Os melhores exemplos de relevos residuais quartzíticos encontram-se no setor mais oriental de Trás-os-Montes e entre estes, destacam-se a serra das Barreiras Brancas (próxima de Rio de Onor) e a serra de Mourigo (norte de Vimioso). Mais a sul, também a serra de Reboredo (a leste da Torre de Moncorvo) e o sinclinal de Poiães (próximo de Freixo de Espada à Cinta) assumem grande interesse. De referir que existem ainda alguns relevos residuais que não são constituídos na Formação do Quartzito Armoricano ou Formação Quartzítica, como são os casos da serra de Mogadouro (quartzitos do Ordovícico superior, na periferia do Complexo Alóctone Inferior) e da serra de Sta. Comba (quartzitos silúricos do Complexo Parautóctone) (Pereira, 2004).
- iv. A superfície fundamental da Meseta Ibérica, que se encontra geralmente a altitudes entre os 600-800 metros e é dividida pela Cordilheira Central. O relevo do nordeste transmontano é dominado pela presença da superfície de erosão na Meseta Norte, bem conservada na região de Miranda do Douro, em continuidade com a mesma superfície na parte espanhola da bacia hidrográfica do Douro. Contudo, na região transmontana, a sua expressão mais contínua situa-se no planalto Mirandês, sofrendo a sul um estrangulamento provocado pela presença das unidades alóctones do nordeste transmontano. A sul do Douro volta a ter uma significativa expressão nas terras conhecidas por Beira Transmontana (Pereira, 2004; Ribeiro, 2004).

- v. As depressões tectónicas, com orientação predominante N-S a NNE-SSW, correspondem quer a blocos abatidos, relacionados essencialmente com o movimento vertical de falhas, quer a bacias de desligamento geradas em relação com falhas de desligamento. São então de salientar, a bacia de Mirandela, associada ao acidente de Mirandela, as depressões de Baçal, de Bragança, de Macedo de Cavaleiros e da Vilariça, associadas ao acidente tectónico Bragança-Vilariça-Manteigas, e a bacia de Chaves, associada ao acidente Verin-Penacova (Pereira, 2004).
- vi. Os vales fluviais, cuja incisão é um processo essencialmente quaternário, são o resultado da captura atlântica de uma rede fluvial distinta da atual. A rede fluvial pré-quaternária conduzia os sedimentos resultantes da erosão do Maciço Ibérico em direção à bacia terciária do Douro (Espanha), cuja drenagem se dava para leste. Parte dos sedimentos ficou retida nas depressões tectónicas e nos paleovales do substrato antigo. Depósitos finiterciários sugerem que a inversão da drenagem para oeste terá ocorrido perto do início do quaternário (Pereira, 2004).

2.3. O concelho de Macedo de Cavaleiros: Caracterização

2.3.1. Enquadramento geográfico e administrativo da região

A área do Geopark Terras de Cavaleiros corresponde aos limites administrativos do concelho de Macedo de Cavaleiros. Este concelho, pertencente ao distrito de Bragança, localiza-se na região de Trás-os-Montes e estende-se por uma área geográfica de cerca de 700 km², distribuída por 38 freguesias, num total de 67 localidades onde residem cerca de 16500 pessoas (dados de 2010). Está situado no centro do nordeste transmontano e é rodeado pelos concelhos de Vinhais, a norte, Bragança, a nordeste, Vimioso, a leste, Alfândega da Fé e Mogadouro, a sul, Vila Flor, a sudoeste, e Mirandela, a oeste (Pereira *et al.*, 2012).

A área de estudo, correspondente à área do Geopark Terras de Cavaleiros e periferia, é representada pelas folhas n^os 49, 50, 51, 63, 64, 65, 77, 78, 79, 91, 92 e 93 da carta topográfica militar à escala 1:25 000 do Instituto Geográfico do Exército.

O enquadramento geográfico e administrativo do concelho de Macedo de Cavaleiros está representado na figura 1.

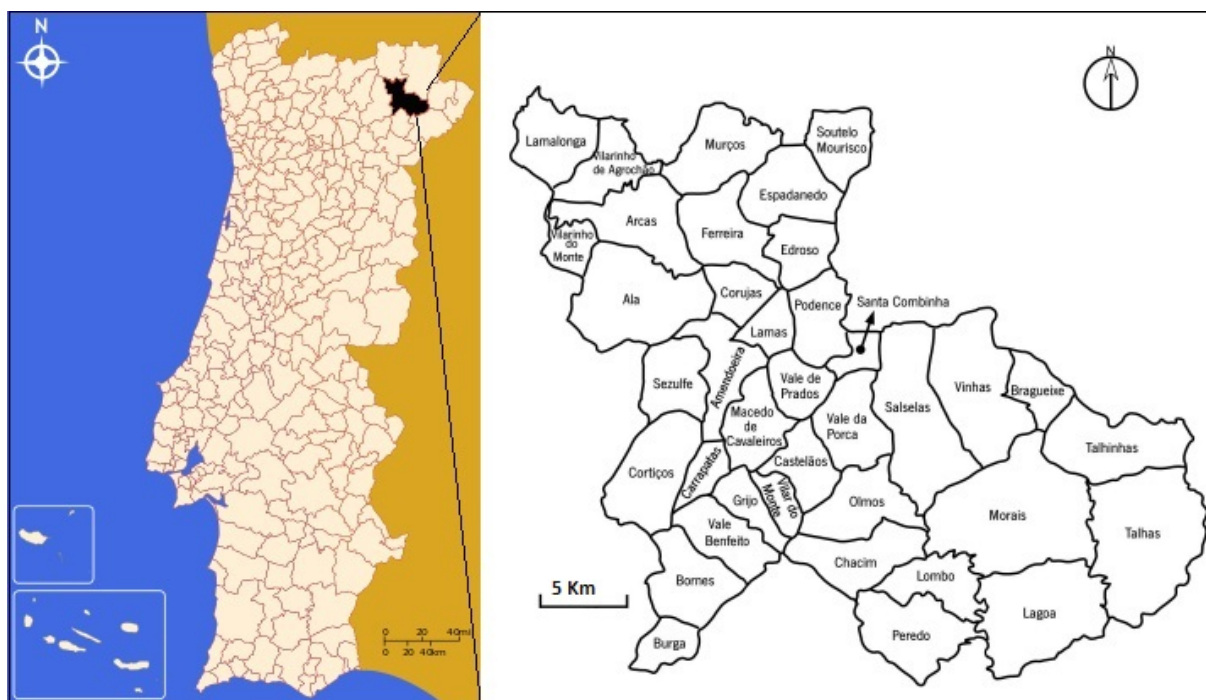


Figura 1 - Enquadramento geográfico e administrativo do concelho de Macedo de Cavaleiros. //r. Câmara Municipal de Macedo de Cavaleiros; adaptado de Gonçalves, 2013.

2.3.2. Enquadramento geológico

A tectogénese varisca teve lugar no período Devónico e iniciou-se na fase pré-colisional com o fecho do oceano varisco, Rheic. No nordeste de Portugal ocorreu também o fecho de um oceano menor, situado entre as micropalacas Armórica e Ibérica (margem gondwânica), assim como a obdução de parte da crosta oceânica sobre a margem continental Ibérica (Pereira, s.d.).

No que respeita à Ibéria, do ponto de vista tectónico, o resultado da colisão varisca é um empilhamento de unidades tectonoestratigráficas, que são transportadas sobre a margem continental Ibérica numa flecha de recobrimento superior a 200 Km, até ao leste da Galiza e nordeste de Trás-os-Montes. Constituem os complexos alóctones, representados por três grandes unidades, nomeadamente, o complexo alóctone superior, complexo ofiolítico e complexo alóctone inferior, cada uma delas, com conteúdo estratigráfico, tectónico, metamórfico e idade, distintos. No noroeste da Ibéria ocorrem quatro maciços formados pelo complexo alóctone superior e complexo ofiolítico, com significativa presença de rochas ultramáficas-máficas, um dos quais é designado por Maciço de Morais

(Pereira, s.d.). Estas unidades foram carregadas em conjunto sobre o bordo adelgado do terreno ibérico, representado pela unidade alóctone inferior. Assim, o complexo alóctone inferior corresponde ao bordo do terreno ou microplaca continental ibérica, o complexo ofiolítico equivale a uma sequência completa de crosta oceânica, e o complexo alóctone superior representa uma sequência de crosta continental bastante completa (Ribeiro, 1997).

Em Portugal, os complexos alóctones encontram-se nos Maciços de Morais e Bragança e, ao longo do seu trajeto, foram arrastando, na base e à frente, o complexo parautóctone, constituído por sequências sedimentares, que não correspondem, litologicamente, às do domínio autóctone. Deste modo, as unidades do complexo parautóctone representam as sequências sedimentares que se sucediam à margem continental ibérica, presumivelmente situadas na transição da Zona Ossa-Morena para a Zona Centro-Ibérica. Estão presentes no Minho Central e encontram-se a rodear os maciços alóctones de Morais e Bragança. O grande acidente tectónico da base do parautóctone (carreamento de base) serve para delimitar a Zona de Galiza Trás-os-Montes, isto é, toda a implantação dos complexos alóctones e complexo parautóctone que assim passam a definir uma zona paleogeográfica e tectónica própria (Pereira, s.d.).

O concelho de Macedo de Cavaleiros comporta uma grande diversidade geológica e compreende dois importantes conjuntos de unidades: o substrato pré-Mesozóico, o qual inclui os complexos alóctones e parautóctone e ainda as rochas graníticas; e os sedimentos do Cenozóico, tal como se pode observar no extrato da carta geológica de Portugal à escala 1: 200 000 (modificado de Pereira, 2000), de seguida apresentada.

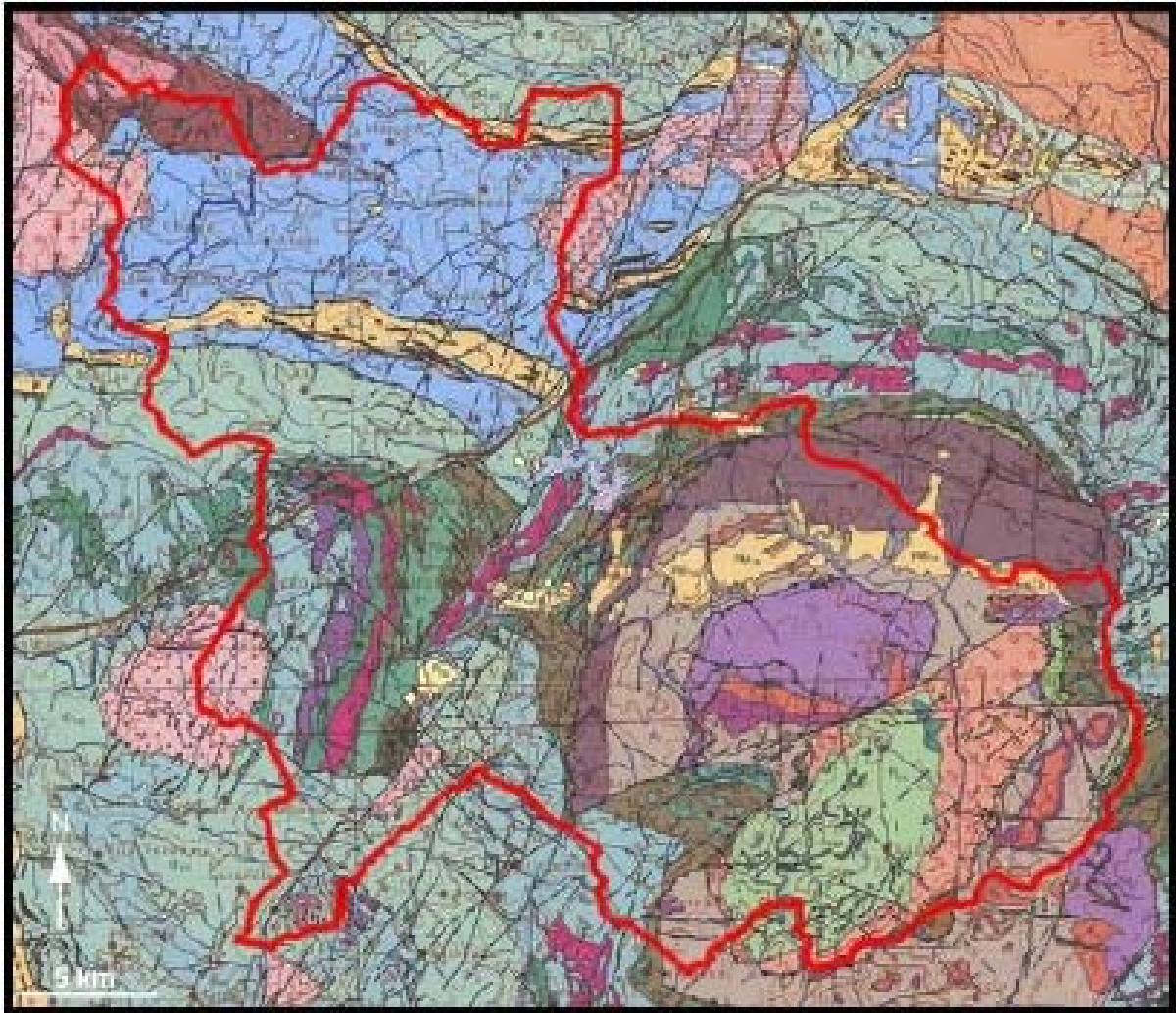


Figura 2 - Extrato da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:200 000, com o limite do concelho de Macedo de Cavaleiros assinalado a vermelho. Adaptado de Pereira *et al.*, 2012. A legenda encontra-se disponível no Anexo I.

- Complexo Alóctone Inferior

O Complexo alóctone inferior compreende dois conjuntos de unidades carreadas, a unidade de Pombais, superior, que apenas ocorre na região de Junqueira (Vimioso) e as unidades Centro-Transmontanas, inferior, que estão representadas na área da Albufeira do Azibo (Pereira, s.d.) (Figura 3).

A unidade de Pombais, também designada por Ofiolito Inferior de Morais (OIM), encontra-se no topo da sequência evolutiva vulcânica de margem continental passiva e prenuncia a definitiva rutura continental e formação da primeira crusta oceânica Varisca (Pereira *et al.*, 2003). Esta unidade materializa a situação de rift oceânico, e compreende um conjunto de escamas tectónicas compostas por xistos verdes e metavulcanitos (Pereira, s.d.).

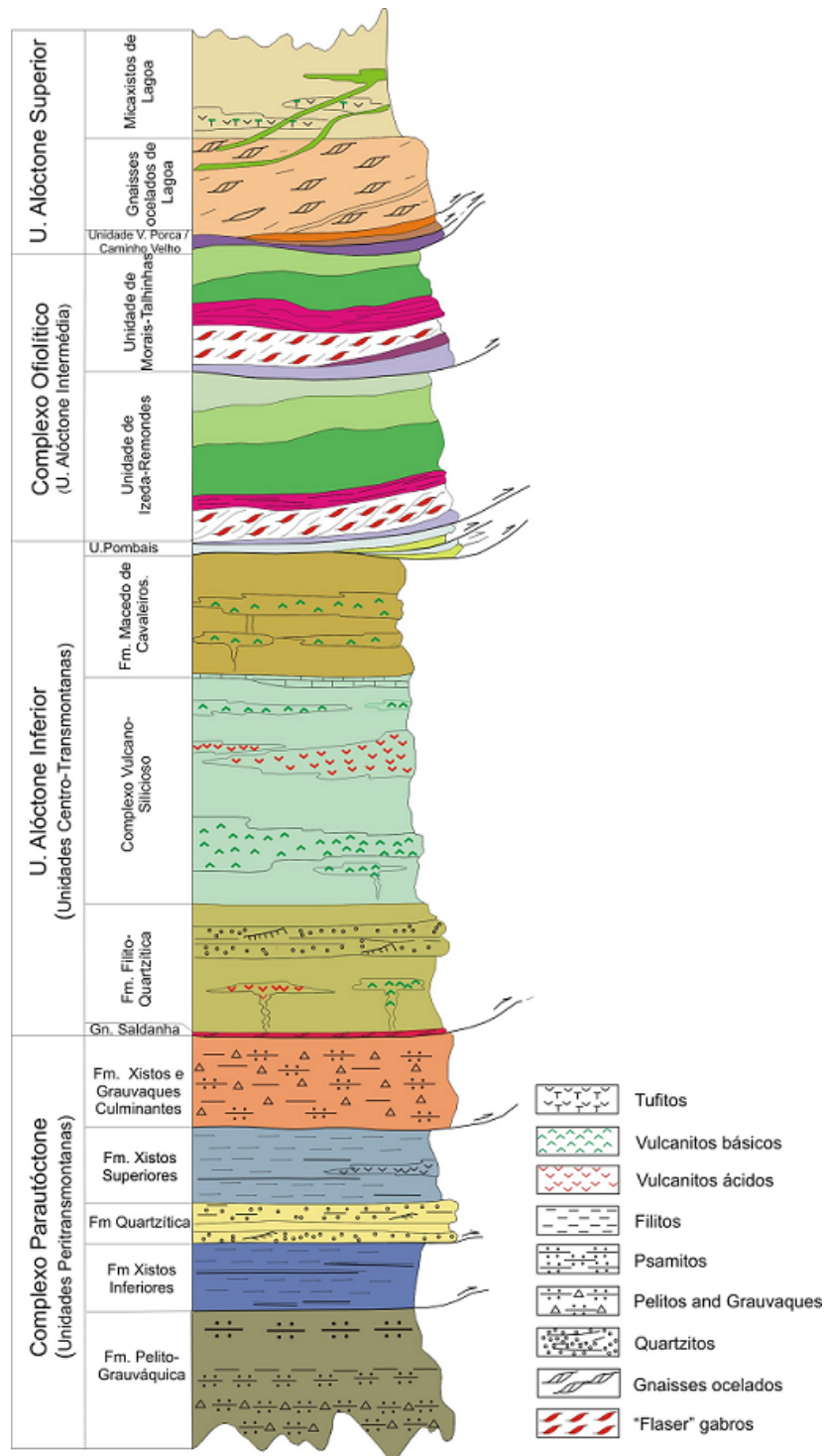


Figura 3 – Coluna estratigráfica representativa dos complexos alóctones e parautóctone do concelho de Macedo de Cavaleiros. Adaptado de Pereira (1998).

O conjunto das unidades Centro-Transmontanas corresponde à sequência sedimentar e vulcânica (Pereira, s.d.). No concelho de Macedo de Cavaleiros estão representadas as seguintes unidades:

- **Formação Filito-quartzítica** - trata-se de uma sequência siliciclástica constituída por filitos na base, quartzitos no topo e diques das rochas vulcânicas básicas e ácidas, para a qual se considera uma idade provisória de transição entre o Ordovícico e o Silúrico (Pereira *et al.*, 2012).

- **Complexo vulcano-silicioso** - uma sequência vulcano-sedimentar composta por sedimentos pelíticos e calcários cinzentos no topo, exibindo intercalações sucessivas de metavulcanitos básicos alcalinos e metavulcanitos félsicos, às vezes porfíricos (Ribeiro, 1986). A idade desta unidade é considerada do Silúrico (Pereira *et al.*, 2012).

- **Formação de Macedo de Cavaleiros** - caracterizada por sedimentação marinha mais profunda e intercalação de metavulcanitos básicos toleíticos (Pereira *et al.*, 2003). É constituída por uma sucessão de filitos, de xistos negros, siltitos, tufitos e quartzofilitos, com intrusões de metadiabases e metagabros, A idade estimada situa-se entre o Ordovícico e o Devónico (Pereira *et al.*, 2012).

O complexo alóctone inferior sobrepõe-se ao complexo parautóctone, por um carreamento de base (Pereira & Ribeiro, 1992). Do complexo parautóctone, muito mais desenvolvido na região de Murça e Mirandela, encontram-se, apenas, representadas a Formação de Quartzitos Superiores, composta por quartzofilitos e intercalações de quartzitos e a Formação Infraquartzítica, constituída por xistos cinzentos com intercalações de xistos negros, metassiltitos e escassos metagrauvaques (Pereira, s.d.).

- Complexo Alóctone Intermédio

A unidade alóctone intermédia, subdividida em duas unidades tectónicas por um carreamento interno, corresponde ao complexo ofiolítico de Morais ou ofiolito superior (OSM) (Pereira *et al.*, 2003), e encontra-se muito melhor preservado no maciço de Morais que em Bragança (Pereira & Ribeiro, 1992).

A unidade tectónica superior define uma sequência normal, completa, de crusta oceânica, enquanto a inferior mostra uma sequência completa, mas desmembrada, de crusta oceânica. A deformação e metamorfismo da unidade alóctone intermédia é inteiramente Varisca e processa-se em fácies de anfibolitos com granada de transição para fácies granulítica, esta presente nos flaser-gabros da unidade tectónica superior (Pereira *et al.*, 2003).

No complexo ofiolítico identificam-se, assim, do topo para a base, anfibolitos espessos e complexo de diques muito deformado, complexo de diques em gabro (diques inferiores), "flaser-gabros", anfibolitizados e cumulados máficos, e rochas ultramáficas, essencialmente, dunitos,

harzburgitos e serpentinitos xistificados (Pereira & Ribeiro, 1992), agrupados sob a designação genérica de peridotitos (Pereira *et al.*, 2012).

No maciço de Morais, verifica-se uma repetição de unidades separadas pelo carreamento intermédio de Limãos, dando origem a duas unidades (figura 3):

- **Unidade de Izeda-Remondes** (inferior) - onde estão melhor representados os anfibolitos e peridotitos, estes separados por falhas normais;

- **Unidade de Morais-Talhinhas** (superior) - onde se encontra preservada a sequência completa de crusta oceânica, muito embora dominem os termos gabróicos e ultramáficos.

No maciço de Bragança, a sequência ofiolítica original é apagada por sucessivos cavalgamentos e por retrogradação mais ou menos generalizada para fácies de xistos verdes. A idade do complexo ofiolítico superior deverá, em princípio, ser ligeiramente mais recente do que a da Unidade de Pombais ou complexo ofiolítico inferior de Morais, uma vez que esta última corresponde ao primitivo *rift* oceânico e assinala a rutura continental para dar início à formação de crusta oceânica (Pereira & Ribeiro, 1992).

- Complexo Alóctone Superior

A unidade alóctone superior, sobreposta ao complexo ofiolítico, encontra-se presente nos maciços de Morais e Bragança e está separada inferiormente do terreno ofiolítico por um carreamento base (Pereira & Ribeiro, 1992). Trata-se, portanto, de uma sequência de crusta continental que sofreu transformações tectonometamórficas quer num ciclo pré-Varisco quer no ciclo Varisco (Pereira, s.d.).

No maciço de Morais, diferencia-se uma sequência de crusta continental adelgada, superior e média, onde se destacam as unidades de micaxistos de Lagoa e ortognaisses ocelados de Lagoa, uns e outros intruídos por diques máficos metamorfizados em fácies anfibolítica com granada e, bem assim, uma sequência de crusta inferior de alto grau de metamorfismo constituída pelo *duplex* de unidades de Vale da Porca, Caminho Velho e Vinhas (figura 3). Estas últimas unidades integram gnaisses quartzo-feldspáticos, granulitos máficos blastomiloníticos e peridotitos com granada. A unidade de Caminho Velho inclui, ainda, gabros coroníticos e gabros afibolitizados, intrusivos, supostamente equivalentes dos diques máficos intrusivos na crusta média e superior (Pereira & Ribeiro, 1992).

À unidade alóctone superior tem sido atribuída uma idade essencialmente do Precâmbrico (Pereira *et al.*, 2003).

- Granitóides

No nordeste de Trás-os-Montes, as escassas intrusões graníticas encontram-se ao longo da zona de fraqueza da falha da Vilarça e na fronteira da Zona de Galiza e Trás-os-Montes, ou mais precisamente, no autóctone da Zona Centro-Ibérica (Pereira, s.d.).

No concelho de Macedo de Cavaleiros, as ocorrências de rochas ígneas cortam de forma discordante as unidades metassedimentares e metavulcânicas. Para além dos filões, maioritariamente de quartzo, distinguem-se diferentes fácies de rochas granitóides (Pereira *et al.*, 2012). Destacam-se assim:

- **Granito e Granodiorito de Rebordelo**, porfiróides, de grão médio a grosseiro, essencialmente biotíticos, ante a sin-D3, e o Granito de Lebução, granito de grão médio de duas micas, sin-D3. Estes ocorrem no setor ocidental do concelho, na freguesia de Vilarinho de Agrochão.

- **Granito da Serra de Bornes e Pombares**, granito de duas micas, grão médio, porfiroide, tardi a pós-D3, o qual evidencia cataclase e forte arenização no contacto com a falha da Vilarça.

- **Granito de Romeu**, granito de grão médio, moscovítico, tardi a pós-D3.

- **Granito de Torre de Dona Chama**, granito grosseiro, porfiróide, de duas micas, tardi a pós-D3, que ocorre na freguesia de Vilarinho de Agrochão, no limite oeste do concelho.

- **Granito de Burga**, microgranito moscovítico, tardi a pós-D3, que ocorre na freguesia de Burga, no limite sul do concelho (Pereira, 2000 & Noronha *et al.*, 2006).

- Sedimentos Cenozóicos

Os sedimentos do Cenozóico estão pouco consolidados e cobrem, em alguns locais, o substrato antigo, e constituem testemunhos de um sistema de drenagem endorreico anterior ao atual (Pereira *et al.*, 2012).

Estes sedimentos preenchem, em geral, pequenas depressões tectónicas e paleovales incisos no substrato ou dispõem-se, a partir de relevos de resistência, sobre a superfície fundamental de aplanamento da Meseta Ibérica. As depressões tectónicas que conservam os depósitos estão associadas aos acidentes tectónicos de Verín-Penacova, Mirandela e Bragança-Vilarça-Manteigas, ou à movimentação de blocos limitados por falhas de orientação diversa, particularmente no planalto Mirandês (Pereira, 2006 b). Na figura 4 estão representadas as ocorrências de depósitos sedimentares cenozóicos no nordeste de Portugal.

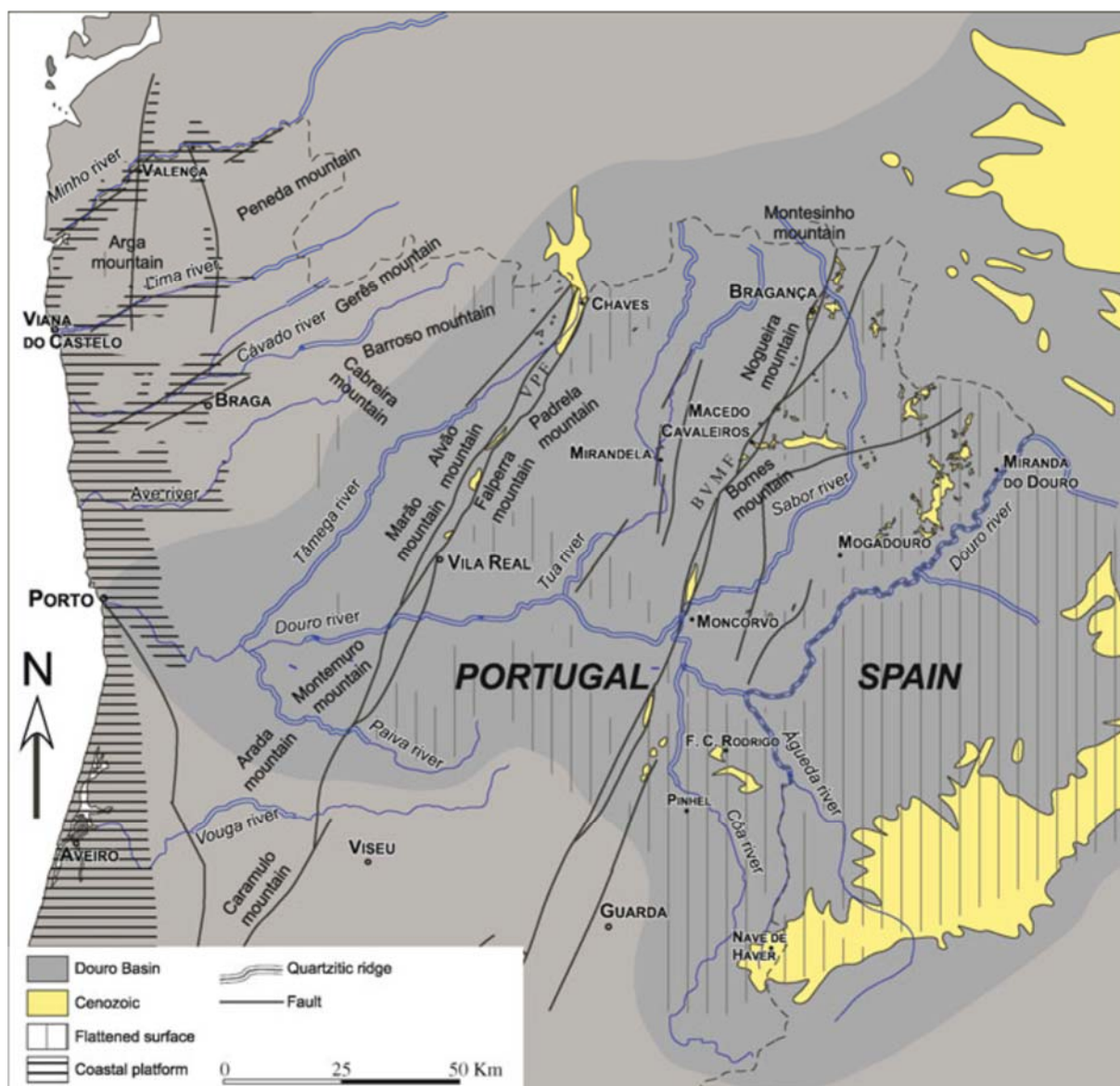


Figura 4 - Depósitos cenozóicos no nordeste de Portugal (Pais *et al.*, 2012).

No concelho de Macedo de Cavaleiros estão descritas três unidades litostratigráficas que foram correlacionadas com etapas tectono-sedimentares descritas na bacia Terciária do Douro, bem como nas bacias do Mondego e do Baixo Tejo, nomeadamente:

- **Formação Vale Álvaro** - caracterizada pela presença de paligorsquite, cimento carbonatado e clastos exclusivamente de rochas máficas e ultramáficas que traduzem condições de confinamento morfológico e origem em leques aluviais alimentados por relevos correspondentes às rochas máficas e ultramáficas do Maciço de Morais (Pereira *et al.*, 2012). Esta formação está representada na cidade de Bragança e em Limões, nas proximidades de Macedo de Cavaleiros (Pereira, 2006 b).

- **Formação Bragança** - constituída por dois membros de constituição semelhante, com alternâncias de conglomerados, areias e argilas (Pereira *et al.*, 2012). O membro de Castro (inferior), é constituído, na base, por conglomerados maciços e essencialmente quartzosos, bem representados nos paleovales de Silva e de Atenor, gerados como primeira resposta à instabilidade tectónica. No topo do membro de Castro predomina a sedimentação fina, característica de fim de ciclo sedimentar que se mantém a nível regional. Por sua vez, o membro de Atalaia, ravinante sobre o membro inferior, não revela qualquer tendência granulométrica e é predominantemente areno-conglomerático, com alguns níveis lutíticos intercalados. Este corresponde a uma sucessão de episódios com características semelhantes ao membro inferior, associados a uma nova fase de reativação tectónica (Pereira, 2006 b). Cada um dos membros sedimentares constitui a resposta a impulsos tectónicos que se relacionam o com rejogo da falha da Vilarça durante o Neogénico e o soerguimento das serras de Bornes e da Nogueira. Estes sedimentos estão bem representados num paleovale de orientação W-E, situado entre Macedo de Cavaleiros e Talhinhos. As características destes sedimentos sugerem leques aluviais que alimentavam as fácies proximais de um modelo fluvial principal, entrançado de baixa sinuosidade drenando para leste, em direção à bacia Terciária do Douro e uma idade provável do Miocénico superior a Pliocénico inferior (Pereira *et al.*, 2012).

- **Formação Aveleda** - constituída por depósitos sedimentares imaturos, essencialmente conglomeráticos, com origem nos relevos tectónicos das serras de Bornes e da Nogueira. As características destes sedimentos sugerem uma idade do Pliocénico Superior (Pereira *et al.*, 2012). As principais ocorrências destes depósitos situam-se a norte de Bragança (Aveleda) e na base dos relevos quartzíticos confinados à serra de Mourigo, a norte de Vimioso. Esta unidade está também conservada no contexto do acidente tectónico de Bragança-Vilarça-Manteigas, nomeadamente em Podence, Sta. Combinha e Grijó, nas proximidades de Macedo de Cavaleiros. A Formação de Aveleda terá sido gerada na sequência de uma rutura sedimentar, relacionada quer com condições tectonicamente ativas quer com a alteração das condições climáticas, pelo que ocorre em dois domínios morfotectónicos distintos (Pereira, 2006 b).

Os sedimentos mais recentes, holocénicos, preenchem os fundos de vales mais largos, instalados, em geral, nas depressões. Estes materiais areno - argilosos ou cascalhentos, em geral remobilizados das unidades mais antigas, têm maior expressão no rio Macedo e ribeira de Carvalhais (depressão de Macedo de Cavaleiros), ribeira de Salsas (depressão de Sta. Combinha, rio Azibo, ribeira Vale Meçados e ribeira vale de Moinhos (depressão Vale da Porca-Talhinhos) (Pereira *et al.*, 2012).

2.3.3. Enquadramento geomorfológico e tectónico

A região de Macedo de Cavaleiros apresenta características geológicas e tectónicas muito particulares que se refletem na origem, evolução e conservação dos depósitos sedimentares cenozóicos, bem como na geomorfologia (Pereira, 2003).

Sob o ponto de vista tectónico destacam-se essencialmente o acidente tectónico Bragança-Vilariça-Manteigas (BVM), com orientação dominante NNE-SSW, que nesta região está expresso por várias falhas ativas no Cenozóico e a falha de Morais, cujos movimentos não estão ainda totalmente esclarecidos (Pereira, 2003).

As características geomorfológicas da área, nomeadamente as depressões com preenchimento sedimentar, os relevos do tipo push-up, evidências da superfície da Meseta Ibérica, e ainda os aspetos da drenagem fluvial, parecem estar em muito relacionadas com o acidente tectónico BVM (Pereira, 2003). De notar que as depressões de Bragança, de Macedo de Cavaleiros e da Vilariça e as serras da Nogueira e de Bornes são as principais formas associadas ao segmento Bragança-Vilariça do acidente tectónico Bragança-Vilariça-Manteigas (2006a). Este acidente tectónico constitui, no âmbito regional, o limite entre o setor a ocidente de maior regularidade da superfície fundamental da Meseta Ibérica e o setor ocidental de relevo mais irregular, marcado pelos altos planaltos centrais dissecados a sul do Douro e pela depressão de Mirandela a norte do Douro (Pereira *et al.* 2012).

A região de Macedo de Cavaleiros integra-se na unidade geomorfológica Meseta Norte, a qual se enquadra na unidade morfoestrutural Meseta Ibérica, e faz parte de uma superfície reportável à penepalanície fundamental da Meseta, à exceção da serra da Nogueira e a serra de Bornes com orientações N-NE, controladas pela falha Portelo-Vilariça (Pereira *et al.*, 2000). Estas foram interpretadas como estruturas do tipo *push-up*, formadas em regime de compressão e associadas a inflexões da falha de Portelo-Vilariça em relação à qual têm uma orientação subparalela (Cabral, 1995).

Trata-se, portanto, de uma região com forte influência neotectónica relacionada com o sistema de falhas Portelo-Vilariça, que forma compartimentos abatidos ou levantados consoante a atuação das fases compressivas Alpinas (Pereira *et al.*, 2000).

A serra de Bornes, com uma altitude de 1200 metros, situa-se a sul de Macedo de Cavaleiros, e apresenta uma orientação NE-SW, sendo que a sua vertente NW, com forma abrupta, corresponde a uma escarpa de falha. Por sua vez, a norte de Macedo de Cavaleiros, encontra-se a serra da Nogueira, que consiste num bloco de soco elevado em monoclinal segundo uma direção NNE-SSW, mas inclinando para Oeste.

A NE de Macedo de Cavaleiros, a falha de Sendas desloca uma superfície aplanada com depósitos da formação Aveleda, situados entre Quintela de Lapaças e Feteira. Em situação distinta, a Formação de Bragança está representada num flanco da pequena depressão de Sendas (Pereira, 1997).

Alguns quilómetros a leste de Macedo destaca-se o Monte de Morais, que corresponde a uma superfície aplanada a cerca de 750 metros de altitude, limitada no seu flanco sul pela falha de Morais. Este nível de aplanamento é definido sobre rochas ultrabásicas, essencialmente peridotitos e flaser - gabros do maciço de Morais. Estas rochas deram origem a um relevo de resistência com drenagem aproximadamente radial. A falha de Morais, com uma extensão de 20Km, orientada segundo ENE-WSW e inclinada 70 ° para sul, corta este maciço, tendo sido interpretado o abatimento relativo do bloco norte, em consequência da sua provável movimentação inversa. Para além da referência à existência de evidências de uma escarpa bem conservada na zona de Chacim, a definição do tipo de movimento da falha assentou na presença dos depósitos cenozóicos a norte, supostamente no bloco abatido (Pereira, 1997). Esta superfície bem conservada nos peridotitos do Maciço de Morais constitui uma referência para a interpretação das restantes superfícies regionais. Porções da mesma superfície estão também conservadas mais a norte, entre Sta. Combinha e Vinhas.

A norte do maciço de Morais, entre Vale da Porca e Talhinhas desenvolve-se uma depressão de orientação E-W, situada a cerca de 150 metros abaixo das superfícies do referido maciço de Morais e de Vinhas.

A sul da falha de Morais é perceptível o bloco abatido, cerca de 100 metros, no setor entre Talhas e Lagoa, bem como a expressão da escarpa de falha.

No que respeita à rede de drenagem fluvial, é de particular interesse o facto da depressão de Macedo de Cavaleiros ser drenada no sentido do rio Tuela, pelo rio Macedo e ribeira de Carvalhais. O restante território enquadra-se na sub-bacia do rio Sabor, que limita o concelho a leste. O rio Sabor apresenta vertentes de declive acentuado e um encaixe pronunciado, com cerca de 200 metros nas margens e 400 metros relativamente à superfície fundamental. Os vales dos afluentes têm vales encaixados que se abrem nas depressões tectónicas, onde correm em fundo aplanado (Pereira *et al.*, 2012).

2.3.4. Geopark Terras de Cavaleiros

O Geopark Terras de Cavaleiros corresponde aos limites administrativos do município de Macedo de Cavaleiros e apresenta uma área de cerca de 700 Km². O seu território possui uma vasta geodiversidade, principalmente expressa pelas suas importantes unidades geológicas, estruturas e formas de relevo (Pereira *et al.*, 2012), pelo que atualmente se têm juntado esforços numa tentativa de incluir o Geopark Terras de Cavaleiros nas redes europeias e global de geoparques.



Figura 5 - Logótipo do Geopark Terras de Cavaleiros (www.geoparkterrasdecavaleiros.com).

No território do Geoparque foram inventariados 42 geossítios que constituem o seu património geológico. De acordo com o Dec. Lei nº 142/2008, de 24 de Julho, entende-se por património geológico “o conjunto de geossítios que ocorrem numa determinada área e que inclui o património geomorfológico, paleontológico, mineralógico, petrológico, estratigráfico, tectónico, hidrogeológico, e pedológico, entre outros”. Segundo o mesmo Dec. Lei definem-se, ainda, geossítios como “ a área de ocorrência de elementos geológicos com reconhecido valor científico, educativo, estético e cultural”.

O projeto Geoparque surge numa tentativa de promover o desenvolvimento económico sustentável através de um turismo rico baseado nos valores culturais, históricos e naturais da área, com vista a difundir medidas de dinamização social, formação, empreendedorismo, inclusão e educação para o futuro.

Deste modo, um aspeto importante do geoparque é a existência de cerca de 200 km de percursos sinalizados, distribuídos ao longo de 24 percursos pedestres, dos quais se destacam, do ponto de vista geológico, o percurso pedestre geológico, localizado no Monte de Morais.

Do património natural do geoparque sobressaem o Maciço de Morais, com elevado valor geológico, os *push up* da serra de Bornes e da Nogueira e, ainda, a Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo. Destaca-se também o vale do rio Sabor, inserido na Rede Natura 2000, por possuir um valor ecológico elevado, sobretudo ao nível da flora.

A herança cultural é principalmente evidenciada pela preservação das tradições e memórias da própria população, da gastronomia e produtos regionais, bem como atividades de carácter etnográfico. Também formas de arte como a dança, teatro e música fazem parte da identidade cultural da região.

O Geopark Terras de Cavaleiros apresenta, para além das características naturais e culturais, um vasto património histórico, arqueológico e artístico no seu território, o qual está patente em edifícios públicos, privados e religiosos, antigas pontes, pelourinhos, fontes de mergulho, entre outros (*in*: www.cm-macedodecavaleiros.pt, s.d.; Pereira *et al.*, 2012).

2.4. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na Geomorfologia

O teste crucial exigido pelo uso do método científico dedutivo é o sucesso da aplicação de modelos que tenham sido produzidos. Em geomorfologia, esta aplicação irá envolver não só a busca puramente académica para a explicação do desenvolvimento do relevo, mas também, cada vez mais, uma preocupação com aspetos “aplicados” do tema. O uso de modelos de simulação em geomorfologia está estabelecido há muito tempo. A velocidade e capacidade dos computadores modernos tem permitido o desenvolvimento de uma nova geração de modelos matemáticos que são complexos e fisicamente realistas (Anderson & Burt, 1990).

A cartografia das formas de relevo é provavelmente tão antiga quanto a elaboração de mapas. Geralmente, estes mapas eram elaborados de acordo com padrões estabelecidos e através do uso de símbolos específicos. Posteriormente, houve várias tentativas para definir símbolos e métodos padronizados, especialmente pela União Geográfica Internacional (IGU). Esta foi impulsionada, em parte, pela complexidade de informações que podem ser apresentadas em um ou mais dos seguintes temas-chave: morfometria (forma / local), a morfogénese (evolução, incluindo o controlo geológico), morfocronologia (idade relativa e absoluta) e morfodinâmica (génese e processos) (Smith & Pain, 2011).

Mais recentemente, houve vários desenvolvimentos relacionados com o mapeamento geomorfológico utilizando polígonos ao invés de símbolos. No entanto, ao longo das últimas duas ou três décadas estes mapas geomorfológicos não têm sido uma grande parte do estudo das formas de relevo.

O maior impulsionador do mapeamento geomorfológico foi a tecnologia: a disponibilidade de novas fontes de dados permitiu a realização de mapeamento rápido, organizado no âmbito dos SIG (Smith & Pain, 2011).

Os Sistemas de informação geográfica (SIG) são sistemas de hardware e software usados para armazenamento, recuperação, mapeamento e análise de dados geográficos (Oguchi & Wasklewicz, 2011). Estes permitem criar múltiplas camadas de dados de imagem, topografia, ou outros dados temáticos, como por exemplo mapas geológicos, a ser vistos e analisados com uma variedade de ferramentas, tais como a correlação cruzada entre as unidades de mapas e assinaturas multiespectrais, análise de drenagem, modelos, etc. (Farr, 2011).

A história dos SIG é relativamente curta, e as aplicações na geografia física e nas ciências da terra, incluindo a geomorfologia, tornaram-se frequentes apenas por volta dos finais do século XX. No entanto, a propagação dos SIG na geomorfologia durante os últimos 10 anos tem sido rápida. Os SIG combinados com modelos de elevação digitais (MED) já se tornaram uma das abordagens mais comuns da pesquisa geomorfológica, tendo sido utilizada em muitos estudos recentes em geomorfologia (Oguchi & Wasklewicz, 2011).

Os SIG estão fortemente ligados com metodologias e conceitos da geomorfologia tradicional estabelecidos antes do aparecimento dos SIG. O mapeamento é frequentemente necessário para a investigação em geografia e nas ciências da terra, incluindo a geomorfologia, e os SIG podem fornecer produtos cartográficos sofisticados de apoio a estas áreas científicas. Uma contribuição fundamental dos SIG para a geomorfologia é a capacidade de análise topográfica quantitativa, a qual tem expandido a metodologia de medição morfométrica manual que se desenvolveu principalmente em meados do século XX. Além disso, um dos métodos e conceitos mais importantes nos SIG é a sobreposição de camadas (*layers*) de mapas, o que permite a análise da relação entre diferentes elementos no espaço geográfico, e a avaliação dos efeitos de alguns elementos nos outros. Em contraste, as relações entre os métodos geomorfológicos com base nos SIG / MED e métodos qualitativos convencionais, tais como interpretação de fotografia aérea e descrições de campo são menos claras, embora o objetivo de ambas as abordagens sejam muitas vezes semelhantes, como a classificação das unidades de relevo, a compreensão das relações processo-forma e a deteção de mudanças topográficas (Oguchi & Wasklewicz, 2011).

Atualmente, a maioria dos mapas temáticos e imagens para a pesquisa geográfica e geocientífica são construídos usando dados digitais e computadores. Embora os produtos cartográficos gerados a partir de *software* gráfico comercial como o Adobe Illustrator e Freehand tenham sido utilizados, a aplicação de *software* SIG é um exercício comum na pesquisa geomorfológica de hoje. A implementação de técnicas de geoprocessamento na pesquisa geográfica foi uma transição lógica,

uma vez que os dados com coordenadas geográficas reais são mais vantajosos do que os dados meramente geométricos usados em *software* gráfico (Oguchi & Wasklewicz, 2011).

Considerando os importantes contributos dos SIG para a geomorfologia, o presente trabalho é sobretudo elaborado com recurso a técnicas de geoprocessamento, especificamente por meio do *software Quantum Gis 1.8/2.2*. Os materiais utilizados bem como os produtos resultantes da implementação destes métodos estão seguidamente apresentados no Capítulo 3 deste trabalho.

Capítulo 3 - Cartografia geomorfológica do Geopark Terras de Cavaleiros

3.1. Materiais e Métodos

A consecução deste trabalho exigiu, em primeiro lugar, uma pesquisa bibliográfica aprofundada sobre o tema, recorrendo a diversos livros e artigos científicos relativos ao assunto.

Posteriormente, foi necessária a conceção de uma base cartográfica que servisse de suporte à elaboração dos mapas da área de estudo. Todas as bases cartográficas foram devidamente georreferenciadas de modo a coincidirem com a área de estudo, ou seja, a área correspondente ao Geopark Terras de Cavaleiros.

Foram, assim, reunidas as seguintes bases cartográficas:

- i. Cartas topográficas militares, em formato *raster*, correspondentes às folhas n^os 49, 50, 51, 63, 64, 65, 77, 78, 79, 91, 92 e 93 à escala 1:25 000, série M888. Estas foram obtidas através do Instituto Geográfico do Exército. O sistema de projeção utilizado foi: Transversa de Mercator; Elipsóide: Internacional; DATUM: Lisboa.
- ii. Folha 2 da Carta Geológica de Portugal à escala 1:200 000 (Pereira, 2000). A carta foi digitalizada e posteriormente cortada pelos limites do concelho de Macedo de Cavaleiros, de acordo com os limites definidos pela base Carta Administrativa Oficial de Portugal 2013, disponibilizada pelo Instituto Geográfico Português (IGP) (http://www.igeo.pt/produtos/cadastro/caop/caop_vigor.htm). O sistema de coordenadas utilizado foi o DATUM 73.
- iii. Mapa hipsométrico com curvas de nível em formato vetorial à escala 1:25 000 (CONTINENTE), segundo o sistema de projeção: Transversa de Mercator; Elipsoide: Internacional; DATUM: Lisboa. O tema utilizado foi apenas altimetria com equidistância de 10 metros.

Usando o material anteriormente mencionado, foram gerados os seguintes modelos altimétricos:

- i. Modelo Altimétrico em formato *raster* (geotiff), com resolução de 10 metros/pixel, obtido por interpolação das cartas de curvas de nível em formato vetorial. Primeiro as cartas vetoriais foram transformadas em formato *raster* utilizando o algoritmo “v.to.rast” da aplicação SIG Grass 6.4 (opensource). Posteriormente, a partir do ficheiro obtido, foi interpolado o modelo altimétrico contínuo utilizando o módulo “r.surf.contour” (Grass).
- ii. Modelo Altimétrico *Hillshade*, obtido a partir do modelo altimétrico anterior utilizando o módulo *Hillshade* da biblioteca de rotinas “GDAL”, integradas no *software* SIG *opensource* *Quantum GIS* 1.8.

A área em estudo no presente trabalho corresponde à conjugação das folhas respeitantes às cartas topográficas militares, anteriormente referidas, e está de seguida representada (Figura 6). Os modelos altimétricos foram gerados considerando a área respetiva.

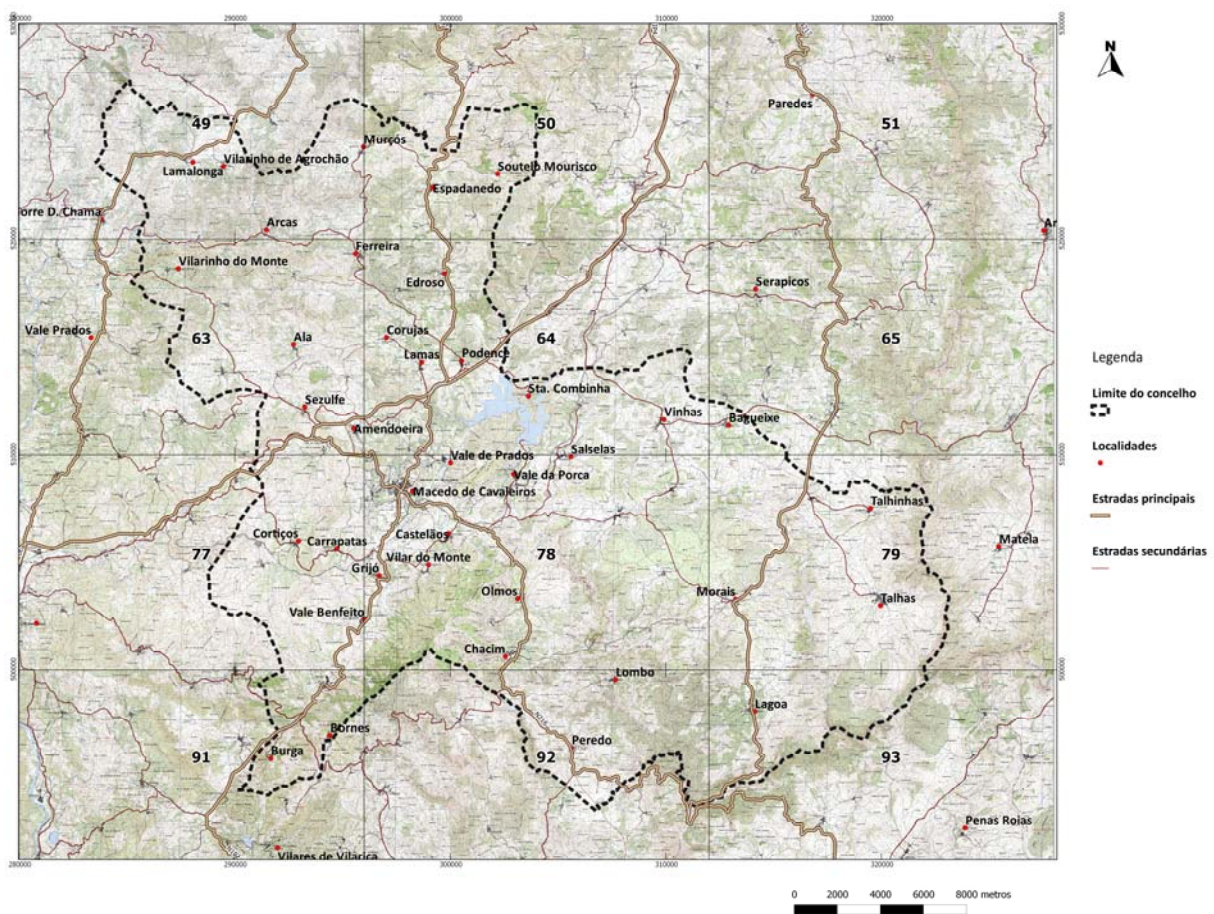


Figura 6 – Enquadramento topográfico da área de estudo.

Após a definição das bases cartográficas, procedeu-se à elaboração dos mapas, nomeadamente: mapa geológico simplificado; mapa da rede hidrográfica e sub – bacias; mapa geomorfológico; mapa de unidades geomorfológicas. A cartografia geomorfológica foi elaborada por meio do *software* SIG *Quantum GIS*, e todas as *layers* foram produzidas utilizando o DATUM *Lisbon Portuguese National Grid*, EPSG 20790. Os resultados obtidos estão de seguida apresentados.

3.2. Resultados

3.2.1. Mapa geológico simplificado

A elaboração do mapa geológico simplificado teve como base a folha 2 da carta geológica à escala 1:200 000 (Pereira, 2000), a qual foi digitalizada e convertida em formato *shapefile* (vetorial). Inicialmente gerou-se uma nova camada (*layer*) para se sobrepor à base geológica. De seguida, recorrendo à ferramenta específica para o efeito, foram definidos os polígonos correspondentes às unidades geológicas simplificadas (Figura 7 e Anexo II).

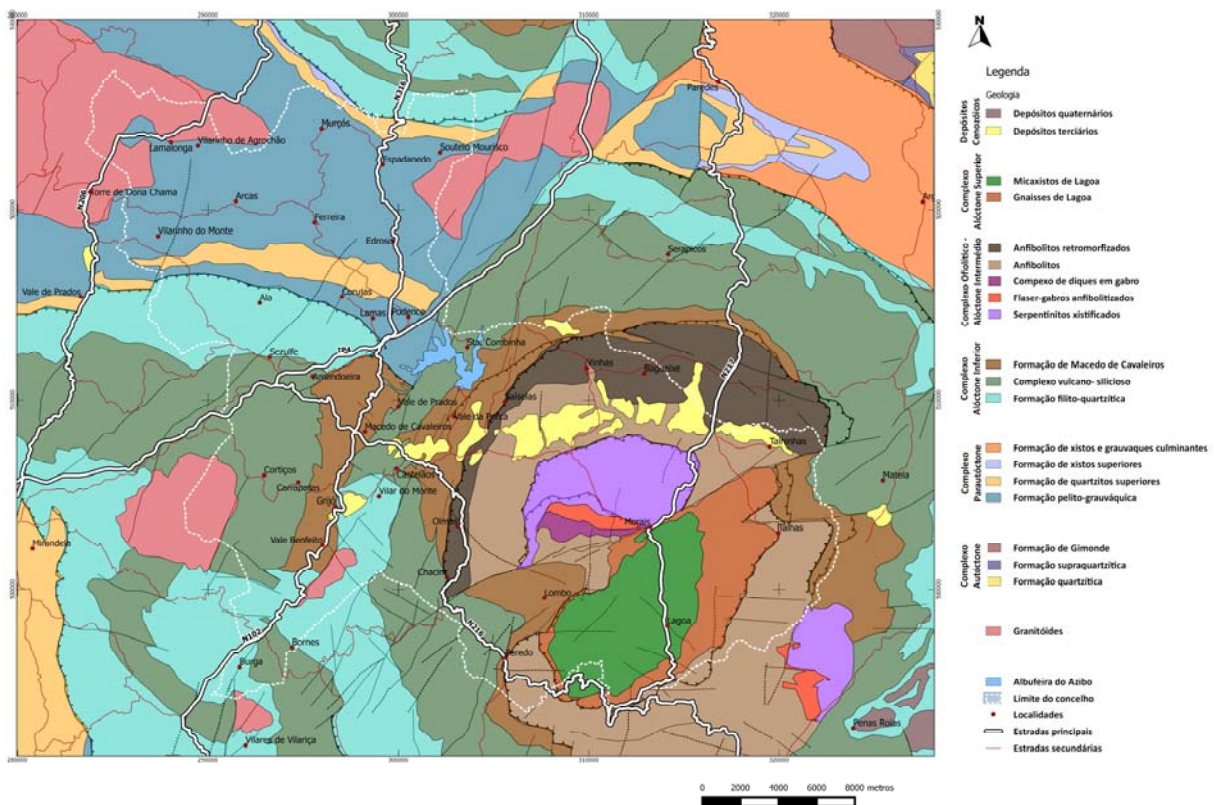


Figura 7 – Mapa geológico simplificado da área de estudo, com representação dos limites do concelho, localidades e estradas.

3.2.2. Mapa da rede hidrográfica e sub-bacias

O mapeamento da rede hidrográfica e das principais sub-bacias do concelho de Macedo de Cavaleiros (Figura 8 e Anexo III) foi elaborado com recurso ao Atlas da Água Nacional disponível no SNIRH - Sistema Nacional de informação dos Recursos Hídricos - (disponível em <http://geo.snirh.pt/AtlasAgua/>). Deste modo, importou-se para o *software*, utilizado para o trabalho, informações contidas dentro do tema “Águas superficiais”.

Para a divisão das principais bacias selecionou-se a *layer* - *redehidro_a_bacias* - em formato *shapefile*. Por sua vez, para se definirem as pequenas linhas de água, foi importada a *layer* - *hidcod_25k_ptcont* - em formato *shapefile*.

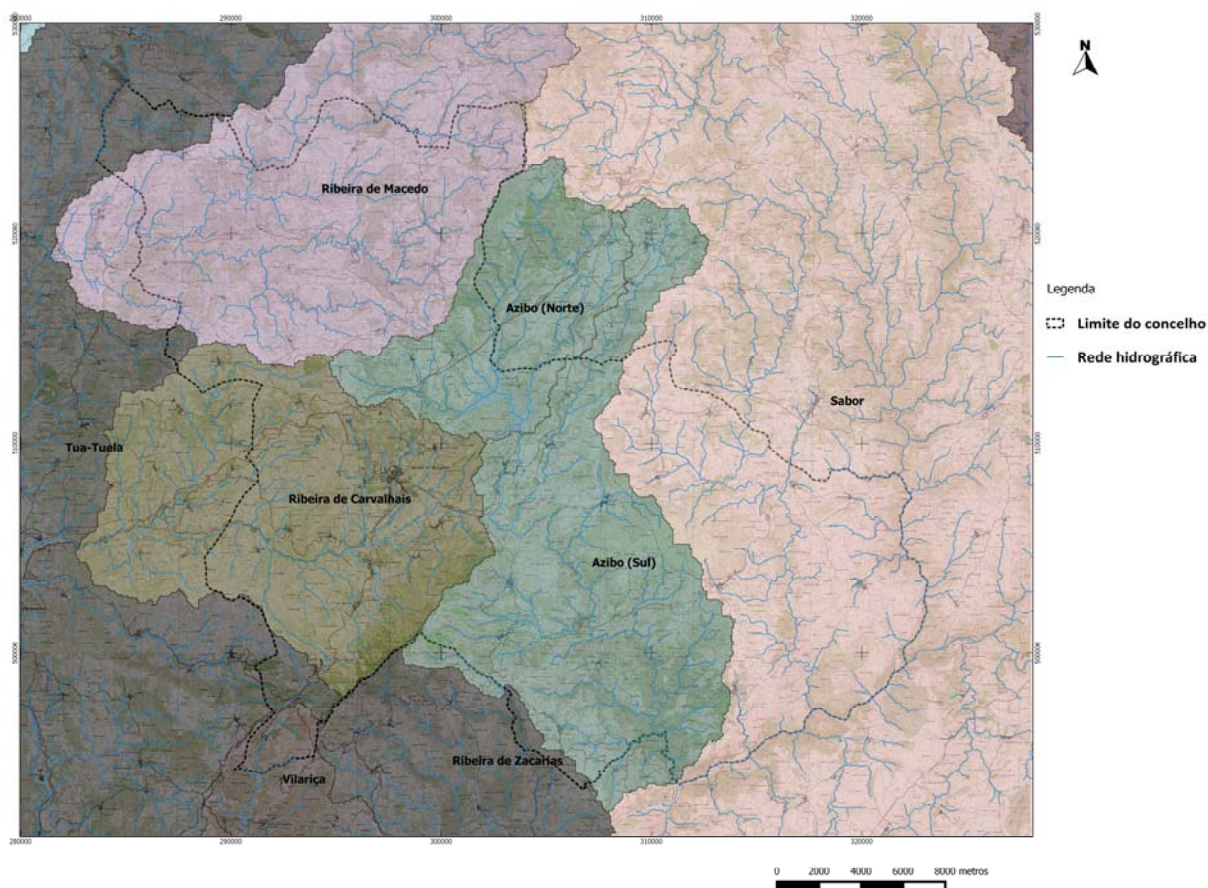


Figura 8 – Mapa da rede hidrográfica e das principais sub-bacias da área de estudo, com representação dos limites do concelho de Macedo de Cavaleiros. Adaptado de SNIRH (disponível em : <http://geo.snirh.pt/AtlasAgua/>).

3.2.3. Mapa geomorfológico

A realização do mapa geomorfológico do Geopark Terras de Cavaleiros exigiu a definição dos principais acidentes tectónicos com expressão no relevo, relevos residuais, superfícies aplanadas e zonas de vertente.

O respetivo mapa foi elaborado através da observação e análise dos dois modelos altimétricos obtidos para a base do trabalho, nomeadamente, o modelo altimétrico em formato *raster* (geotiff) e o modelo altimétrico *Hillshade*, em conjugação com o modelo hipsométrico à escala 1:25 000 (CONTINENTE) e a carta geológica vetorizada à escala 1: 200 000.

Os principais acidentes tectónicos com expressão no relevo foram definidos a partir da análise da carta geológica à escala 1:200 000 e do modelo altimétrico *Hillshade*. Para obter uma perceção mais global do relevo da área recorreu-se, ainda, à ferramenta *Google Earth*.

A definição das superfícies aplanadas foi essencialmente baseada na *layer* com informação hipsométrica. Cartografaram-se as superfícies de maior regularidade, onde as curvas de nível se encontram mais afastadas, normalmente limitadas por ruturas de declive.

Os relevos residuais foram definidos através da identificação de topos que se elevam acima da superfície fundamental, geralmente em forma de crista, evidenciadas no modelo altimétrico em formato *raster* (geotiff) e no modelo hipsométrico.

As principais zonas de vertente foram definidas através da análise do modelo hipsométrico, em conjugação com a análise do modelo altimétrico em formato *raster* (geotiff). Estas foram representadas em áreas onde é possível verificar uma rutura de declive.

O mapa resultante da combinação de todos os elementos acima mencionados encontra-se de seguida apresentado (Figura 9 e Anexo IV).

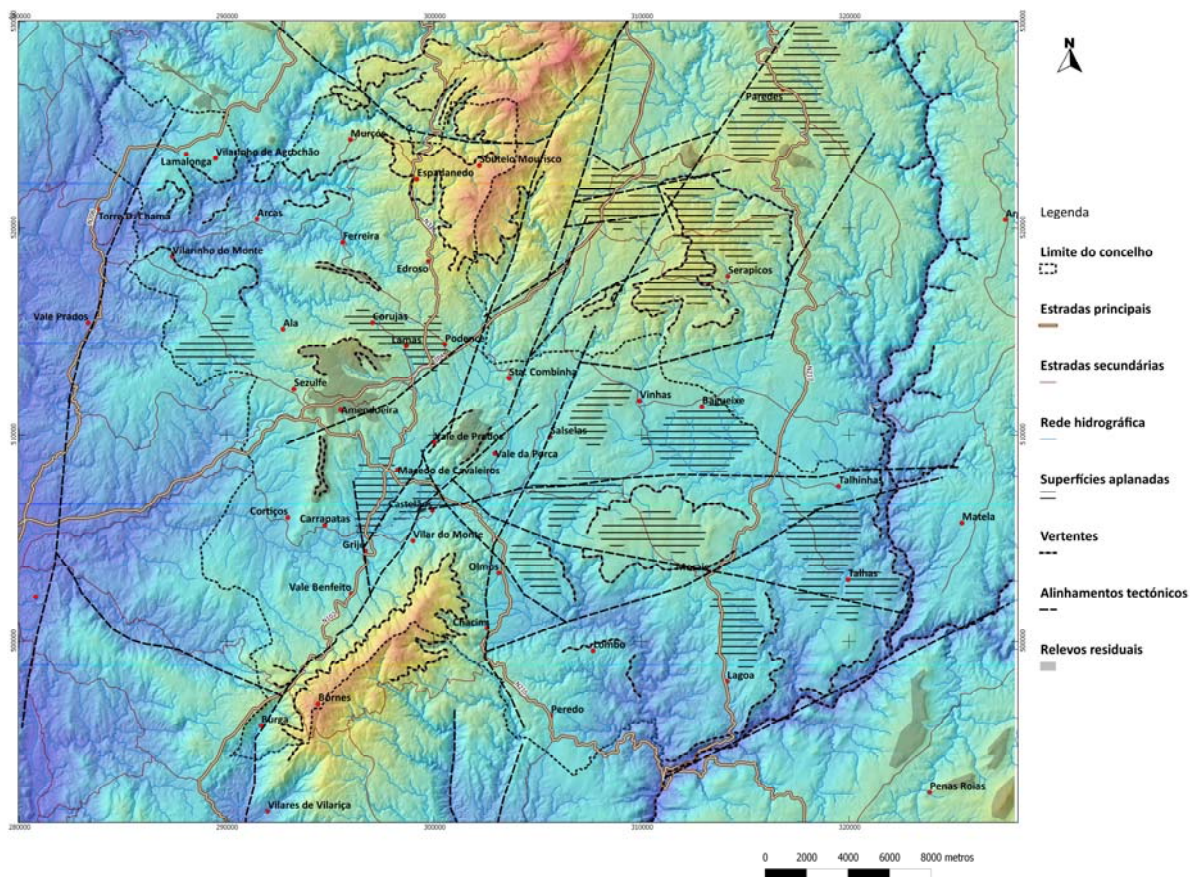


Figura 9 – Mapa geomorfológico da área de estudo, com representação dos principais acidentes tectónicos com expressão no relevo, superfícies aplanadas, relevos residuais e vertentes.

3.2.4. Mapa de unidades geomorfológicas

O mapeamento das unidades geomorfológicas do Geopark Terras de Cavaleiros teve em consideração o modelo proposto por Ross (1992) que, baseando-se nas unidades taxonómicas apresentadas por Demek (1967), propõe seis níveis para a representação geomorfológica.

O primeiro diz respeito ao domínio morfoestrutural, que se define pelo agrupamento de factos geomorfológicos provenientes de amplos aspetos geológicos (Silveira, 2011). Caracteriza-se por um táxon maior relativo a um determinado padrão de formas grandes do relevo (Ross, 1992). O segundo, definido por um táxon menor, representa o subdomínio morfoestrutural que se caracteriza por uma compartimentação reconhecida regionalmente (Silveira, 2011). O terceiro nível taxonómico é representado pelas unidades de relevo e refere-se aos compartimentos bastante individualizados (Silveira, 2011).Corresponde a Padrões de Formas Semelhantes que são conjuntos de formas menores

do relevo que se distinguem entre si pela aparência, em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, bem como do formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente (Ross, 1992). O quarto táxon refere-se às formas de relevo individualizadas na Unidade de Padrão de Formas Semelhantes. Estas podem ser planícies fluviais ou marinhas, terraços fluviais ou marinhos, ou de denudação, como colinas, morros e cristas (Silveira, 2011). O quinto nível taxonómico corresponde às vertentes ou sectores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo (Ross, 1992). O sexto e último nível taxonómico é definido pelas pequenas formas de relevo produzidas pelos processos erosivos atuais ou por depósitos atuais, que se desenvolvem direta ou indiretamente por interferência antrópica, como as ravinas, cicatrizes de deslizamento, assoreamentos, aterros, entre outros (Silveira, 2011) & (Ross, 1992).

Assim sendo, no presente trabalho, o primeiro nível taxonómico corresponde à unidade morfoestrutural Maciço Ibérico e o segundo nível ao subdomínio morfoestrutural Planaltos e Montanhas do Noroeste Ibérico Norte (Pereira *et al.*, 2013b). As unidades de 4º nível taxonómico definidas neste trabalho enquadram-se em diversas unidades de 3º nível previamente definidas por Pereira *et al.*, (2013b), nomeadamente:

- Push-ups
- Bacias de desligamento
- Bacia tectónica de Mirandela
- Planalto de Vinhais
- Planalto de Vimioso
- Vale do Baixo Sabor

O mapa com a representação das unidades de 4º nível taxonómico definidas neste trabalho está de seguida apresentado (Figura 10 e Anexo V).

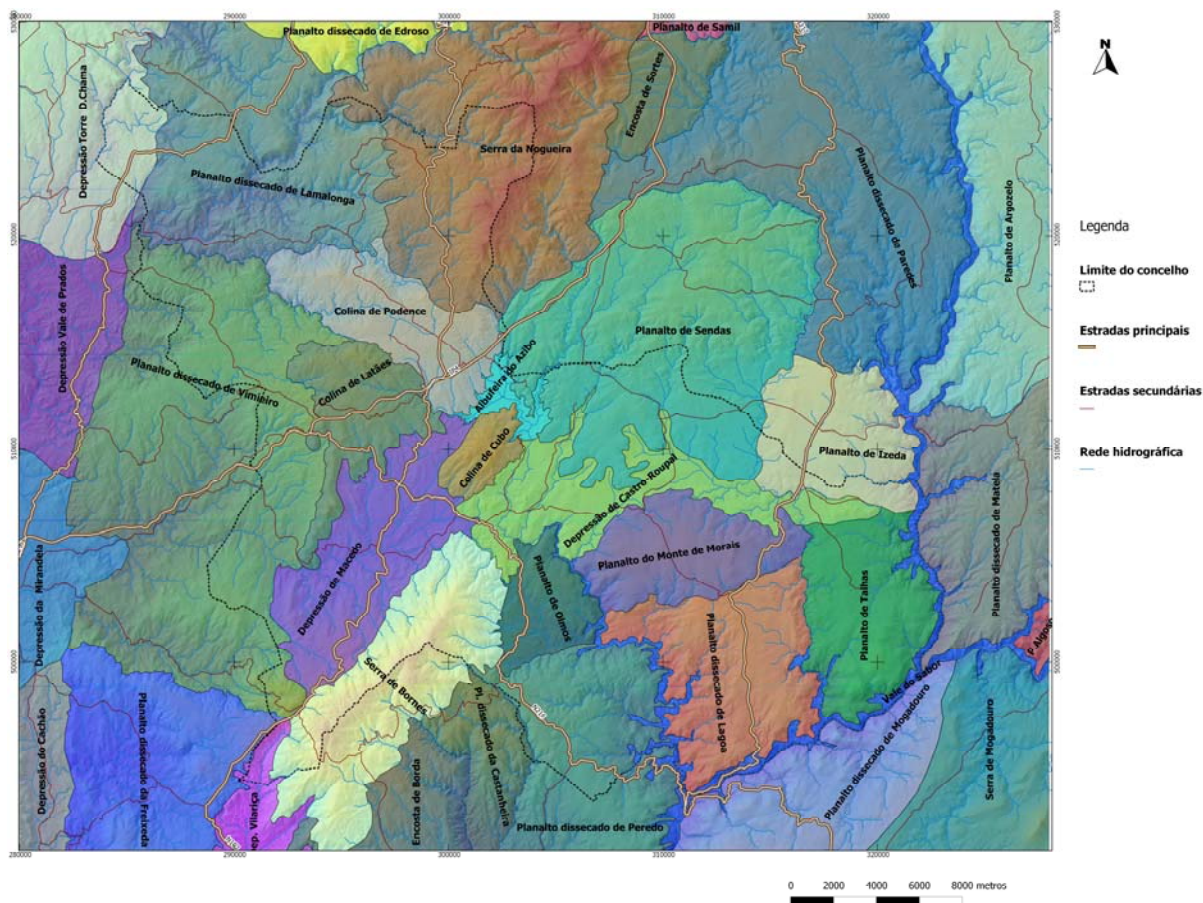


Figura 10 – Mapa de unidades geomorfológicas de 4º nível taxonómico.

Para uma melhor compreensão das características geomorfológicas, foram aplicados cálculos estatísticos à área de estudo. Assim sendo, foram calculados os valores altimétricos (mínimo e máximo) e de declive máximo para cada unidade geomorfológica (Tabela 1).

O módulo utilizado para o efeito foi o “*Grid Statistics for Polygons*”, do conjunto de bibliotecas *SAGA GIS*, integrado na funcionalidade de processamento (antigo módulo “Sextante”) do *QGIS 2.2*. Cada área de cálculo foi delimitada pelos polígonos da *layer* das unidades geomorfológicas, sendo a *layer* dos declives (*Raster*) a que produziu a estatística.

O mapa de declives produzido para a análise estatística encontra-se de seguida apresentado (Figura 11).

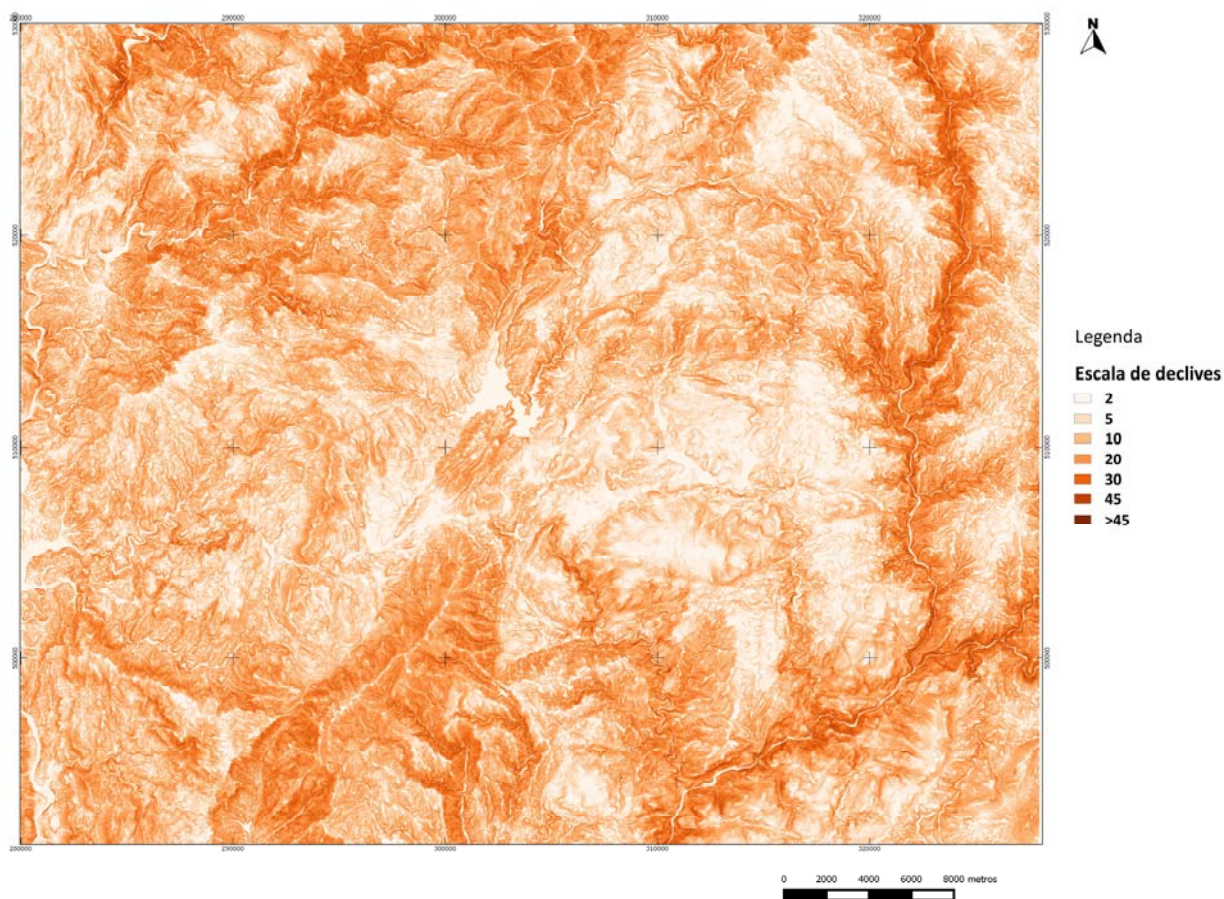


Figura 11 – Mapa de declives utilizado para a análise estatística de cada unidade geomorfológica (declives em graus).

Tabela 1 - Valores altimétricos (metros) e de declive máximo (graus) obtidos para cada unidade geomorfológica.

Unidade geomorfológica	Altitude mínima (metros)	Altitude máxima (metros)	Diferença Altimétrica (metros)	Declive máximo (Graus)
Serra da Nogueira	530	1310	780	61
Serra de Bornes	480	1199	710	56
Serra de Mogadouro	260	990	730	61
Encosta de Borda	310	850	540	64
Encosta de Sortes	580	900	320	47
Colina de Podence	380	824	444	51
Colina de Latães	480	890	410	46

Valores altimétricos (metros) e de declive máximo (graus) obtidos para cada unidade geomorfológica (Continuação)

Unidade geomorfológica	Altitude mínima (metros)	Altitude máxima (metros)	Diferença Altimétrica (metros)	Declive máximo (Graus)
Colina de Cubo	568	770	202	43
Planalto dissecado de Lamalonga	270	827	557	67
Planalto dissecado de Vimieiro	236	870	634	53
Planalto dissecado de Lagoa	220	642	422	58
Planalto dissecado de Peredo	255	768	513	66
Planalto dissecado da Freixeda	236	790	554	53
Planalto dissecado de Paredes	330	960	630	63
Planalto dissecado da Castanheira	310	830	520	64
Planalto dissecado de Mogadouro	200	740	540	63
Planalto dissecado de Matela	260	698	438	61
Planalto dissecado de Edroso	500	900	400	58
Planalto de Sendas	548	920	372	53
Planalto de Talhas	260	630	370	51
Planalto de Olmos	380	640	260	60
Planalto de Argozelo	316	770	454	67
Planalto do Monte de Morais	388	770	382	57
Planalto de Izeda	347	670	323	60
Planalto de Samil	580	830	250	45
Planalto de Algosó	300	550	250	72
Depressão de Torre de Dona Chama	250	600	350	70
Depressão de Vale de Prados	230	461	231	51

Valores altimétricos (metros) e de declive máximo (graus) obtidos para cada unidade geomorfológica (Continuação)

Unidade geomorfológica	Altitude mínima (metros)	Altitude máxima (metros)	Diferença Altimétrica (metros)	Declive máximo (Graus)
Depressão de Mirandela	220	458	238	45
Depressão de Macedo	468	823	354	43
Depressão do Cachão	200	427	227	48
Depressão da Vilarça	250	781	531	56
Depressão de Castro-Roupal	490	685	195	46
Vale encaixado do Rio Sabor	200	700	500	73

Com o propósito de complementar a análise estatística, reclassificou-se a carta de declives de modo a correlacionar o número de células contido em cada unidade geomorfológica com o intervalo de declives. A escala de declives utilizada foi a seguinte: 0-2; 2-5; 5-10; 10-20; 20-30; 30-45; >45 (valores em graus). Para o efeito, utilizou-se algoritmo “r.report” do módulo “Grass” do *QGIS 2.2*, o qual foi aplicado a cada área geomorfológica depois de esta ter sido isolada. De modo a normalizar o valor entre as unidades, o número de células foi convertido para valores percentuais a fim de poderem ser diretamente comparados entre si.

Os resultados obtidos são apresentados sob a forma de histogramas. Para uma perceção mais detalhada das características de cada unidade geomorfológica, foram, além disso, elaborados os respetivos perfis topográficos, bem como perfis topográficos abrangendo toda a área de estudo. O mapa que inclui a direção dos perfis encontra-se de seguida apresentado (Figura 12).

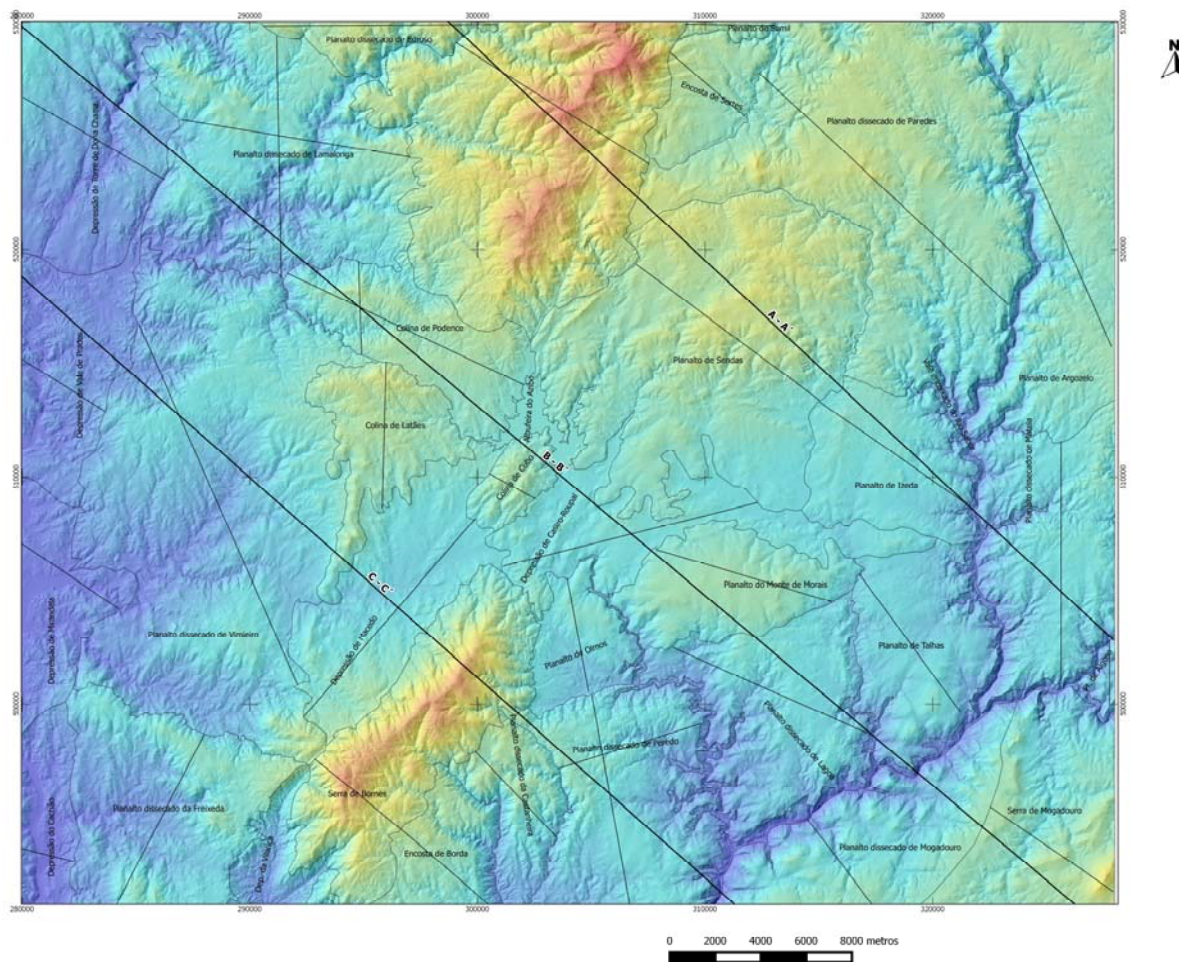


Figura 12 – Mapa representativo da direção dos perfis efetuados para cada unidade geomorfológica, bem como para a totalidade da área de estudo.

A análise dos dados obtidos com recurso aos métodos anteriormente referenciados permitiu a identificação e definição de **34 unidades geomorfológicas** que seguidamente se descrevem.

- Serra da Nogueira

Apresenta uma altitude máxima de 1320 metros e situa-se entre Bragança e Macedo de Cavaleiros, a oeste da falha Portelo-Vilariaça. Este relevo corresponde a um relevo tectónico do tipo push-up, formado em regime de compressão (Pereira, 2004) e consiste num bloco de soco com uma direção NNE-SSW (Pereira *et al.*, 2000). A leste a escarpa de falha tem declive pronunciado e a oeste inclina de forma mais suave, com forte dissecação fluvial.

O setor sul da serra da Nogueira está integrado no Geopark Terras de Cavaleiros, onde se encontra situado o geossítio designado por Alto da Serra. Este localiza-se na extremidade sul da serra,

no setor noroeste do concelho de Macedo de Cavaleiros, mais propriamente na freguesia de Espadanedo. O geossítio Alto da Serra caracteriza-se essencialmente pelas geoformas acasteladas do tipo *tor* e *castle kopje* (como, por exemplo, no *vg* Pena Mourisca) através das quais é possível identificar o típico diaclasamento das rochas graníticas da área, nomeadamente o granito de Pombares, que caracteriza a morfologia deste setor da serra. Para além disto, é também um ponto panorâmico a partir do qual se pode observar a morfologia geral do concelho, mais concretamente o acidente tectónico Bragança-Vilariça-Manteigas (Falha da Vilariça), o seu prolongamento até à base da serra de Bornes, a albufeira do Azibo, o Monte de Morais e um conjunto de superfícies escalonadas (Pereira *et al.*, 2012).

A serra da Nogueira encontra-se dissecada por diversos cursos de água, sendo aqui que nasce o rio Azibo, na freguesia de Rebordainhos. O rio Azibo desagua na margem direita do rio Sabor, perto da ponte medieval de Remondes (EN 216), nos limites do concelho de Macedo de Cavaleiros (*in*: www.azibo.org).

A serra da Nogueira atinge, na área de estudo, uma altitude mínima de 530 metros e máxima de 1310 metros, sendo o seu declive máximo da ordem do 61° (Tabela 1; Figura 13).

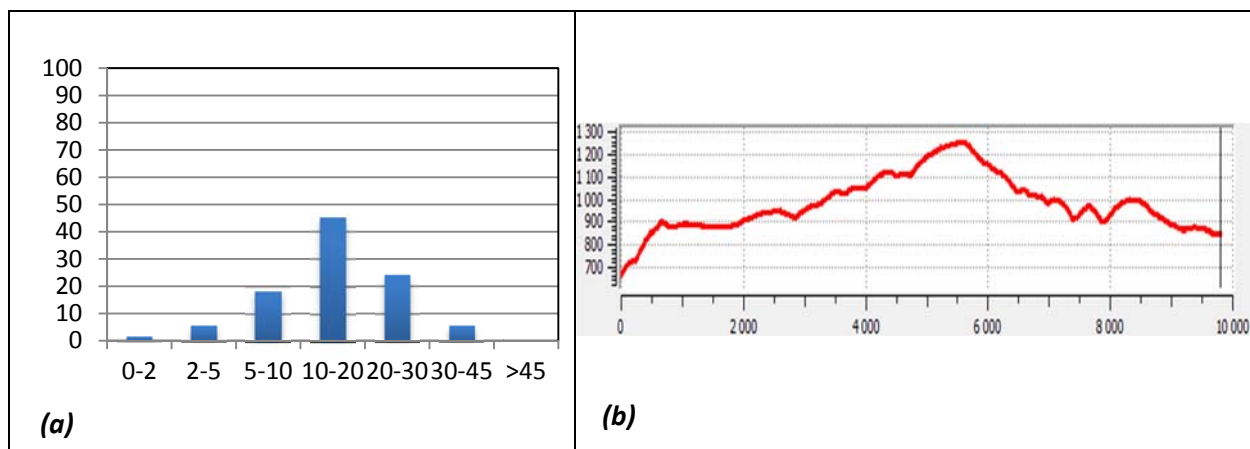


Figura 13 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Serra da Nogueira (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico com sobrelevação aproximada de 5x.

- Serra de Bornes

A serra de Bornes situa-se a sul de Macedo de Cavaleiros, com uma orientação NE-SW. Na área de estudo, a serra apresenta uma altitude máxima de 1199 metros, sendo o seu declive máximo da ordem dos 56,3 ° (Tabela 1; Figura 14 seguinte).

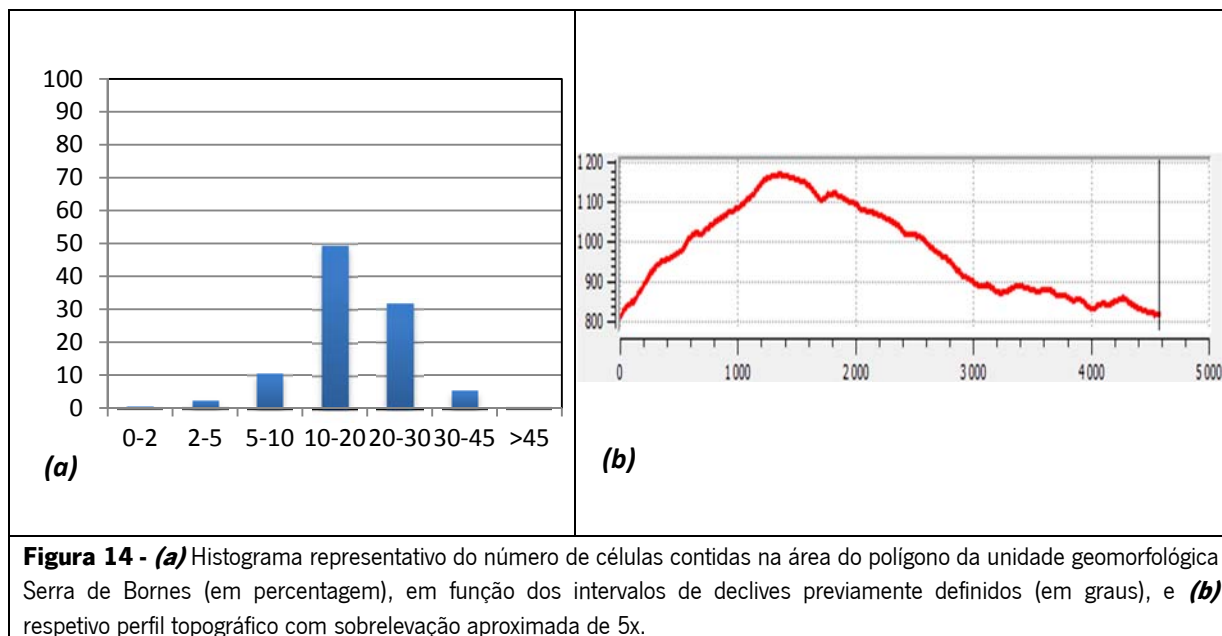
É interpretada como uma estrutura do tipo “push-up”, formado em compressão, associada à inflexão da falha Bragança-Vilariça para NE (Pereira, 1997).

A serra de Bornes é limitada, a noroeste, por uma escarpa de falha. Esta escarpa mostra evidência de se apresentar fragmentada, distinguindo-se, junto à localidade de Bornes, uma falha NW-SE com movimento direito. Estas evidências resultam de uma inflexão da falha da Vilariça para nordeste na região de Bornes (Cabral *et al.*, 1985).

Na vertente noroeste da serra de Bornes, na elevação sobranceira à povoação de Vilar do Monte, encontra-se localizada a Fraga dos Corvos, que corresponde a um esporão rochoso constituído por xistos anfíbolíticos. Este cabeço possui domínio visual sobre a quase totalidade da bacia de Macedo de Cavaleiros, e é limitado a noroeste por uma vertente bastante abrupta de rocha onde se abrem dois abrigos, e a poente e nascente pelos vales relativamente profundos das ribeiras de Vale de Nogueira e da Ribeirinha (Senna-Martinez *et al.*, 2005).

A unidade geomorfológica que representa a serra de Bornes abrange cinco dos geossítios do Geopark Terras de Cavaleiros, nomeadamente, escarpa de falha da Vilariça (Bor1), microgranito de Burga (Bur1), panorâmica de Bornes sul (Bur2), falha da Vilariça em Vale Benfeito (Vbf1), e miradouro da serra de Bornes (Vbf2). O geossítio Bor1 constitui um local panorâmico situado na vertente sudoeste da serra de Bornes a partir do qual é possível observar a expressão morfológica da falha da Vilariça (acidente tectónico BVM) no setor sul do concelho. Deste ponto é possível observar o vale retilíneo originado pela falha no qual se instalou a ribeira de Burga. O geossítio Bur1 consta de um granito de grão fino moscovítico, tardi a pós-tectónico relativamente a D3, que ocorre em pequenas manchas junto da aldeia de Burga. Por sua vez, o geossítio Bur2 corresponde a um ponto panorâmico que representa o melhor local para observar a depressão tectónica da Vilariça, situada a sul do geoparque. O geossítio Vbf1 trata de um afloramento na base da vertente ocidental da serra de Bornes onde se podem observar indicadores do movimento da falha da Vilariça ao longo do Cenozóico. Observa-se, assim, a brecha constituída por blocos de granito, quartzo e calhaus rolados da cobertura sedimentar do Cenozóico. A falha põe em contacto o granito da serra de Bornes e os xistos da Formação de Macedo de Cavaleiros. Por último, o geossítio Vbf2 é relativo ao ponto panorâmico localizado no setor norte da cumeada da serra de Bornes a partir do qual é possível observar grande parte da morfologia

do concelho, com destaque para a depressão de Macedo, maciço de Morais e ainda o controlo morfológico da falha de Morais na orientação dos vales (Pereira *et al.*, 2012).



- Serra de Mogadouro

A serra de Mogadouro situa-se na extremidade sudeste da área de estudo e, nesta região, atinge uma altitude máxima de 990 metros, sendo o seu declive máximo de $60,5^\circ$ (Tabela 1; Figura 15 seguinte). Esta unidade geomorfológica, apesar de estar fora dos limites administrativos do concelho de Macedo de Cavaleiros, pertencendo assim ao concelho de Mogadouro, está incluída na área de estudo pois permite uma perceção mais ampla das características geomorfológicas da mesma. Na área representada, são identificados alguns relevos residuais junto da localidade de Penas Roias, que correspondem a topos que se elevam acima da superfície fundamental da Meseta. A região é dissecada principalmente pelas ribeiras Macedo e Castanheira.

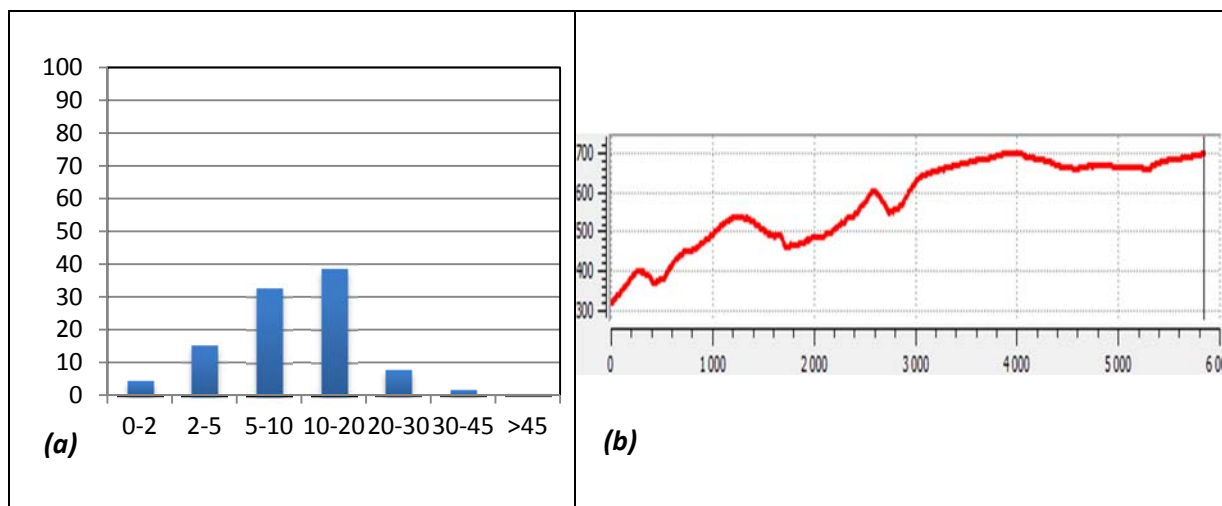


Figura 15 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Serra de Mogadouro (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico com sobrelevação aproximada de 5x.

- Encosta de Borda

A encosta de Borda localiza-se na parte sul da área de estudo e está envolvida pela serra de Bornes a norte, depressão da Vilariça a oeste, e planalto dissecado da Castanheira a leste. Esta unidade geomorfológica não faz parte da área do concelho de Macedo de Cavaleiros, porém integra a área definida para o estudo. Aqui, apresenta uma altitude mínima de 310 metros e máxima de 850 metros, sendo o seu declive máximo de $63,8^\circ$ (Tabela 1; Figura 16). A encosta de Borda encontra-se dissecada por alguns cursos de água, como são o caso das ribeiras de Sta. Justa, Agrobom, Soeima e Zacarias.

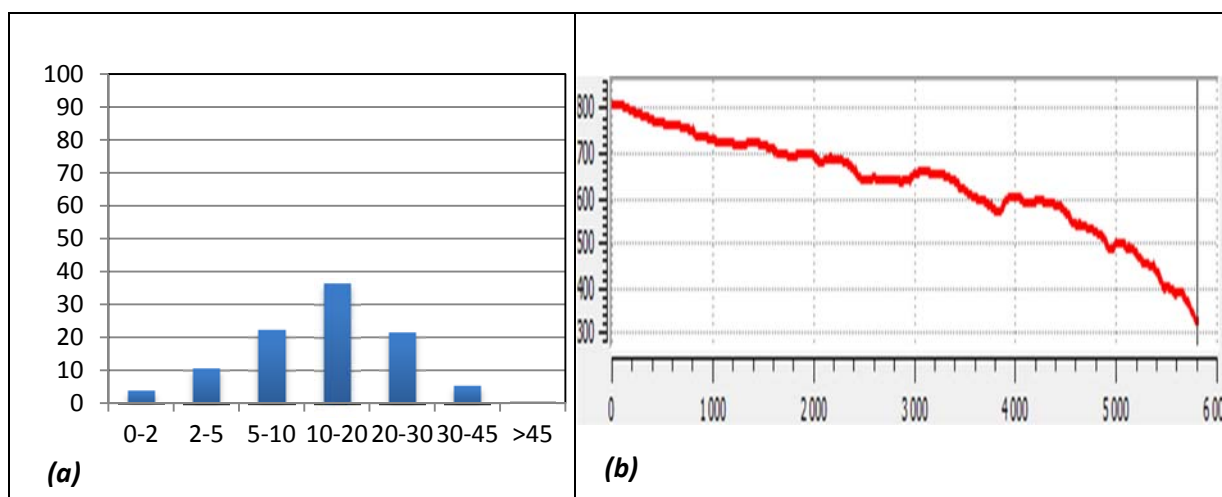
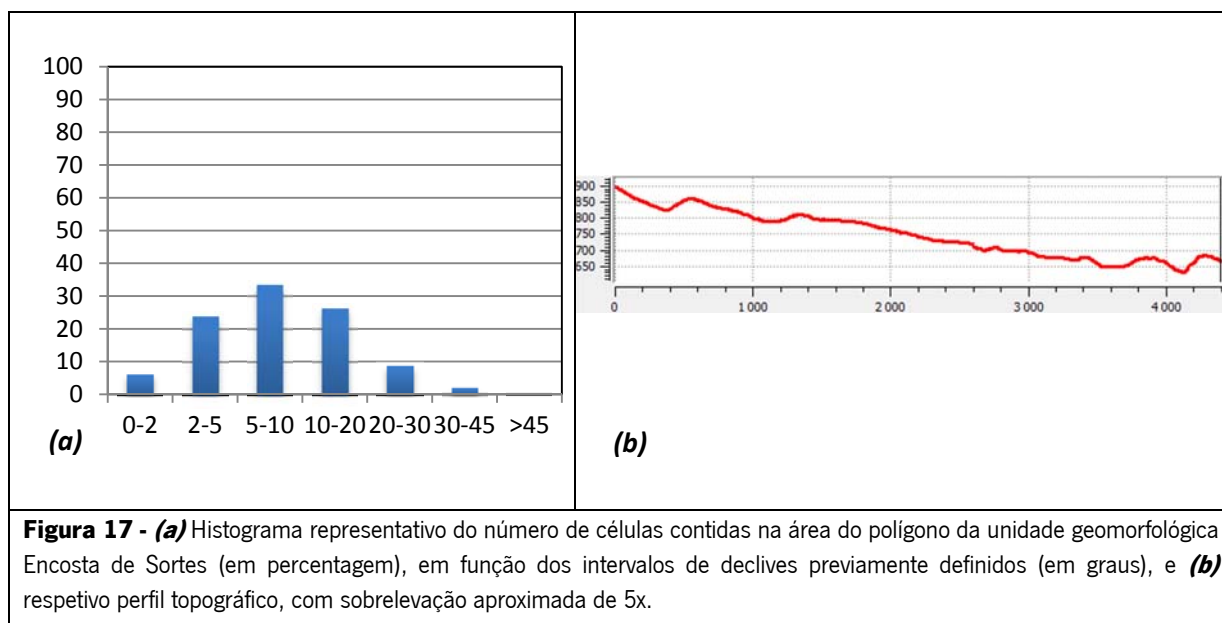


Figura 16 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Encosta de Borda (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Encosta de Sortes

A encosta de Sortes situa-se no lado este da serra da Nogueira e apresenta, na área de estudo, uma altitude mínima de 580 metros e máxima de 900 metros, sendo o seu declive máximo de $46,7^\circ$ (Tabela 1; Figura 17 seguinte). Esta encontra-se fundamentalmente dissecada pela ribeira da Portela. Apesar de constituir uma das encostas da serra da Nogueira, a encosta de Sortes não está incluída nos limites administrativos do concelho de Macedo de Cavaleiros.



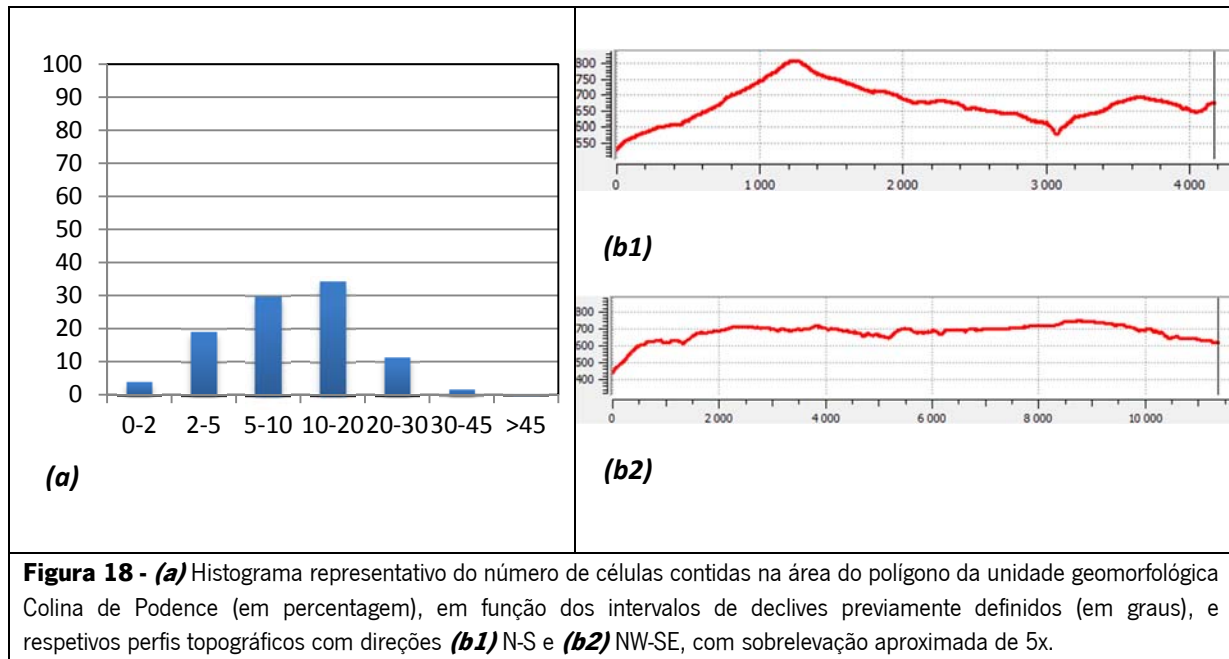
- Colina de Podence

A colina de Podence situa-se no setor S-SW da serra da Nogueira. Nesta área sobressaem pequenas cristas, onde a altitude atinge os seus valores mais elevados, apresentando uma altitude mínima de 379,7 metros e máxima de 823,8 metros, e um declive máximo de $51,3^\circ$ (Tabela 1; Figura 18 seguinte).

Á área é influenciada principalmente por algumas ribeiras com origem na Albufeira do Azibo, que se situa no setor E-SE da colina de Podence, bem como pela ribeira de corujas a oeste.

Junto à localidade de Podence situam-se dois geossítios, a falha da Vilariça em Azibeiro (Pod1) e a Fraga da Pegada (Pod2). O primeiro (Pod1) corresponde a um local onde se pode observar a caixa de falha vertical associada ao acidente tectónico de BVM (com cerca de 10 metros de largura), que coloca em contacto xistos do substrato Paleozóico com depósitos sedimentares do Cenozóico. O segundo (Pod2) é relativo a um afloramento em metavulcanitos ácidos do alóctone superior que constitui um pequeno bloco residual, designado localmente como “fraga”, no qual são encontrados

vestígios arqueológicos que lhe conferem um valor cultural adicional. Em Lamas de Podence é ainda encontrado um outro geossítio, o miradouro Sra. Do Campo (Lmp1), que corresponde a um local panorâmico a partir do qual é possível observar relevos como o monte de Morais, a serra da Nogueira, a serra de Bornes e parte da rede de drenagem do concelho (Pereira *et al.* 2012).



- Colina de Latães

Esta unidade geomorfológica situa-se no setor oeste da Albufeira do Azibo e encontra-se parcialmente dissecada em resultado da penetração por alguns cursos de água como é o caso da ribeira de Latães, com origem na albufeira do Azibo. A colina de Latães apresenta altitudes que variam entre 479,8 metros e 890 metros, sendo o seu declive máximo de 45,9 ° (Tabela 1; Figura 19).

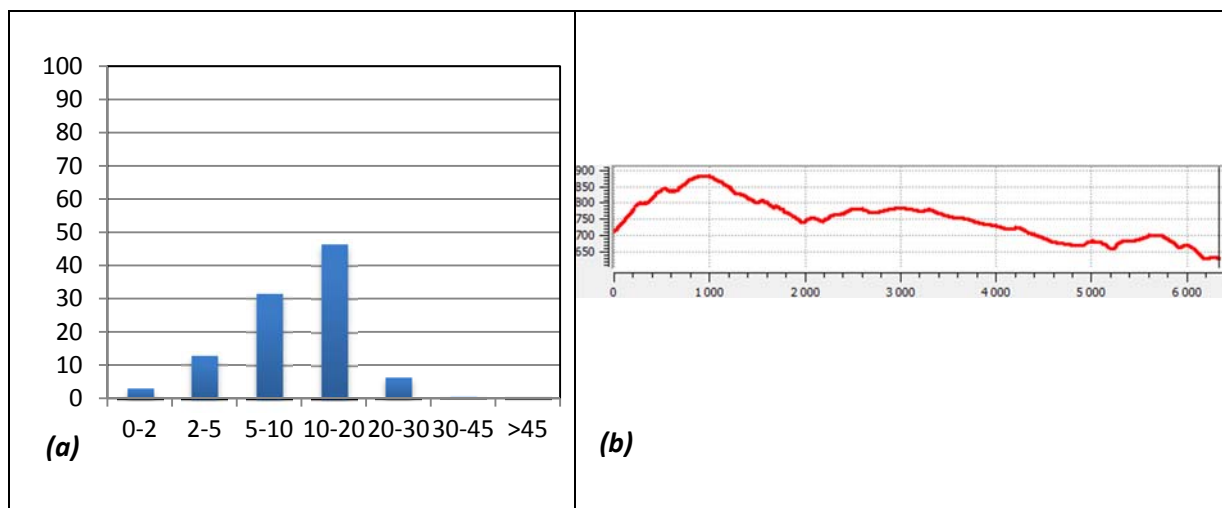


Figura 19 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Colina de Latões (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Colina de Cubo

Localiza-se a sul da albufeira do Azibo e a norte da depressão de Macedo e de Castro-Roupal. Os diferentes níveis de declividade surgem essencialmente como resultado da influência quer pelo rio Azibo no plano este, quer pelas ribeiras do setor oeste, como é o caso da ribeira de Macedo de Cavaleiros e da ribeira de carvalhais. O seu declive máximo assume assim, na área de estudo, o valor de 43,2 °. Relativamente aos valores altimétricos desta unidade geomorfológica, o seu valor mínimo é de 568 metros e o máximo de 770 metros (Tabela 1; Figura 20).

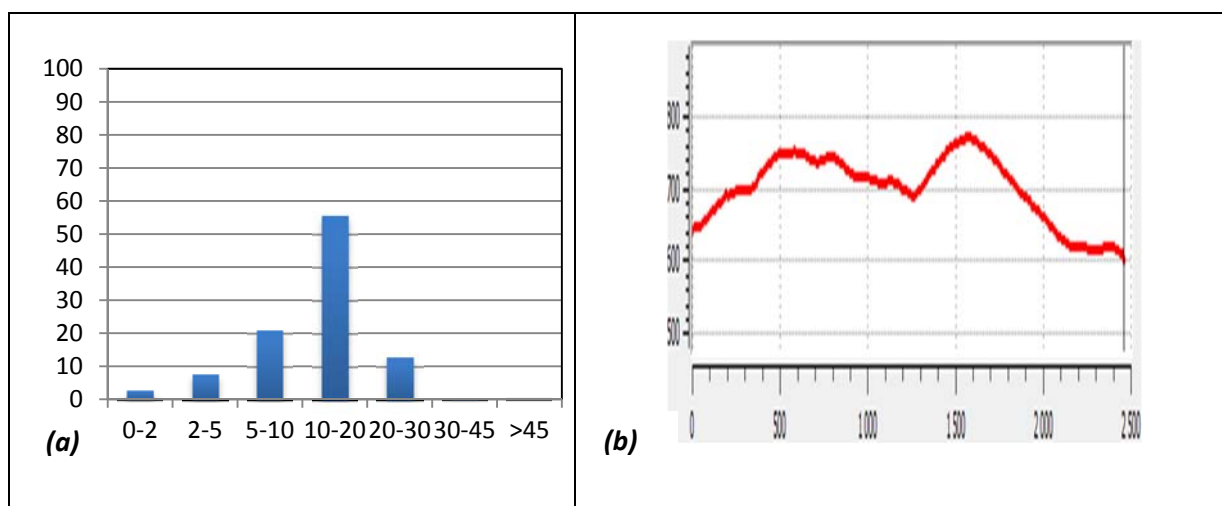


Figura 20 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Colina de Cubo (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto dissecado de Lamalonga

O planalto dissecado de Lamalonga apresenta declividades muito elevadas, sendo o seu valor máximo 68°. Estes valores resultam, essencialmente, da influência do rio Tua, e mais particularmente o rio Tuela, situado a oeste. A incisão provocada por este afluente do Douro resulta na forte dissecção do setor, que se traduz na ocorrência de declives acentuados. Os valores altimétricos variam entre 270 e 827 metros (Tabela 1, Figura 21 seguinte).

Na região de Lamalonga situam-se três geossítios do geoparque, nomeadamente, vale do rio Tuela (Lal1), granito de Vila Nova da Rainha (Lal2) e Contacto xisto/granito em Lamalonga (Lal3). O primeiro (Lal1) é um local panorâmico sob o único setor onde o rio Tuela constitui um cânhão fluvial, o qual chega a atingir uma profundidade de 300 metros e surge como um processo de antecedência nos granitos de Lebução e de Rebordelo. O segundo (Lal2) trata de um dos poucos locais do concelho onde ocorre o granito de Torre de Dona Chama, e podem observar-se aspetos relacionados com a formação de bolas graníticas em profundidade, nas quais é visível uma rede de fracturação bem definida, assim como processos de exfoliação. O último (Lal3) corresponde ao contacto litológico, em talude de estrada, entre os metassedimentos do parautóctone, caracterizados pela Formação Pelito-Grauváquica e o granito de Torre de Dona Chama. Ainda incluídos na área do planalto dissecado de Lamalonga, são encontrados mais dois geossítios, os meandros do rio Macedo (Arc1) na região de Arcas e Vilarinho de Agrochão, e o complexo mineiro de Murçós, na região de Murçós (Mur1). O geossítio Arc1 corresponde ao setor do vale do rio Macedo onde o curso de água corre encaixado e meandrizado nos metassedimentos da Formação Pelito-Grauváquica do parautóctone, e onde é perceptível o elevado controlo estrutural por falhas com direção aproximada N-S na configuração do vale. Por sua vez, o geossítio Mur1 diz respeito a vestígios mineiros associados à exploração de volfrâmio, estanho e sheelite (mineralizações que ocorrem em filões de quartzo), tais como frentes de exploração a céu aberto e ruínas de complexos de lavaria e preparação de materiais, que decorreram junto à povoação de Murçós (Pereira *et al.*, 2012).

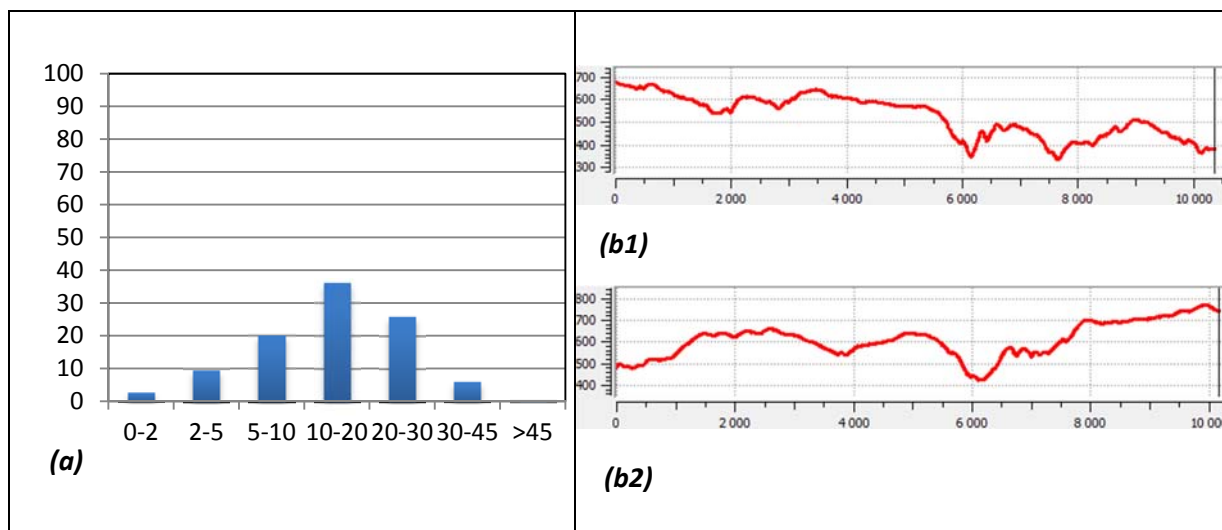


Figura 21 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Lamalonga (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e respetivos perfis topográficos com direções **(b1)** N-S e **(b2)** E-W, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto dissecado de Vimieiro

O Planalto dissecado de Vimieiro é influenciado pelo rio Tua, apresentando, assim, uma forte dissecação. Deste modo, o seu declive máximo é de 53° e as suas altitudes variam entre 236 e 870 metros (Tabela 1; Figura 22 seguinte). Na área definida para a unidade geomorfológica planalto dissecado de Vimieiro, está incluído um dos geossítios do Geopark Terras de Cavaleiros, nomeadamente o granito de Romeu em Cernadela (Cot1), que ocorre na região de Cortiços. Trata-se de um maciço granítico constituído por uma fácies granítica dominante, moscovítico, de grão médio, e por uma fácies interna, de duas micas, grão médio e tendência porfiroide (Pereira *et al.*, 2012).

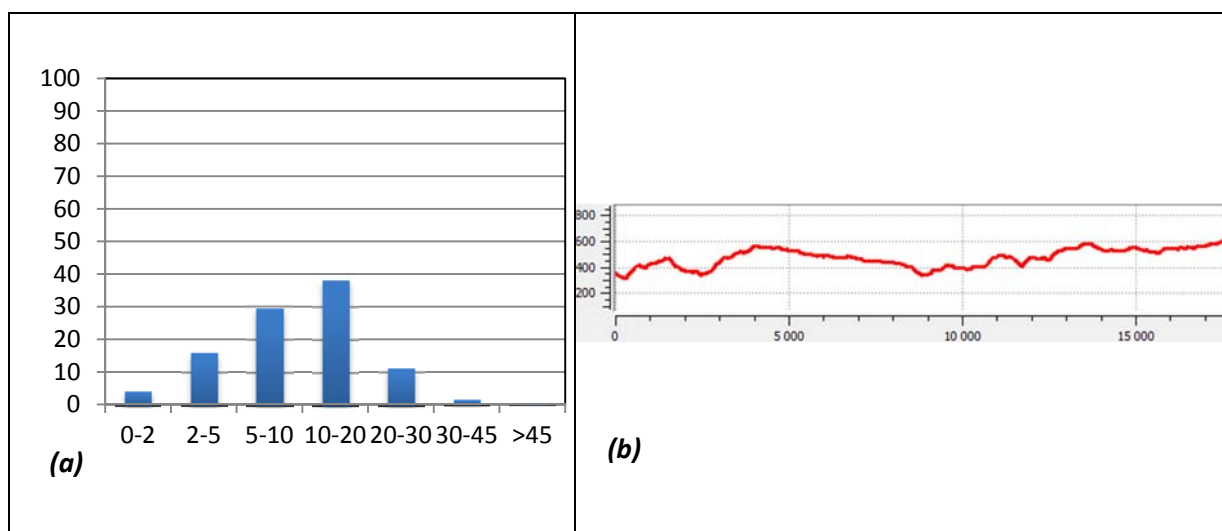


Figura 22 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Vimieiro (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto dissecado de Lagoa

O Planalto dissecado de Lagoa apresenta uma altitude mínima de 220 metros e máxima de 643 metros e seu declive máximo é de 58,5° (Tabela 1; Figura 23 seguinte). Este localiza-se a sul do planalto do Monte de Morais e encontra-se dissecado pelo rio Sabor e seus afluentes, os quais estabelecem a separação das restantes unidades geomorfológicas adjacentes, nomeadamente, planalto de Talhas a leste, planalto dissecado de Peredo a oeste, e planalto dissecado de Mogadouro a sul.

Na região de Lagoa foram identificados três geossítios no âmbito do Geopark Terras de Cavaleiros, respetivamente, gnaisses de Lagoa (Lag1), carreamento de Lagoa (Lag2), carreamento da foz do Azibo (Lag3) e micaxistos de Lagoa (Mor4). Os gnaisses ocelados de Lagoa são representantes do soco do continente que foi carregado sobre o Terreno Ibérico e preservam critérios cinemáticos extremamente claros que constituem um elemento precioso para a reconstituição geodinâmica do Varisco Ibérico. O carreamento de Lagoa corresponde ao carreamento da base da Unidade Alóctone Superior, e situa-se na vertente sobre o rio Sabor, onde ocorre o contacto tectónico entre segmentos da crusta continental superior (representada pelos gnaisses de Lagoa) com a crusta continental inferior (representada pelo granulitos) e o manto (representado pelos peridotitos). O geossítio carreamento da foz do Azibo constitui o local onde é possível observar a sobreposição entre o continente que foi carregado sobre o terreno Ibérico (representado pelos gnaisses de Lagoa), e o ofiolito que representa o oceano Paleozóico que outrora separou estes dois continentes (representado pelos anfibolitos). Por último, o geossítio micaxistos de Lagoa representa os sedimentos relacionados com o continente que foi carregado sobre o Terreno Ibérico durante o orógeno Varisco. Estes resultaram do metamorfismo de metapelitos e metassiltitos, e encontram-se no topo do complexo alóctone superior (Pereira *et al.*, 2012).

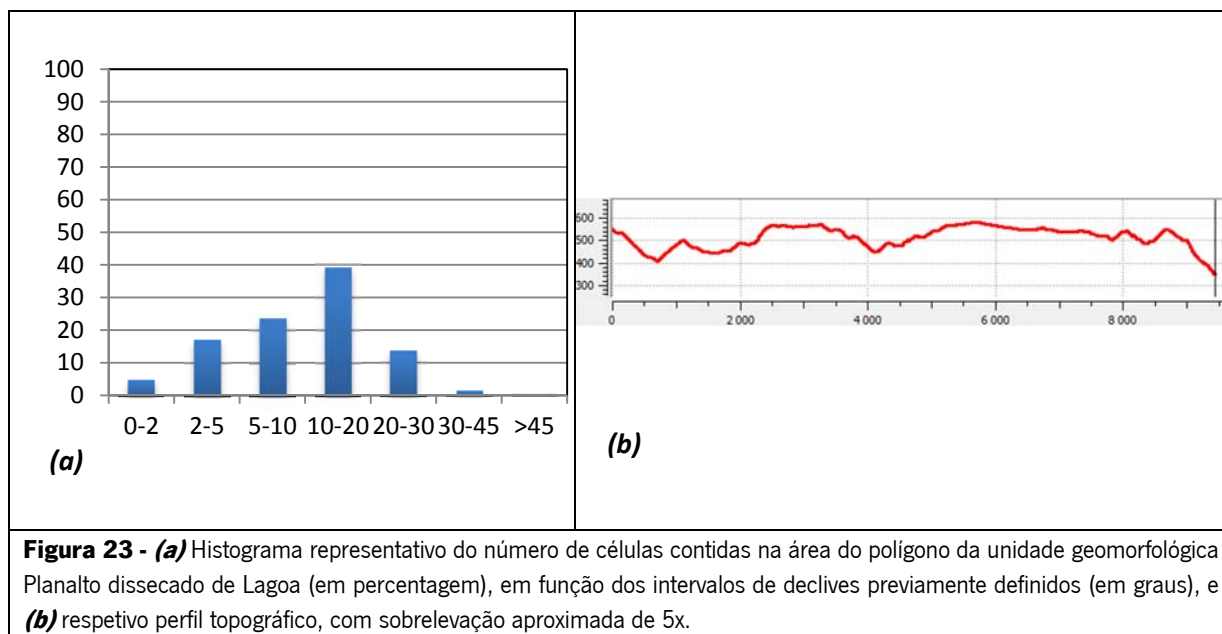


Figura 23 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Lagoa (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto dissecado de Peredo

O planalto dissecado de Peredo apresenta, na área em estudo, uma altitude mínima de 255 metros e máxima de 768 metros e um declive máximo de 66° (Tabela 1; Figura 24 seguinte). Esta unidade sofre uma intensa dissecção derivada quer do forte encaixe do rio Sabor quer do seu afluente Azibo.

Esta unidade geomorfológica abrange, junto da localidade de Chacim, três dos geossítios do geoparque, nomeadamente, termas da Abelheira (Cac1), falha de Morais em Chacim (Cac2) e poço dos paus (Cac3). O geossítio Cac1 corresponde a um balneário termal cujas águas possuem propriedades terapêuticas, e está relacionado com a falha de Morais pois a água brota de diáclases em anfíbolitos, derivadas deste acidente tectónico. Por sua vez, o geossítio Cac2 corresponde ao melhor ponto de observação da falha de Morais. No local, em talude de estrada, a falha separa os anfíbolitos do topo do Complexo Ofiolítico, a norte, dos quartzofilitos e xistos da Formação de Macedo de Cavaleiros, do Alóctone Inferior, a sul. Por último, o geossítio Cac3 é relativo ao local onde há ocorrência do complexo de diques em gabro imediatamente acima da unidade dos flaser-gabros, na unidade mais importante do complexo ofiolítico (Pereira *et al.*, 2012).

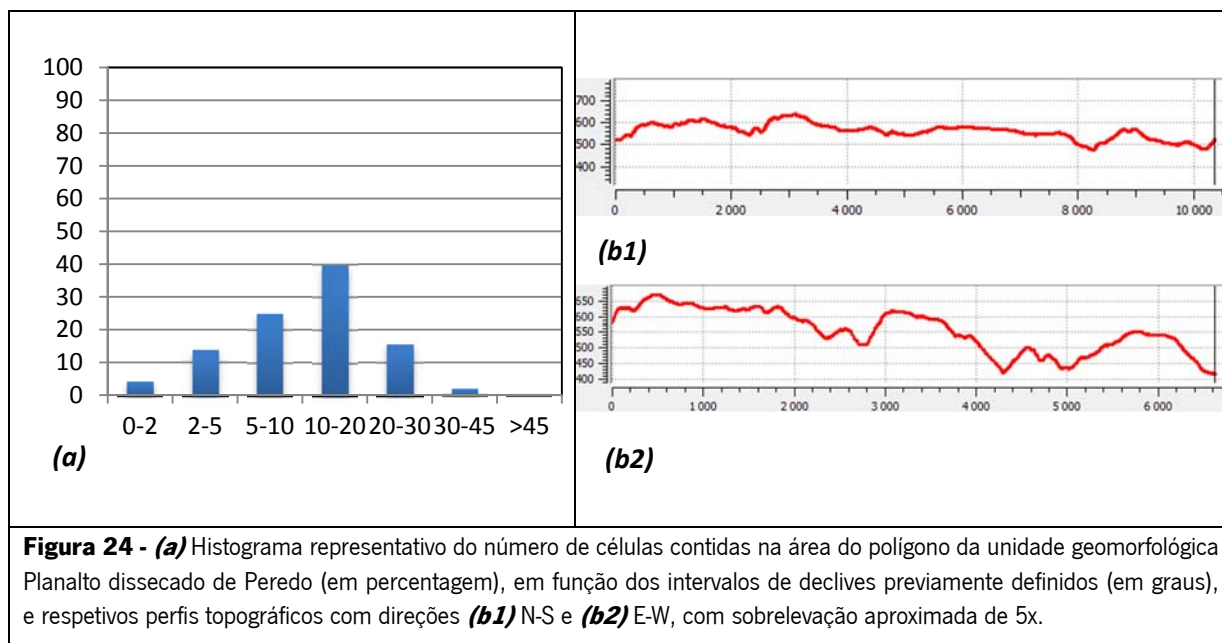


Figura 24 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Peredo (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e respetivos perfis topográficos com direções **(b1)** N-S e **(b2)** E-W, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto dissecado da Freixeda

O Planalto dissecado da Freixeda localiza-se a oeste da depressão da Vilarça e encontra-se exteriormente aos limites administrativos do concelho de Macedo de Cavaleiros e, portanto, do Geopark Terras de Cavaleiros. Na área em estudo apresenta uma altitude mínima de 236 metros e máxima de 790 metros, sendo o seu declive máximo da ordem dos 53° (Tabela 1; Figura 25). Esta unidade encontra-se dissecada por várias ribeiras, como a ribeira Macedinho e ribeira da Freixeda, afluentes do rio Tua.

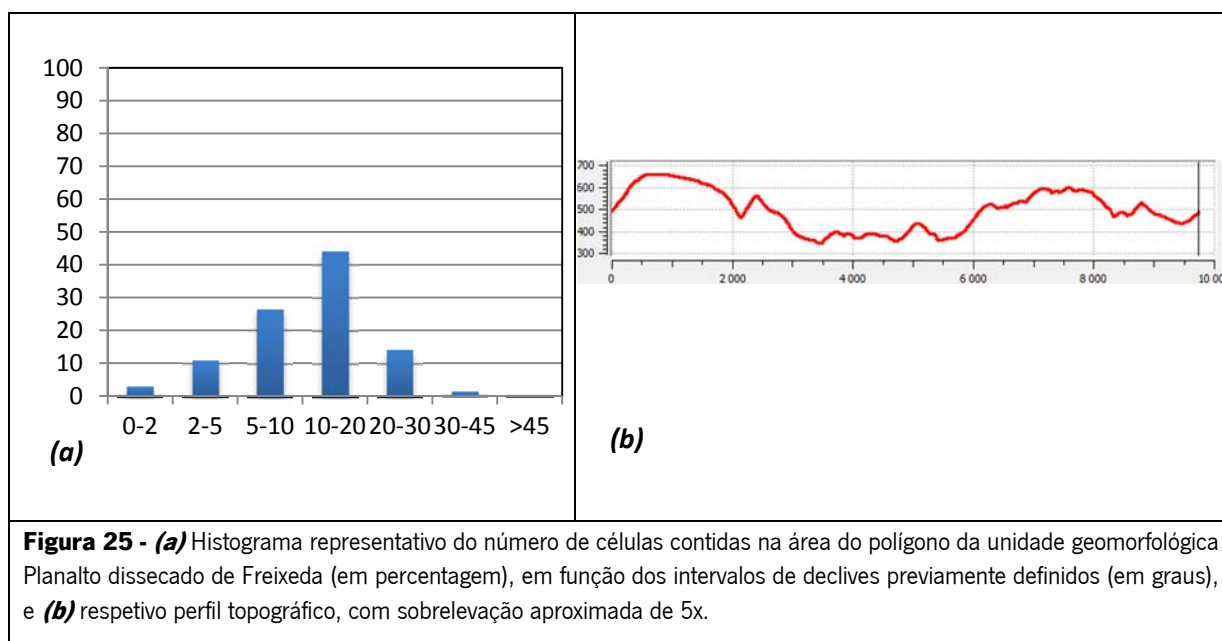
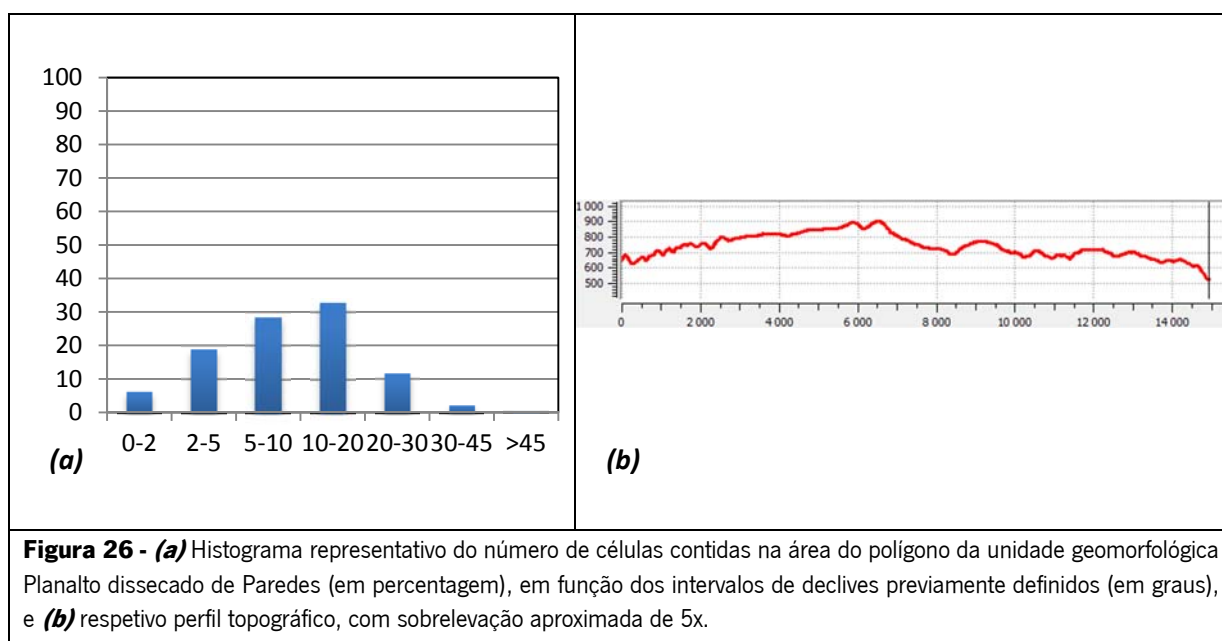


Figura 25 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Freixeda (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto dissecado de Paredes

O Planalto dissecado de Paredes situa-se no setor Nordeste da área de estudo e a este da serra da Nogueira, constituindo o rebordo das unidades confinantes à serra da Nogueira, nomeadamente, o Planalto de Samil e a Encosta de Sortes. Esta unidade está limitada a sul pelo Planalto de Sendas e planalto de Izeda, e a leste pelo vale do rio Sabor, encontrando-se exteriormente aos limites do concelho. Na área de estudo apresenta uma altitude mínima de 330 metros e máxima de 960 metros e um declive máximo da ordem dos 63° (Tabela 1; Figura 26).



- Planalto dissecado da Castanheira

O planalto dissecado da Castanheira localiza-se no plano este da serra de Bornes e constitui parte dos limites administrativos do concelho, estando toda a sua área exteriormente aos mesmos. Este encontra-se rodeado a oeste pela encosta de Borda e a leste pelo planalto dissecado de Peredo. O planalto dissecado da Castanheira é separado da unidade do seu lado oeste pela ribeira de Zacarias e da unidade do seu lado este pela ribeira de Lameirão. Na área em estudo apresenta uma altitude mínima de 310 metros e máxima de 830 metros, sendo o seu declive máximo de 63,8° (Tabela 1; Figura 27 seguinte).

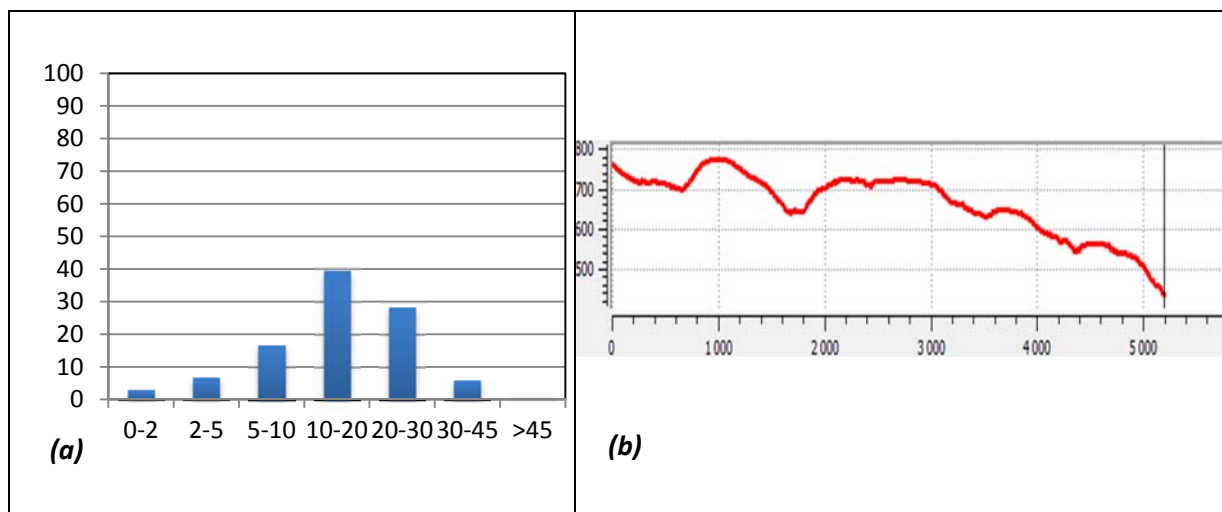


Figura 27 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto dissecado da Castanheira (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto dissecado de Mogadouro

O planalto dissecado de Mogadouro constitui um dos limites sul do concelho de Macedo de Cavaleiros e encontra-se exteriormente a este, pertencendo, assim, ao concelho de Mogadouro. Esta unidade geomorfológica situa-se a oeste da serra de Mogadouro e está separada do planalto de Lagoa e do planalto de Talhas, a norte, e do planalto dissecado de Peredo, a oeste, pelo vale do rio Sabor. Deste modo, o planalto dissecado de Mogadouro encontra-se dissecado por diversas ribeiras afluentes do referido rio. Na área em estudo, apresenta uma altitude mínima de 200 metros e máxima de 740 metros, sendo o seu declive máximo de 63,4 ° (Tabela 1; Figura 28).

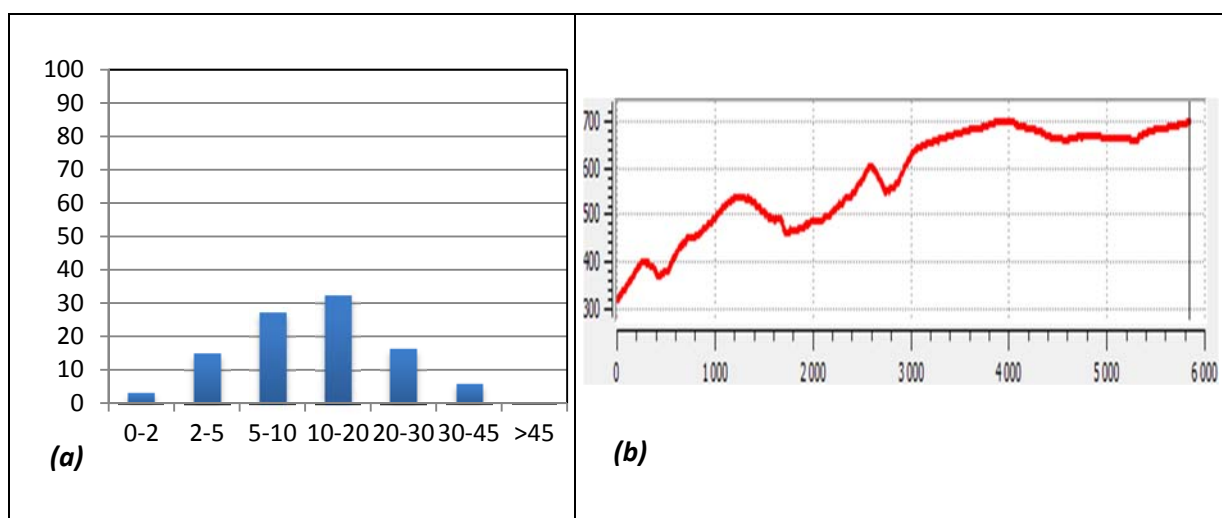
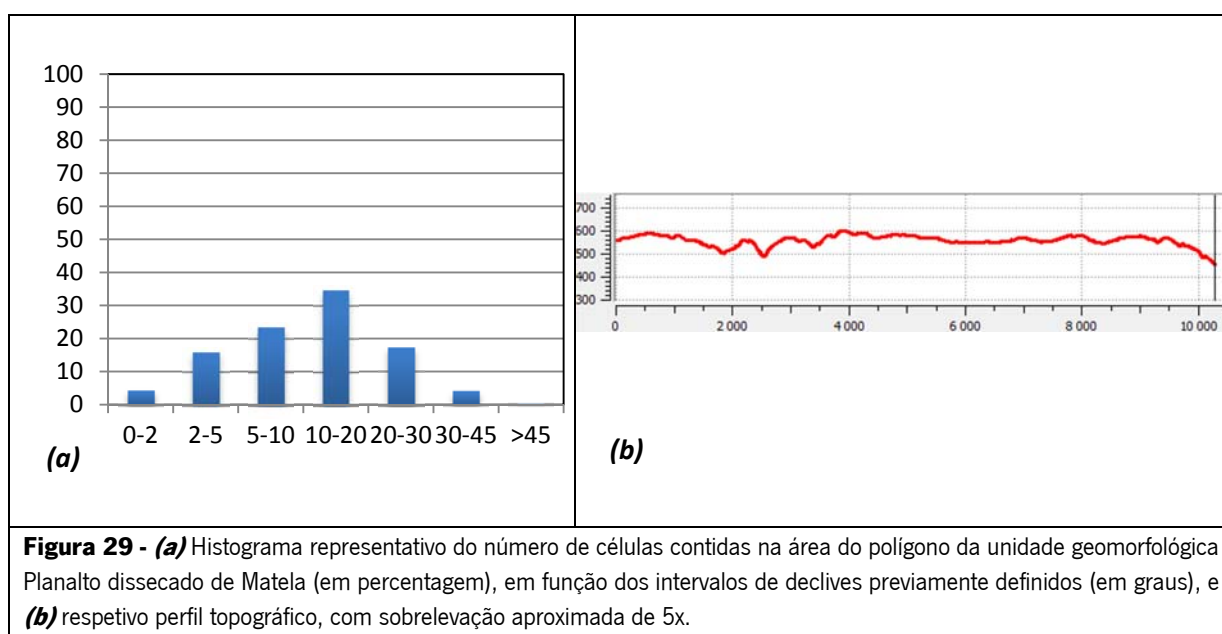


Figura 28 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Mogadouro (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto dissecado de Matela

O planalto dissecado de Matela apresenta, na área de estudo, uma altitude mínima de 260 metros e máxima de 697,8 metros, sendo o seu declive máximo de 60,6 ° (Tabela 1; Figura 29 seguinte).

Esta unidade encontra-se fora dos limites do concelho de Macedo de Cavaleiros constituindo, todavia, um dos limites do lado este do mesmo. No seu plano oeste, encontra-se separado do planalto de Talhas e do planalto de Izeda pelo vale do rio Sabor. A norte limita com o planalto de Argozelo e a sul com a serra de Mogadouro.



- Planalto dissecado de Edroso

O planalto dissecado de Edroso localiza-se no setor norte da área em estudo, e apenas uma pequena parte da sua área total está incluída dentro da mesma. Além disso, esta unidade geomorfológica encontra-se também fora dos limites do concelho, nas imediações a oeste da serra da Nogueira, apresentando uma altitude mínima de 499,5 metros e máxima de 900 metros, sendo o seu declive máximo atinge os 57,9 ° (Tabela 1; Figura 30). No que respeita aos aspetos fluviais, a área referida encontra-se dissecada principalmente pelo rio Macedo.

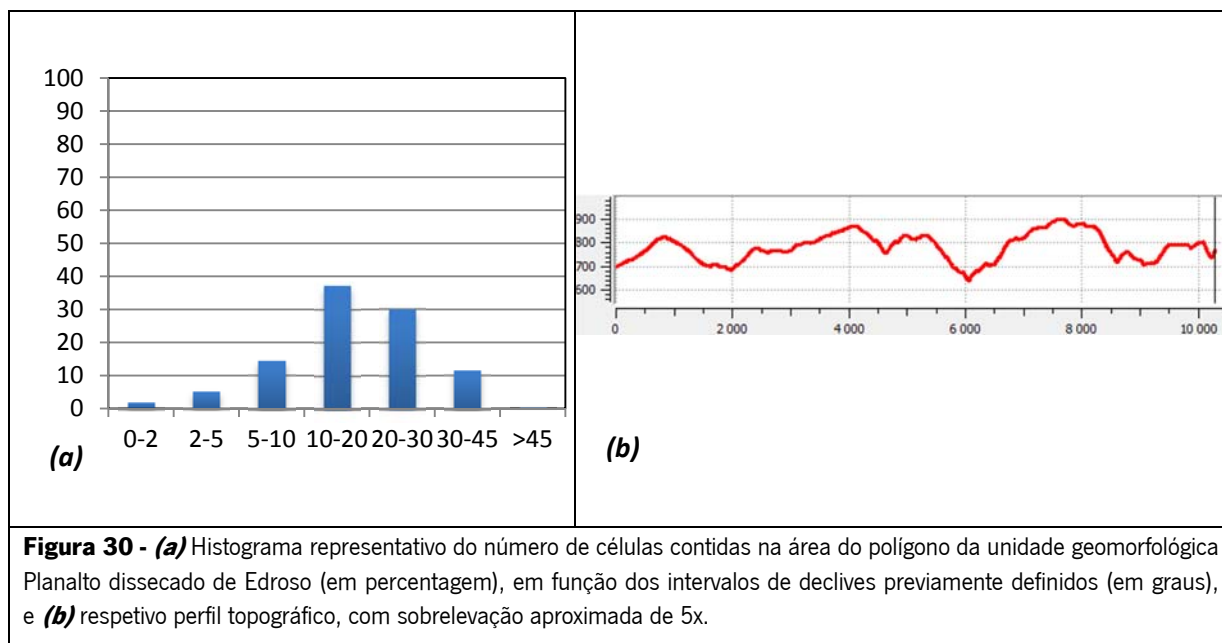


Figura 30 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto dissecado de Edroso (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto de Sendas

Localiza-se no setor sudeste da serra da Nogueira, apresentando valores altimétricos que variam entre 547,7 e 920 metros. O seu declive máximo é da ordem dos 53,5 ° (Tabela 1; Figura 31 seguinte). A área desta unidade que integra o concelho de Macedo de Cavaleiros, contacta diretamente com a albufeira do Azibo, sendo, deste modo, influenciada pelo rio Azibo e pela ribeira de Salselas no seu plano oeste, e pelas ribeiras de Vale Mocado e Vale de Moinho no seu plano este.

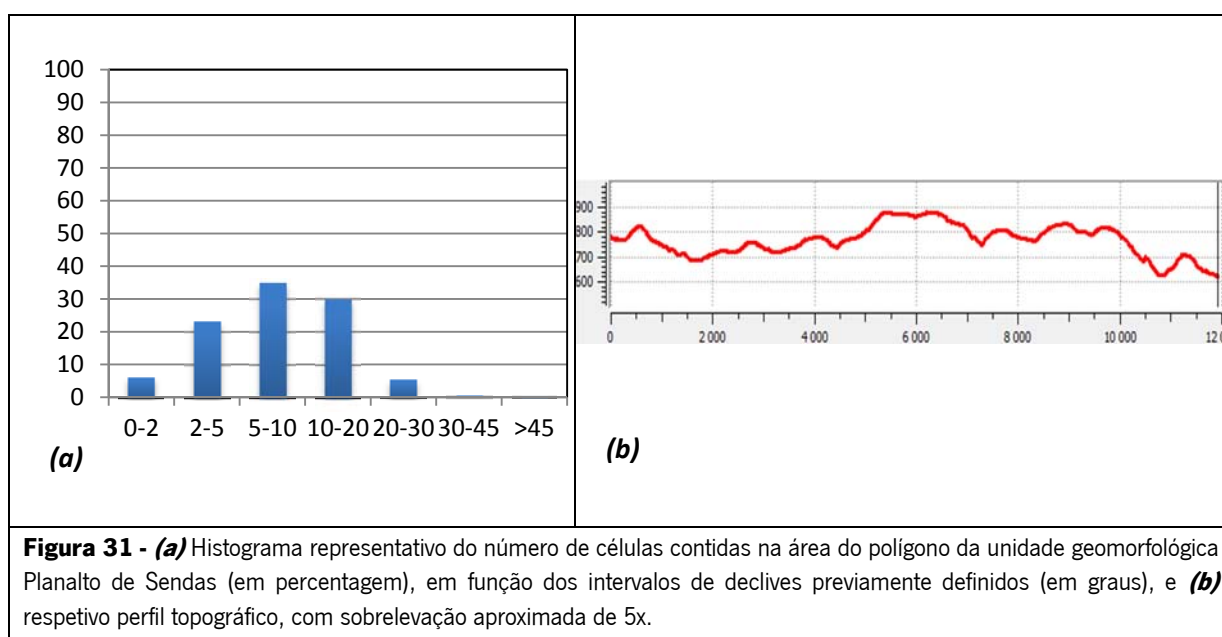


Figura 31 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto de Sendas (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto de Talhas

O planalto de Talhas localiza-se no plano E-SE do planalto do Monte de Morais e apresenta uma altitude mínima de 260 metros e máxima de 630 metros, sendo o seu declive máximo de $51,3^\circ$ (Tabela 1; Figura 32 seguinte). Esta unidade geomorfológica contacta diretamente com o rio Sabor sofrendo alguma dissecação por parte do mesmo. Deste modo, neste setor é possível testemunhar o forte encaixe da rede fluvial no planalto transmontano, onde existem vestígios de uma drenagem anterior à atual, a cotas próximas dos 500 metros. No contexto do Geopark Terras de Cavaleiros, na presente área encontram-se dois geossítios, nomeadamente, o Cabeço Berrão (Tal 1) e Xaires (Tal 2). O primeiro corresponde a um miradouro com vista panorâmica sobre o vale encaixado do rio Sabor, e o segundo é um dos melhores locais do concelho onde se podem observar os gabros, diques em gabros e anfíbolitos da sequência da crosta oceânica do Maciço de Morais. Na região de Talhas, para além do valor científico associado à geomorfologia, destaca-se também o seu valor cultural derivado da existência de ruínas de uma muralha, designada Cerca dos Mouros, atribuída à Idade do Ferro, para a qual foram utilizadas as rochas do local. Estas rochas podem ainda ser observadas nos muros de divisão de propriedades, com as quais foram construídos (Pereira *et al.*, 2012).

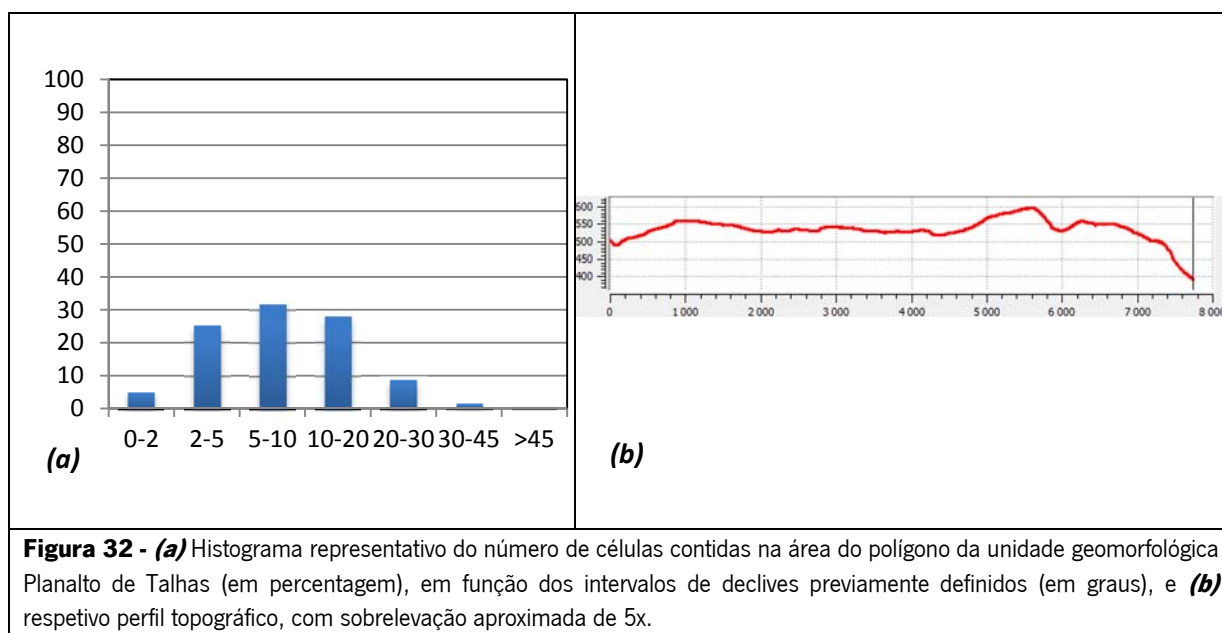


Figura 32 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto de Talhas (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto de Olmos

O planalto de Olmos localiza-se no plano oeste do planalto do Monte de Morais e apresenta uma altitude mínima de 380 metros e máxima de 640 metros, sendo o seu declive máximo de $60,1^\circ$

(Tabela 1; Figura 33 seguinte). Este encontra-se dissecado essencialmente pelo rio Azibo no seu limite a leste, e por algumas ribeiras afluentes mais a sul, como é o caso da ribeira de Balsemão. Em Olmos situa-se um dos geossítios do geoparque, designado Águas de Escarledo (Olm1). Trata-se de uma fonte de águas termais, sulfúreas, com ruínas de termas, situadas a cerca de 4 km da aldeia de Olmos, no rio Azibo. A nascente principal ocorre em anfibolitos, na margem direita do rio, a cerca de 2 metros do seu leito, numa falha oblíqua com orientação N60-70E (Pereira *et al.*, 2012).

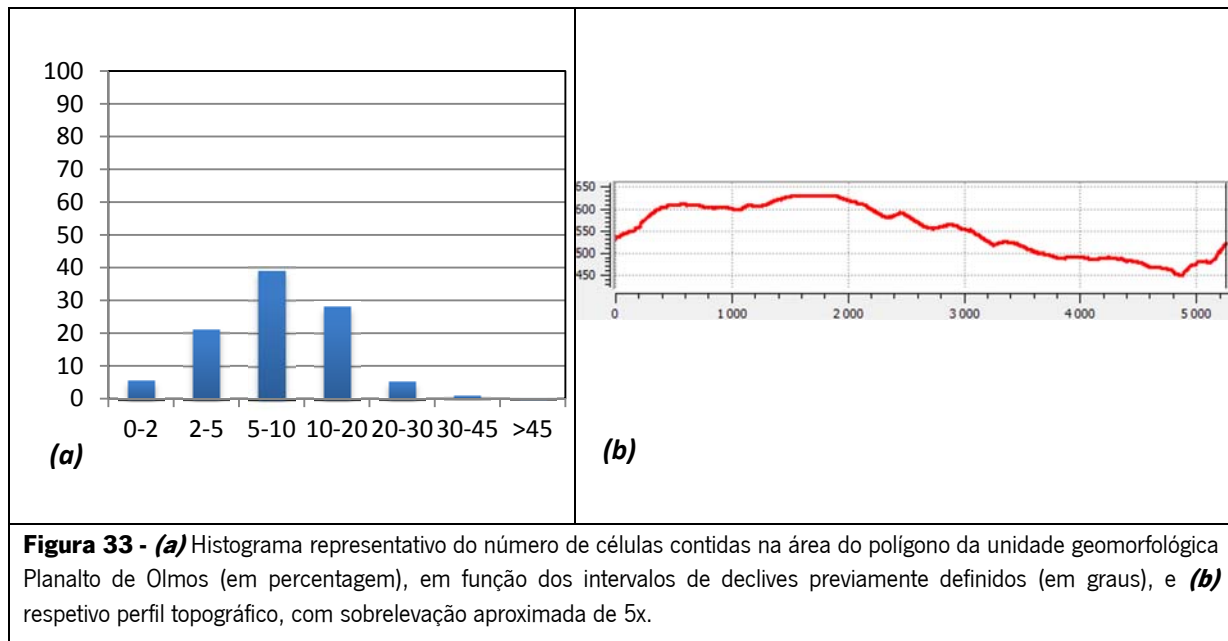


Figura 33 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto de Olmos (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto de Argozelo

O planalto de Argozelo situa-se no setor nordeste da área de estudo, não estando integrado nos limites administrativos do concelho de Macedo de Cavaleiros. Nesta área, a presente unidade geomorfológica apresenta uma altitude mínima de 315,9 metros e máxima de 770 metros, sendo o seu declive máximo da ordem dos 67,5 ° (Tabela 1; Figura 34 seguinte). O planalto de Argozelo está separado do planalto dissecado de Paredes pelo vale do rio Sabor, localizando-se, deste modo, no setor este do mesmo. No seu plano sul, está situado o planalto dissecado de Matela.

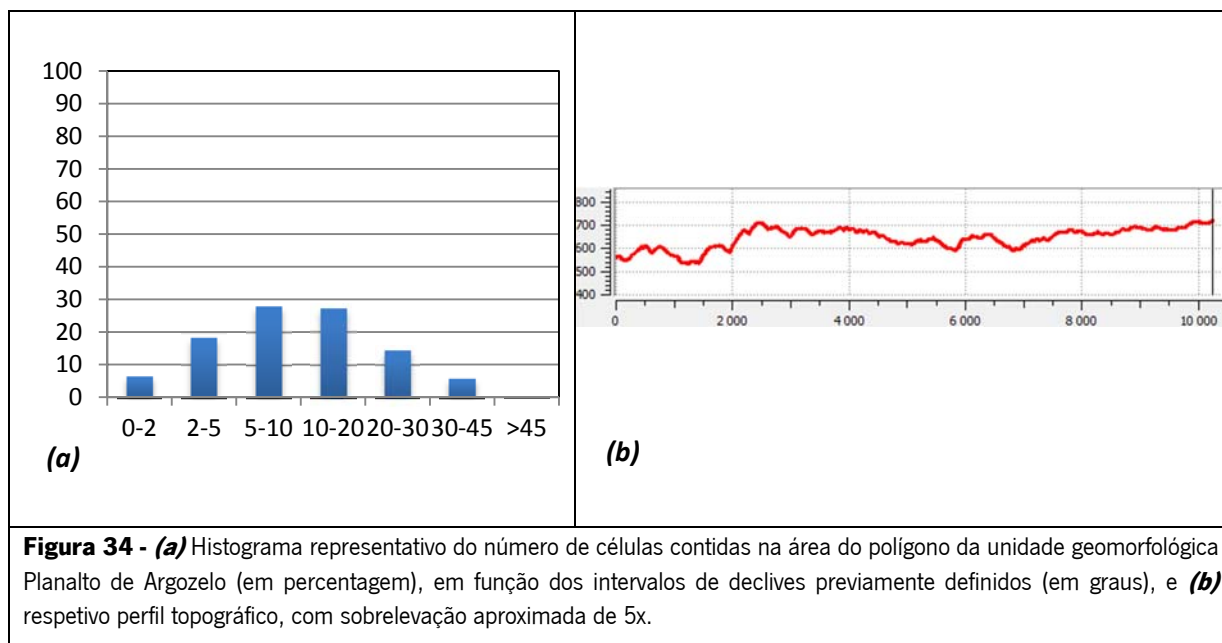


Figura 34 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto de Argozelo (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto do Monte de Morais

Possui um topo aplanado, entre os 700 e os 750 metros, que corresponde a uma parte bem conservada da superfície fundamental da Meseta (Pereira, 2004). Este resulta do empilhamento de três unidades tectono-estratigráficas ou Terrenos, nomeadamente a unidade alóctone superior, unidade alóctone intermédia e unidade alóctone inferior, separadas por grandes acidentes (Pereira, *et al.*, 2003).

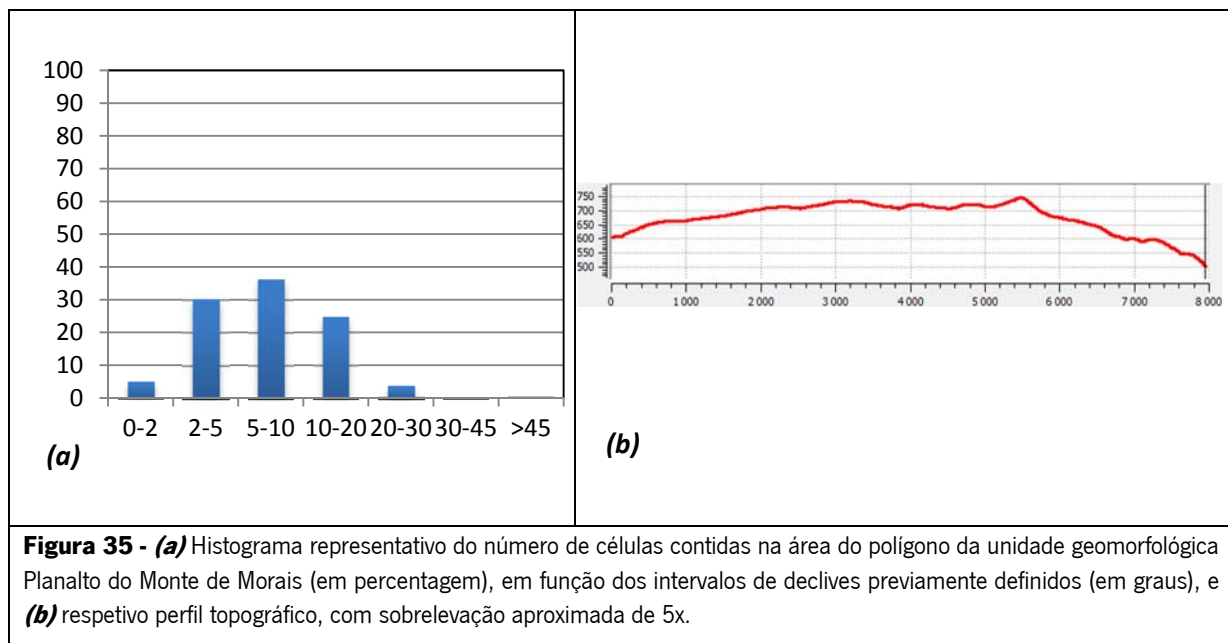
O aplanamento desenvolve-se sobre as litologias máficas e ultramáficas do Complexo Alóctone Intermédio ou Complexo Ofiolítico de Morais (Pereira *et al.*, 2000). A falha de Morais coloca em contacto retilíneo as rochas que compõem o Complexo Alóctone Intermédio com os ortognaisses e micaxistos do Complexo Alóctone Superior (Pereira, 2004).

Na zona de Morais localizam-se vários geossítios do geoparque, nomeadamente, gabros de Sobreda (Mor1), diques anfibolíticos de Paradinha (Mor2), talcos e asbestos de Morais (Mor3), granadas de Sobreda (Mor5), cromite de Morais (Mor6) e estruturas tectónicas de Sobreda (Mor7).

O geossítio Mor1 encontra-se nas proximidades de Sobreda, e corresponde a uma ocorrência de gabros grosseiros melanocráticos de estrutura maciça, e flaser-gabros, que são meta-gabros de grão grosseiro com estrutura orientada, reforçada por cisalhamento e desenvolvimento da foliação D1 hercínica, do complexo ofiolítico. O geossítio Mor2 situa-se em talude de estrada e na vertente, entre as povoações de Sobreda e Paradinha de Morais, e é um local onde ocorrem vários tipos de diques anfibolíticos intrusivos em flaser-gabros, que constituem a fácies do topo da sequência de crosta

oceânica. O geossítio Mor3 é relativo a um conjunto de explorações mineiras artesanais abandonadas, relevantes essencialmente pela ocorrência de mineralizações de talco e asbesto na fácies peridotítica do complexo ofiolítico, respetivamente a unidade de Morais-Talhinhas. O geossítio Mor5 corresponde a um local onde ocorrem concentrações de granada nas formações gabróicas do Complexo Ofiolítico. Estes minerais apresentam um elevado valor científico inerente à sua ocorrência rara e dimensão (até 3 cm de diâmetro). Por sua vez, o geossítio Mor6 diz respeito à ocorrência de concentrações densas de minerais de cromite, de cor escura, nos dunitos e harzburgitos do manto superior (rochas peridotíticas muito alteradas). Por último, o geossítio Mor7 corresponde a um local onde ocorrem flaser-gabros com estrutura laminada, resultante da deformação provocada pelo transporte tectónico da crosta oceânica sobre o Terreno Alóctone (Pereira *et al.*, 2012).

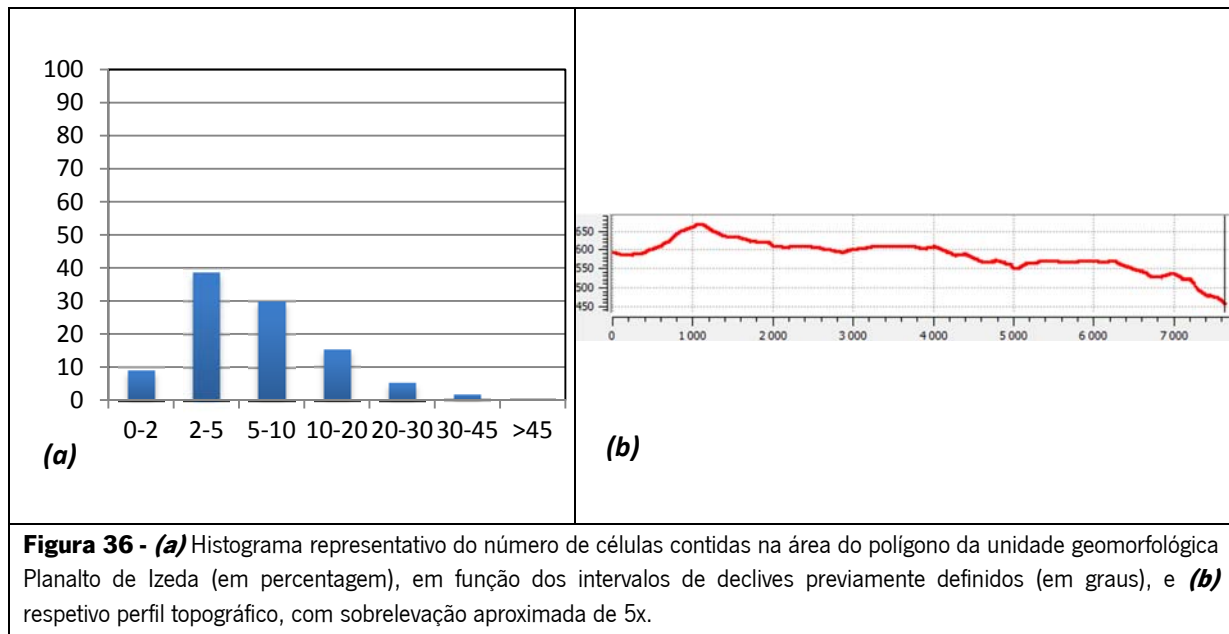
Na área de estudo, a unidade geomorfológica Planalto do Monte de Morais apresenta uma altitude mínima de 388 metros e máxima de 770 metros e um declive de 56,7 ° (Tabela 1; Figura 35).



- Planalto de Izeda

O planalto de Izeda localiza-se no setor nordeste do planalto do Monte de Morais e encontra-se limitada a leste pelo rio sabor, sendo, deste modo, dissecada por algumas ribeiras afluentes. Esta unidade geomorfológica encontra-se já nos limites do concelho, sendo a área integrada dentro do mesmo apenas uma pequena parte da sua área total. No entanto é importante ter em consideração toda a área da unidade com vista a obter uma melhor perceção das características geomorfológicas

quer da unidade em causa, quer da área de estudo. Na área em estudo, o planalto de Izeda apresenta uma altitude mínima de 346,9 metros e atinge uma altitude máxima de 670 metros, sendo o seu declive máximo de 60,1 ° (Tabela 1; Figura 36).



- Planalto de Samil

O planalto de Samil localiza-se no setor oposto ao planalto dissecado de Edroso, mais concretamente, no plano este da serra da Nogueira. Esta unidade geomorfológica encontra-se para além dos limites administrativos do concelho, mas uma pequena área está ainda representada na área de estudo, pois possui aspetos geomorfológicos que se destacam das unidades adjacentes. Na área representada atinge, assim, uma altitude mínima de 580 metros e máxima de 830 metros, sendo o seu declive máximo de 45 ° (Tabela 1; Figura 37 seguinte).

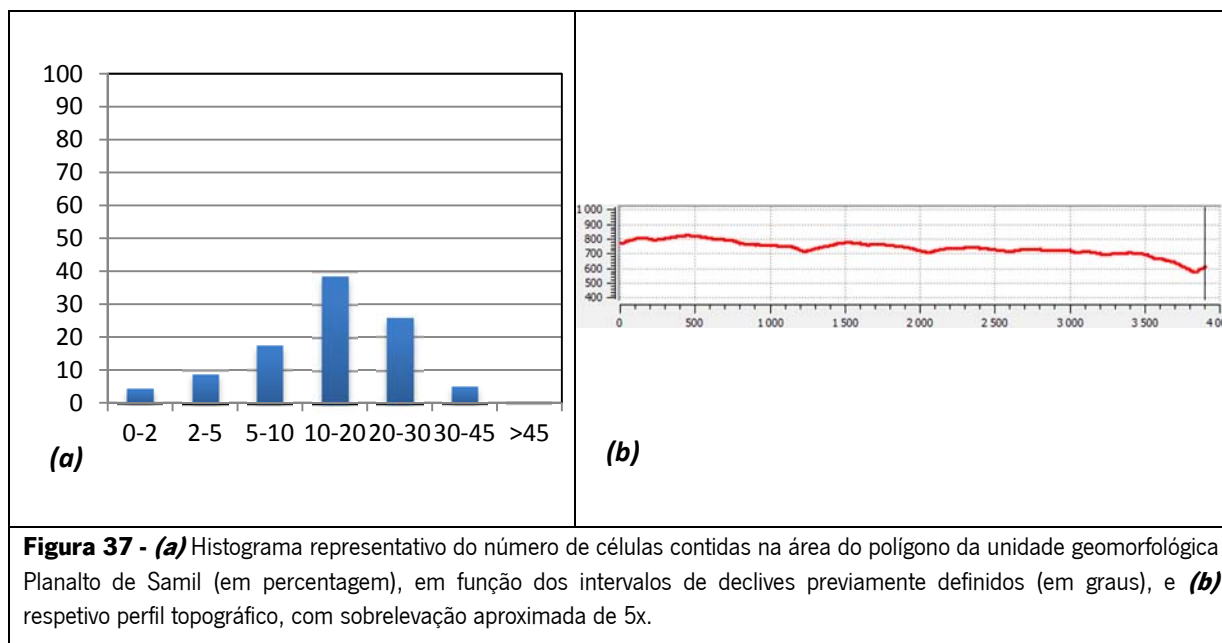


Figura 37 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto de Samil (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Planalto de Algozo

O planalto de Algozo situa-se muito próximo do limite este da área de estudo, estando no entanto, fora dos limites administrativos do concelho. Na área em estudo, esta unidade apresenta uma altitude mínima de 300 metros e máxima de 550 metros, e o seu declive máximo é de 72,2° (Tabela 1; Figura 38 seguinte). O planalto de Algozo está separado do planalto dissecado de Matela, a norte, pelo rio Maça, e da serra de Mogadouro, a sul, pelo rio Angueira.

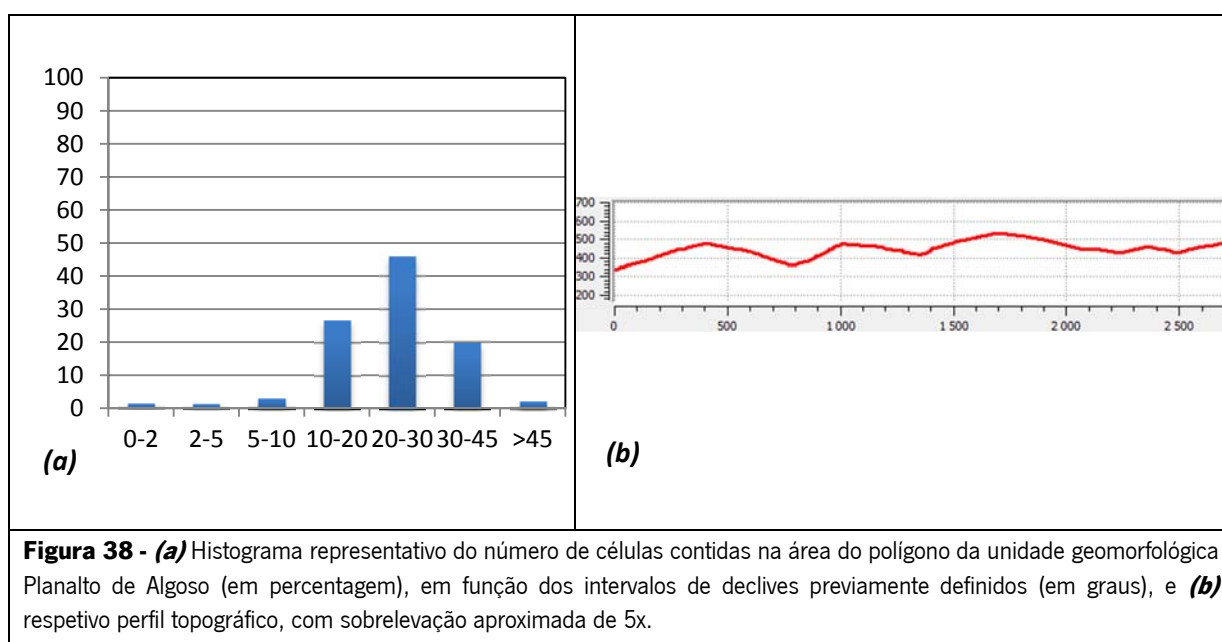
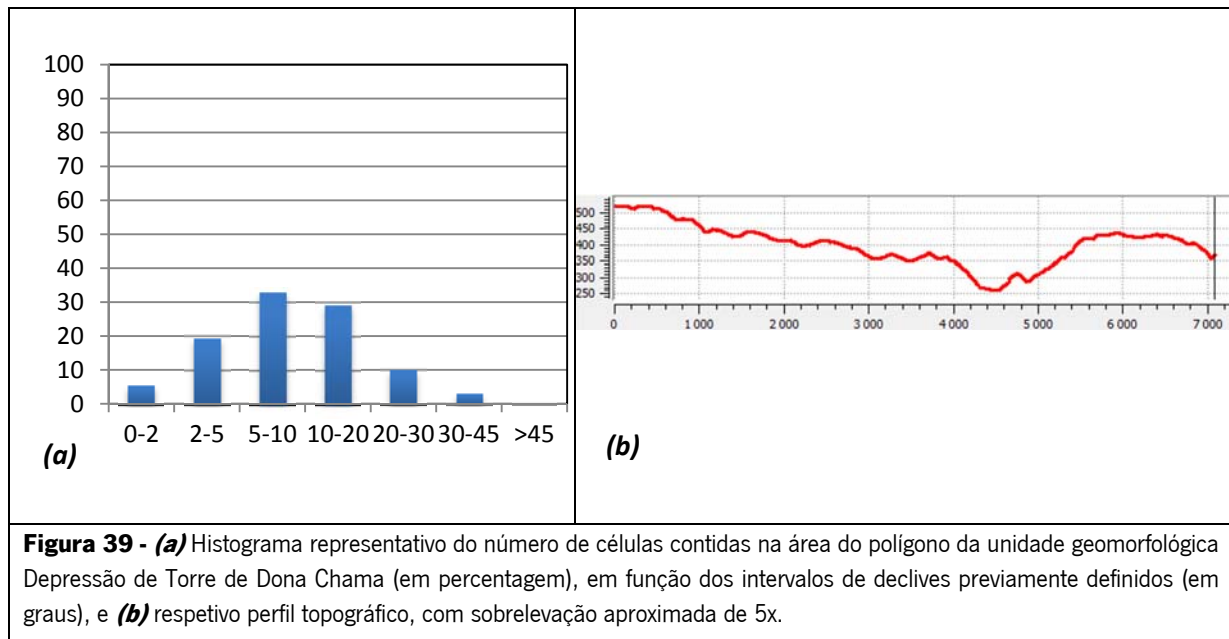


Figura 38 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Planalto de Algozo (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Depressão de Torre de Dona Chama

A depressão de Torre de Dona Chama localiza-se na extremidade noroeste da área de estudo, sendo limitada a leste pelo planalto dissecado de Lamalonga e a sul pela depressão de Vale de Prados.

Na área representada, esta unidade apresenta uma altitude mínima de 250 metros e máxima de 600 metros, sendo o seu declive máximo de 70,3 ° (Tabela 1; Figura 39). A região é fundamentalmente dissecada pelo rio Tua.



- Depressão de Vale de Prados

A depressão de Vale de Prados apresenta, na área em estudo, uma altitude mínima de 230 metros e máxima de 461 metros, sendo o seu declive máximo de 51,1° (Tabela 1; Figura 40 seguinte). No que respeita aos aspetos fluviais, a região encontra-se essencialmente dissecada pelo rio Tua e rio Macedo.

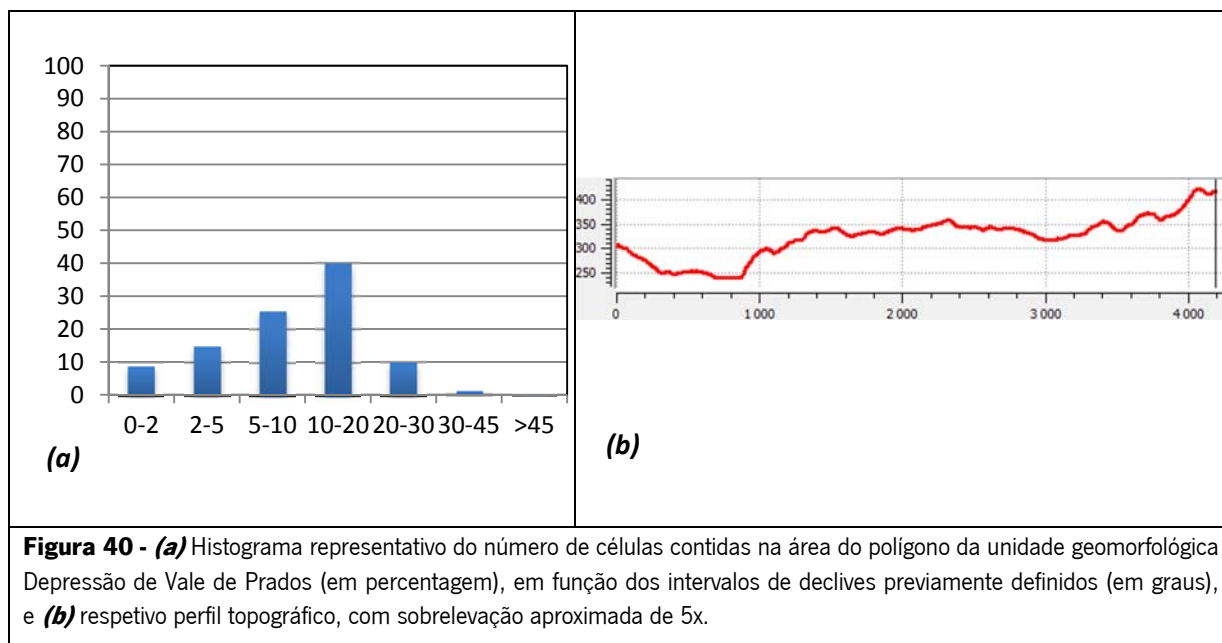


Figura 40 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Depressão de Vale de Prados (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Depressão de Mirandela

Corresponde a uma depressão tectónica dissimétrica da superfície da Meseta, com o bloco oeste afundado e mergulhando para Leste, onde atinge a escarpa de falha de Mirandela, orientada aproximadamente Norte-Sul (Cabral *et al.*, 1985), sendo mais alargada a norte entre Valpaços e Torre de Dona Chama (Pereira, 2006 a).

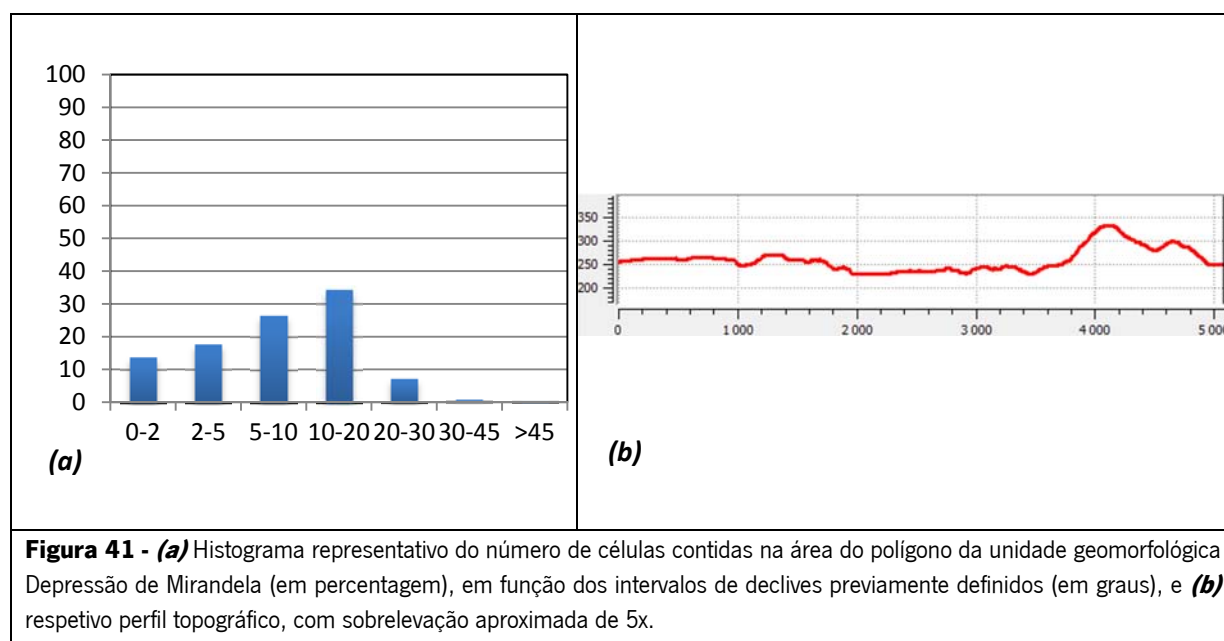
A sua origem é evidenciada pelos movimentos registados em falhas que afetam sedimentos terciários da região de Mirandela. No interior da depressão encontram-se conservados depósitos cenozóicos da Formação de Bragança, da Formação de Mirandela e da Formação de Aveleda (Pereira 1997; 2006a).

Nesta depressão correm os rios Tuela e Rabaçal, subparalelos e com orientação NNE-SSW a partir dos seus vales superiores, nos flancos da serra da Coroa. A sua confluência acontece em Mirandela e dá aí origem ao rio Tua.

No setor central da depressão de Mirandela desenvolve-se uma superfície a cerca de 400 metros de altitude, embutida na superfície fundamental da Meseta. Esta depressão é escalonada em vários retalhos aplanados na sua bordadura, até ser atingido o patamar mais elevado. Esta superfície que se desenvolve a cerca de 1100 metros está bem representada na serra da Padrela, um bloco levantado a leste do acidente de Verin-Penacova. Retalhos bem conservados da superfície fundamental da Meseta podem ser observados a norte de Valpaços e na região entre Alijó e Carrazeda de Ansiães, a altitudes entre os 700 e os 800 metros.

A sul, a depressão de Mirandela fecha de encontro aos maciços graníticos de Alijó-Carrazeda-Vila Flor, seguindo o contorno do carreamento de Murça que limita os domínios autóctone e para autóctone. Ao longo deste carreamento destacam-se as cristas de quartzitos ordovícicos situadas entre Murça e Vila Flor, bem como as cristas em quartzitos silúricos do Parautóctone, situadas na serra de Sta. Comba, entre Murça e Mirandela, bem como entre Murça e Vila Flor (Pereira, 2006 a).

A depressão de Mirandela apresenta, na área de estudo, uma altitude mínima de 220 metros e máxima de 457,5 metros, e o seu declive máximo atinge os 45 ° (Tabela 1; Figura 41).



- Depressão de Macedo

A depressão de Macedo situa-se entre Valbenfeito e o Alto da Carrasqueira, e está limitada por falhas NNE-SSW e E-W, no contexto do acidente tectónico Bragança-Vilariça-Manteigas (Pereira, 1997).

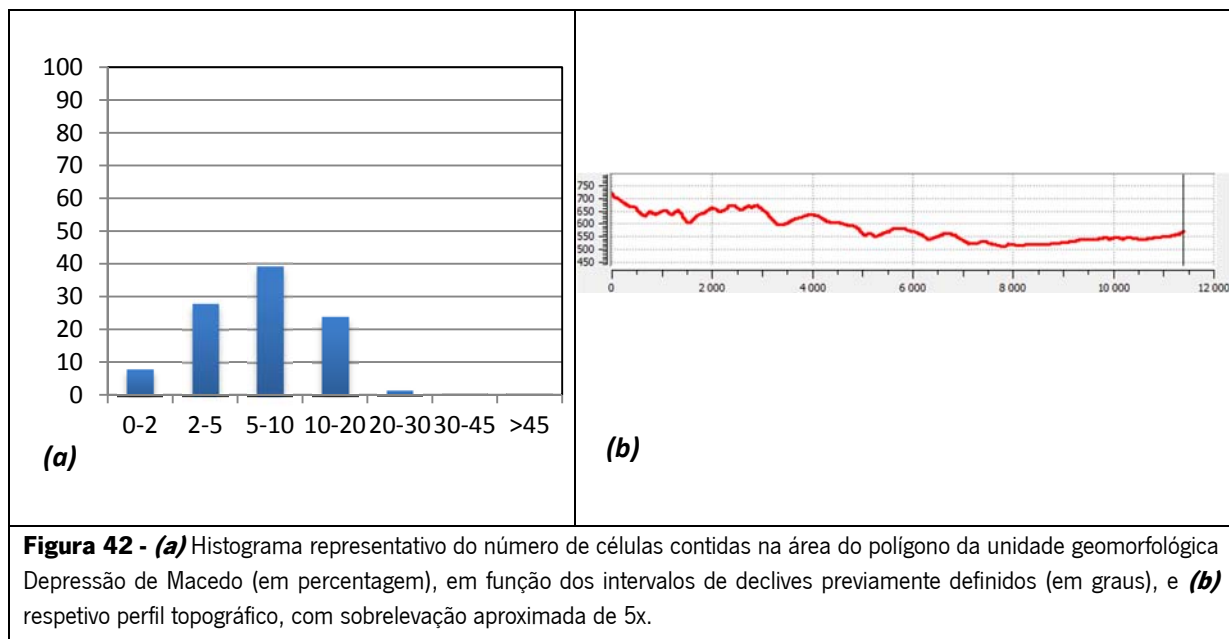
O limite sudeste da depressão corresponde à falha da serra de Bornes. Por outro lado, o limite sudoeste situa-se um pouco a sul de Macedo, correspondendo a uma falha de orientação noroeste-sudeste, que põe em contacto soco xistento, a sul, e depósitos detríticos vermelhos, de tipo *ranha*, a norte. Este acidente tectónico inflete para nordeste e prolonga-se depois nessa direção, constituindo o limite ocidental da depressão de Macedo e o prolongamento da falha de Vilariça para norte.

No interior da depressão identificou-se um acidente neotectónico importante, sob a forma de um pequeno graben orientado aproximadamente NNW-SSE, com cerca de 80 m de largura, contendo

sedimentos detríticos com clastos de xistos pouco alterados, sugerindo uma idade recente para os sedimentos, provavelmente Quaternário Superior.

A sul de Macedo observaram-se numerosas falhas inversas, de pequeno rejeito, afetando os depósitos de tipo *ranha*. Estas falhas orientam-se aproximadamente ENE-WSW, com inclinações da ordem dos 30° (Cabral *et al.*, 1985).

A depressão de Macedo atinge, na área de estudo, uma altitude mínima de 468,3 metros e máxima de 822,5 metros, sendo o seu declive máximo de 42,9 °(Tabela 1; Figura 42).



- Depressão do Cachão

A depressão do Cachão situa-se no limite sudoeste da área em estudo, encontrando-se a totalidade da sua área fora dos limites do concelho de Macedo de Cavaleiros. Contudo, as características geomorfológicas deste setor são relevantes para uma melhor compreensão da geomorfologia da área envolvente. Esta unidade geomorfológica localiza-se a sul da depressão de Mirandela e no setor oeste da depressão da Vilarça. Do ponto de vista fluvial, a depressão do cachão é essencialmente dissecada pelo rio Tua. Na área em estudo, apresenta uma altitude mínima de 200 metros e máxima de 426,7 metros, sendo o seu declive máximo de 48,2 ° (Tabela 1; Figura 43).

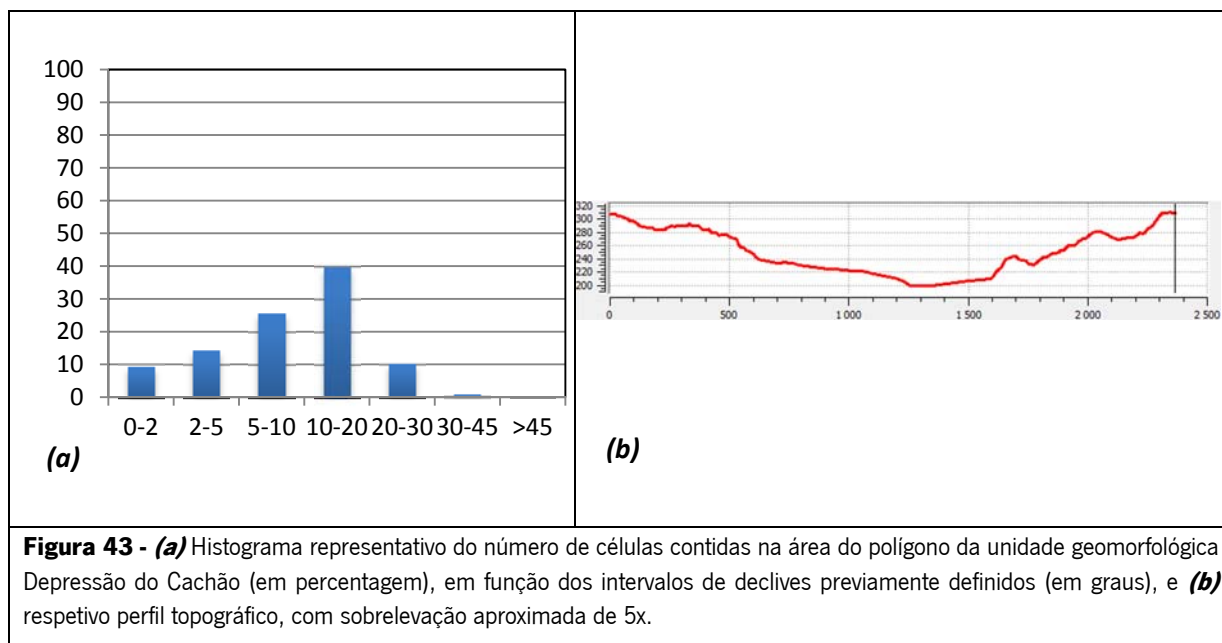


Figura 43 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Depressão do Cachão (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Depressão da Vilarica

Constitui um fosso tectónico alongado na direção norte-sul, com cerca de 20 km de comprimento e uma largura média da ordem de 2 km, que se estende para norte do Pocinho. Define-se como um bloco abatido limitado por falhas de orientação submeridional às quais está associado um importante movimento de componente horizontal. A depressão da Vilarica é, assim, uma estrutura do tipo graben e constitui uma das bacias de desligamento cenozóicas, relacionadas com o acidente tectónico de Bragança-Vilarica-Manteigas (Pereira & Azevêdo, 1995).

O graben da Vilarica é limitado a leste por uma falha cuja atividade é evidenciada por uma escarpa bem conservada que rejeita em cerca de 400 metros a superfície da Meseta, e a oeste por vários acidentes subparalelos, associados a escarpas de falha de menor amplitude constituindo uma topografia menos abrupta.

A morfologia da região que envolve o vale da Vilarica é também condicionada pela erosão diferencial herdada de episódios mais antigos do que aqueles que representam o abatimento em blocos, responsável pelo vale atual. A linha de relevos dos quartzitos Ordovícicos é cortada pela falha da Vilarica e verifica-se, num contexto mais amplo, que a superfície inicial por eles definida, se mantém quer a norte de Vila Flor quer na serra do Reboredo, nas imediações de Moncorvo.

A assimetria do vale deve-se à movimentação tectónica ao longo das falhas e a inclinação das vertentes pode ser relacionada com a natureza litológica do substrato, pois em especial a fácies de xistos e grauvaques (Complexo Xisto-Grauváquico) do Câmbrico, menos resistentes a erosão,

encontram-se profundamente dissecadas, proporcionando vertentes mais suavizadas e o alargamento do vale nestes sectores (Pereira & Azevêdo, 1995).

No interior da depressão, além de formações aluvionares holocénicas, encontram-se depósitos arcósicos ante Quaternários, possivelmente Neogénicos, e sedimentos detríticos de fácies torrencial datando provavelmente do Quaternário Médio.

Em estudos geológicos de pormenor observaram-se falhas a cortar os depósitos plistocénicos no interior do graben demonstrando atividade neotectónica provavelmente pós Quaternário Médio (Cabral *et al.*, 1985).

A depressão da Vilarça apresenta, na área de estudo, uma altitude mínima de 250 metros e máxima de 781 metros, sendo o seu declive máximo de 55,6 ° (Tabela 1; Figura 44).

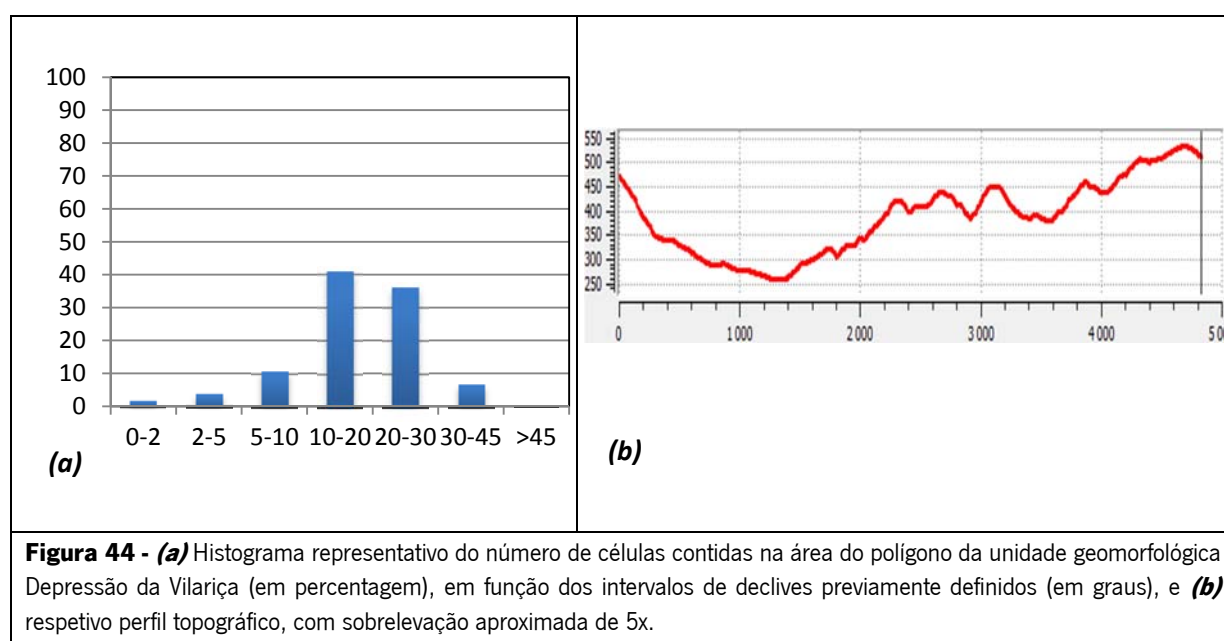


Figura 44 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Depressão da Vilarça (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e **(b)** respetivo perfil topográfico, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Depressão de Castro Roupal

Define um eixo aproximadamente E-W, provavelmente correspondente a um paleovale preenchido por sedimentos neogénicos. A sua estrutura poderá estar relacionada com falhas de orientação E-W a NNE-SSW bem expressas pela falha de Morais. A depressão poderá ter origem no movimento inverso de falhas com esta orientação. Posteriormente ter-se-á definido um eixo fluvial de drenagem para leste, alimentado por leques aluviais perpendiculares. Os sedimentos evidenciam quer uma alimentação de leques com origem no Maciço de Morais, quer em leques com origem no bloco situado a norte e níveis correspondentes a uma drenagem do tipo fluvial.

Na área da unidade geomorfológica depressão de Castro Roupal estão incluídos vários geossítios do Geopark Terras de Cavaleiros. Um destes geossítios, sedimentos de Castro Roupal (Vin1), situa-se na freguesia de Vinhas e ocorre em talude de estrada junto da povoação de Castro Roupal e, tal como o nome indica, corresponde a uma ocorrência de sedimentos cenozóicos pertencentes à Formação de Bragança, que testemunham uma paleodrenagem regional, relacionada com a bacia Terciária do Douro. Trata-se de um dos melhores afloramentos destes materiais onde é possível identificar estruturas sedimentares, como estratificação cruzada em ventre de um sistema fluvial entrançado de baixa sinuosidade. Compreendidos, ainda, na mesma unidade geomorfológica, mais concretamente na região de Vale da Porca, localizam-se cinco outros geossítios, nomeadamente, sedimentos de Vale da Porca (Vpc1), xistos anfibolíticos do Alto do Moinho (Vpc2), calcários do Alto da Carrasqueira (Vpc3), talcos do Azibo (Vpc4) e panorâmica do Cubo (Vpc5). O primeiro (Vpc1) é referente a uma ocorrência de depósitos cenozóicos da Formação de Bragança que surge em talude de estrada, no interflúvio entre o rio Azibo e a ribeira de Salselas, testemunhando também a drenagem fluvial anterior à atual, efetuada para o interior da Península Ibérica. Estes sedimentos são afetados por pequenas falhas relacionadas com o acidente tectónico BVM. O segundo geossítio (Vpc2) é relativo a um afloramento em talude de estrada, nas proximidades da ribeira de Salselas, onde ocorrem anfibolitos retrogradados da unidade basal do Complexo Ofiolítico. Neste local é possível observar a interação entre os processos de deformação e os processos metamórficos, sendo visíveis várias dobras e elementos de metamorfismo prógrado dos basaltos oceânicos para anfibolitos e a posterior retrogradação em xistos verdes. O geossítio Vpc3 é um local onde ocorrem calcários intercalados nas unidades do alóctone inferior. Este calcário foi alvo de antigas explorações em pedreiras a céu aberto (posteriormente tapadas), e apresenta um elevado valor científico, resultante da sua raridade e especificidade, e cultural, associado à sua exploração. O geossítio Vpc4 corresponde a uma exploração industrial de talco, mineralização que aparece nos peridotitos do Alóctone Superior, carreados sobre a Formação de Macedo de Cavaleiros do Alóctone Inferior, que ocorre a céu aberto e está atualmente ativa. Por fim, o geossítio Vpc5 é relativo a um ponto panorâmico com vista privilegiada sobre o monte de Morais e a albufeira do Azibo, a partir do qual é também observável o controlo morfológico da falha da Vilariça na rede de drenagem local.

Na freguesia de Talhinhos, ainda no contexto da depressão de Castro Roupal, localizam-se dois geossítios, respetivamente, carreamento do Castelo (Tan1) e peridotitos do Castelo (Tan2). O geossítio Tan1 corresponde ao local dentro do complexo ofiolítico onde é possível observar a duplicação de unidades, com a transição entre a unidade de Izeda-Remondes, inferior, constituída por anfibolitos, e a

unidade de Morais-Talhinhas, superior, representada por peridotitos. Por outro lado, o geossítio Tan2 é um local onde é possível observar em pormenor, no sector mais elevado do maciço de Morais, as rochas peridotíticas da Unidade de Morais-Talhinhas.

Na freguesia de Salselas localizam-se três outros geossítios inseridos na área da depressão de Castro Roupal, designadamente, carreamento de Limãos (Sal1), depressão de Salselas (Sal2) e calcários de Salselas (Sal3). O geossítio Sal1 é um local onde se observa o carreamento que estabelece a duplicação do Complexo Ofiolítico, verificando-se a transição entre a Unidade de Izeda-Remondes (inferior) e Unidade de Morais Talhinhas (superior), constituídas por anfibolitos e peridotitos, respetivamente. Este local é muito relevante do ponto de vista científico uma vez que ocorre a sobreposição tectónica dos peridotitos do manto, inferiores à crosta oceânica, sobre os anfibolitos, representativos dos basaltos metamorizados da antiga crosta oceânica. O geossítio Sal2 corresponde a um local com especial interesse geomorfológico derivado do vale de fundo largo e plano associado à ribeira de Salselas, onde ocorrem sedimentos de cobertura, com uma orientação paralela ao acidente tectónico BVM, evidenciando, deste modo, o controlo estrutural exercido. Por último, o geossítio Sal3 é referente à ocorrência de vestígios de uma exploração artesanal de calcários, intercalados nas unidades do Alóctone Inferior, que surgem junto à antiga linha férrea, entre as povoações de Salselas e Vale da Porca. Estes calcários possuem elevado interesse associado quer aos aspetos geomorfológicos e culturais, quer à sua raridade e especificidade neste contexto geográfico em particular (Pereira *et al.*, 2012).

A depressão de Castro Roupal apresenta, na área de estudo, uma altitude mínima de 490 metros e máxima de 684,7 metros, bem como um declive máximo de 46 ° (Tabela 1; Figura 45).

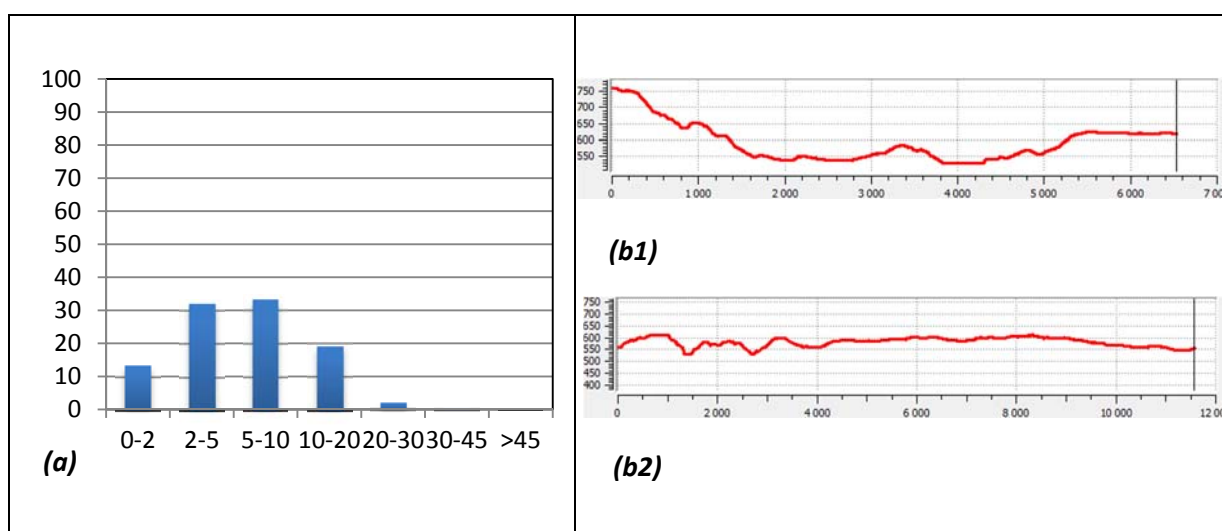


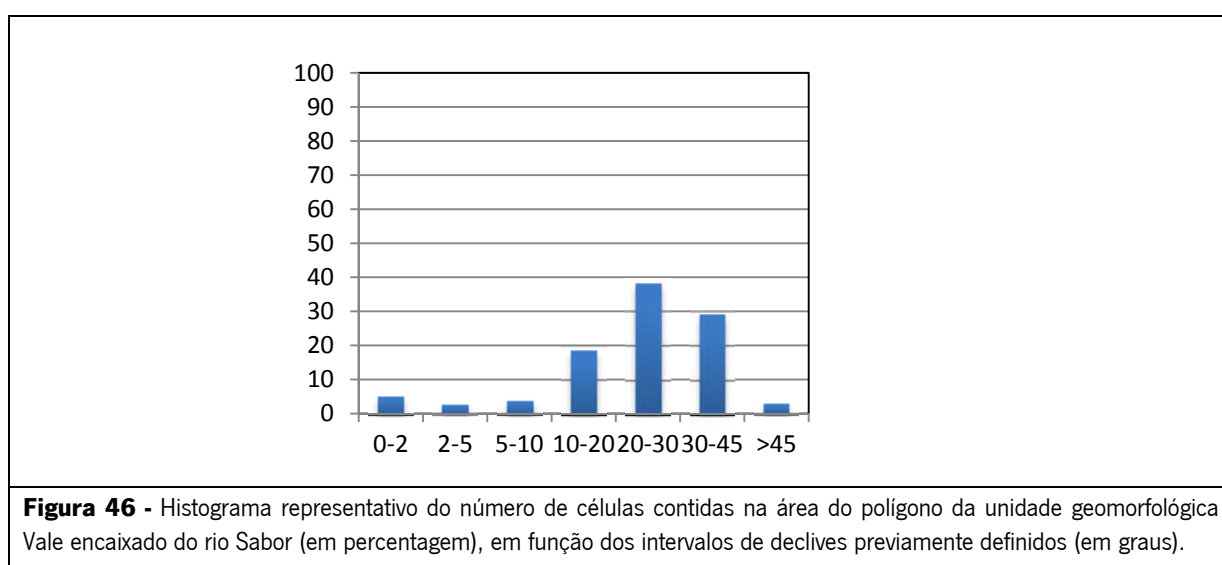
Figura 45 - (a) Histograma representativo do número de células contidas na área do polígono da unidade geomorfológica Depressão de Castro Roupal (em percentagem), em função dos intervalos de declives previamente definidos (em graus), e respetivos perfis topográficos com direções **(b1)** N-S e **(b2)** E-W, com sobrelevação aproximada de 5x.

- Vale encaixado do Rio Sabor

A unidade geomorfológica vale encaixado do Rio Sabor apresenta vertentes de declive acentuado e um encaixe pronunciado, com cerca de 200 metros nas margens e 400 metros relativamente à superfície fundamental. Os vales dos seus afluentes têm também vales encaixados que se abrem nas depressões tectónicas, onde correm em fundo aplanado. No que refere à rede de drenagem fluvial, apesar da depressão de Macedo de Cavaleiros ser drenada no sentido do rio Tuela, pelo rio Macedo e ribeira de Carvalhais, o restante território enquadra-se na sub-bacia do rio Sabor, que limita o concelho a leste (Pereira *et al.*, 2012).

O Vale do rio Sabor, inserido na Rede Natura 2000, possui um valor ecológico elevado, sobretudo ao nível da flora, onde se destaca a presença de extensos e bem conservados azinhais e sobreirais da região. Algumas dessas ocorrências naturais estão integradas em áreas classificadas do concelho: os sítios Montesinho/Nogueira (PTCON0002), Rios Sabor e Mações (PTCON0021), Morais (PTCON0023), e Romeu (PTCON0043), e as Zonas de Proteção Especial (ZPEs), Rios Sabor e Mações (PTZPE0037) e Montesinho/Nogueira (PTCON0002), para além da área de Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo (Pereira *et al.*, 2012).

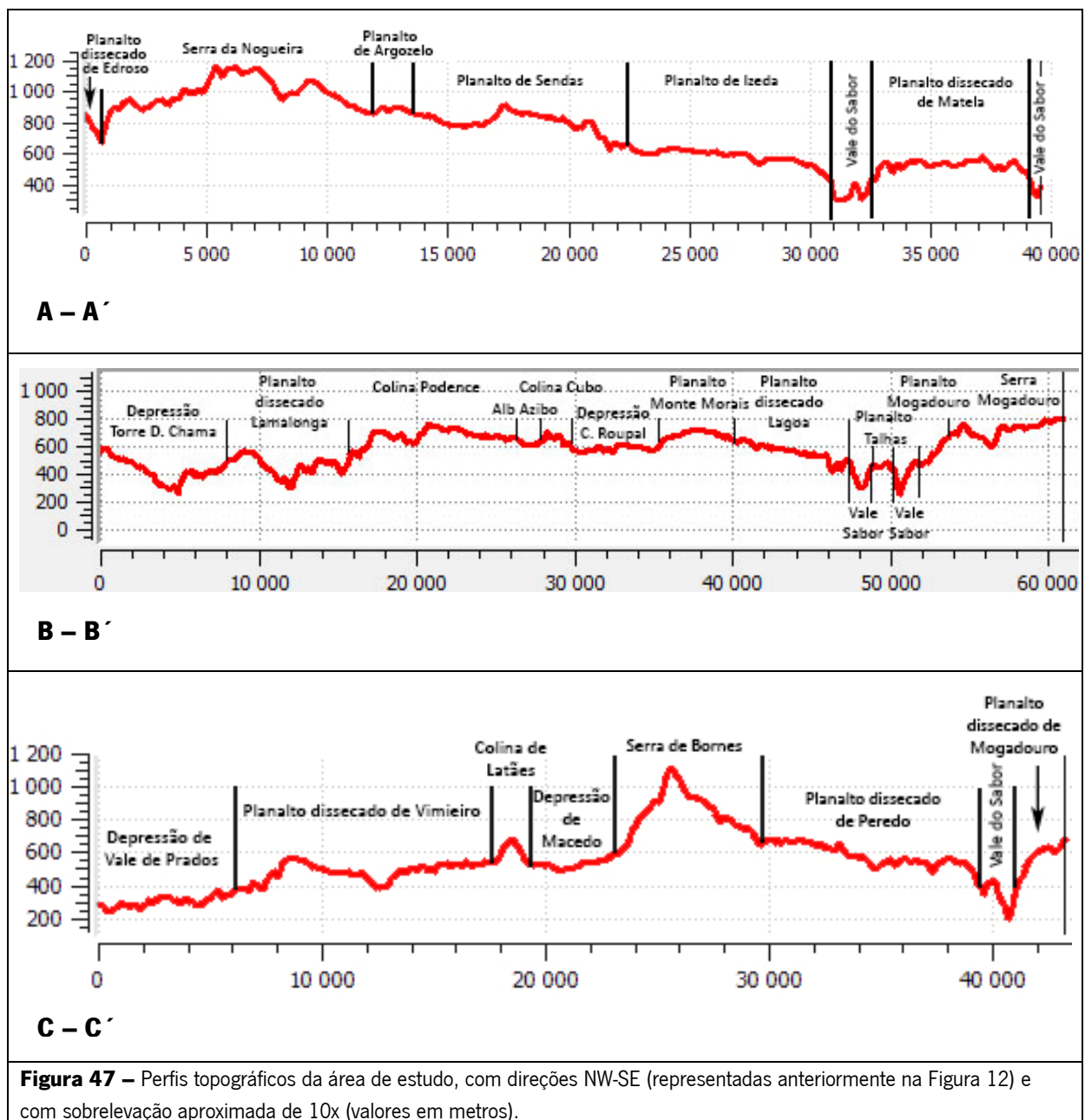
Relativamente à área de estudo, o vale encaixado do rio Sabor é a unidade geomorfológica do concelho com níveis de declividade mais elevados, sendo o seu valor máximo de 73 °. No que respeita à altimetria, este apresenta uma altitude mínima de 200 metros e máxima de 700 metros (Tabela 1; Figura 46).



- Albufeira do Azibo

A albufeira do Azibo corresponde ao plano de água da albufeira e margens, não constituindo propriamente uma unidade geomorfológica. A Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo fica situada na bordadura do Complexo Ofiolítico de Morais, mas o grande suporte geológico desta paisagem corresponde ao Complexo Alóctone Inferior (Pereira, s.d.).

Após a caracterização descritiva e numérica de cada unidade geomorfológica, foram elaborados três perfis topográficos abrangendo a área de estudo e cortando as diversas unidades, com o intuito de obter a visão generalizada da mesma (Figura 47).



3.3. Discussão de resultados

O mapa geológico simplificado apresentado anteriormente (Figura 7) foi elaborado com base na carta geológica à escala 1: 200 000 (Pereira, 2000). Com o intuito de simplificar a geologia da área de estudo, foram representadas apenas as unidades geológicas principais, ou seja, não foram incluídas no mapa pequenas manchas compreendidas nas anteriores, uma vez que se pretende a realização de um mapa que seja também acessível a um público não especialista, no âmbito do Geopark Terras de Cavaleiros.

O mapa da rede hidrográfica e sub-bacias (Figura 8) foi elaborado fundamentalmente com base em informações disponíveis no SNIRH. Para a representação das sub-bacias foi necessário adaptar a informação existente ao contexto deste trabalho, ou seja, contemplando especificamente os critérios geomorfológicos. Destaca-se o facto de parte da área de estudo, nomeadamente a depressão de Macedo, drenar no sentido Tua-Tuela, a oeste, pela ribeira de Macedo e ribeira de Carvalhais. A leste, a drenagem ocorre no sentido da sub-bacia do Sabor.

De acordo com o mapa geomorfológico (Figura 9) elaborado neste trabalho, é possível verificar que a área de estudo é principalmente influenciada pelo acidente tectónico Bragança-Vilariça-Manteigas. Este acidente tectónico consta de várias falhas com orientação próxima de NNE-SSW. O acidente tectónico condiciona fortemente a zona da albufeira do Azibo e propicia o soerguimento de blocos, como é o caso dos push-ups da Nogueira e Bornes, e o abatimento de outros, dando origem a depressões como a depressão de Macedo e depressão de Castro-Roupal. O ramo principal deste acidente tectónico passa a leste de Macedo de Cavaleiros onde dá origem à escarpa da serra de Bornes. A área de estudo é também influenciada pela falha de Morais, a qual conduz ao abatimento do seu bloco sul, nomeadamente no setor entre Talhas e Lagoa.

Após a análise dos dados estatísticos obtidos para cada unidade geomorfológica, é possível identificar-se um padrão semelhante entre as diversas unidades. Para as três unidades geomorfológicas designadas por **serras** destaca-se o facto terem altitudes superiores a 990 metros e grande amplitude entre as altitudes mínima e máxima (700 a 800m). São predominantes os declives entre 10 e 20 graus seguidos dos intervalos entre 20-30 graus, que apresentam também uma expressão relevante. Os intervalos de declive entre 0-10 graus têm pouca expressão nas áreas consideradas. A serra de Mogadouro (Figura 15) afasta-se ligeiramente do padrão uma vez que apenas uma parte da sua área total está incluída na área de estudo.

Relativamente às unidades geomorfológicas designadas por **colinas** é possível verificar que têm altitudes entre 770 e 890 metros e que os intervalos de declive com maior representatividade são entre 10-20 graus, com uma expressão na área próxima dos 50%. Os restantes intervalos de declive assumem baixa representatividade. No caso da colina de Podence (Figura 18), a distribuição é mais homogénea, situação que advém do facto de a área definida possuir uma zona com cristas no seu setor mais oeste, e uma zona planáltica no setor este, o que pressupõe uma futura redefinição da unidade em causa em duas distintas, nomeadamente, uma colina e um planalto.

As unidades geomorfológicas designadas por **planaltos dissecados** caracterizam-se por uma significativa amplitude de altitudes, entre cerca de 400 e 600 metros de diferença entre a altitude mínima e a altitude máxima. Os valores máximos de altitude variam entre 642 e 900 metros. Os intervalos de declive com maior representatividade estão entre 10-20 graus. Em contraste com o que se verifica no caso das serras, nos planaltos dissecados têm maior expressão os intervalos de declive inferiores aos anteriormente referidos, ou seja, entre 0-10 graus. É importante salientar que, com base nos dados obtidos, unidades geomorfológicas inicialmente consideradas como planalto, passaram a assumir a designação de planalto dissecado, como são o caso dos planaltos dissecados de Lagoa (Figura 23), Paredes (Figura 26), Castanheira (Figura 27) e Mogadouro (Figura 28). De notar ainda que, a unidade geomorfológica planalto dissecado de Edroso (Figura 30) apresenta um padrão distinto uma vez que a análise estatística foi aplicada a uma área muito pequena, não sendo, deste modo, considerada para o efeito deste estudo.

No que respeita às unidades geomorfológicas designadas por **planaltos** observam-se amplitudes entre altitude mínima e máxima, inferiores ou próximas de 400 metros e altitudes máximas entre 550 e 920 metros. Os intervalos de declive com maior representatividade estão entre 5-10 graus, seguidos dos intervalos entre 2-5 e 10-20 graus com menor expressão mas distribuições semelhantes. Em comparação com as serras e os planaltos dissecados, os planaltos apresentam, de um modo geral, declives menos acentuados. É de notar que, as unidades geomorfológicas planalto de Samil (Figura 37) e Algosó (Figura 38) se afastam deste padrão uma vez que a análise estatística foi aplicada a uma área muito pequena, não sendo, deste modo, consideradas para o efeito deste estudo.

Segundo os dados obtidos, para o caso das **depressões**, verifica-se uma heterogeneidade nos padrões de distribuição de altitudes e declives. O aspeto mais diferenciador desta unidade é observado pelo aspeto deprimido ou em bacia relativamente às unidades envolventes. Em geral, a diferença entre altitudes mínima e máxima situa-se entre 200 e 400 metros.

A unidade com valores de declividade mais acentuados é a depressão da Vilaríça (Figura 44), com intervalos de declives entre 10-20 e 20-30 graus com expressão na área próxima dos 40%. Estes valores de declividade derivam fundamentalmente da dissecação proveniente do rio Sabor e seus afluentes. Por outro lado, as depressões de Macedo (Figura 42) e de Castro Roupal (Figura 45) assumem valores de declive menos pronunciados, sendo os intervalos de maior representatividade, entre 5-10 graus, o que indica uma menor dissecação da área. Estas unidades geomorfológicas apresentam uma distribuição de intervalos de declive que se assemelha à dos planaltos e planaltos dissecados, diferenciando-se destas pelos seus valores altimétricos mais baixos. Através da observação dos perfis topográficos, é possível verificar que estas possuem altitudes mais baixas que as unidades envolventes, constituindo assim, zonas deprimidas em relação às anteriores.

Para a unidade geomorfológica **Vale encaixado do rio Sabor** (Figura 46) é possível verificar que os intervalos de declive com maior representatividade assumem valores elevados, com o seu pico entre 20-30 graus, seguido dos intervalos entre 30-45 graus. Em contraste, os valores de declive entre 0 e 10 graus têm pouca expressão na área. Isto deve-se ao facto de o vale do rio Sabor apresentar um encaixe muito pronunciado.

Capítulo 4 - Considerações Finais

O presente trabalho foi desenvolvido com recurso a uma multiplicidade de técnicas de geoprocessamento por meio dos *SIG*, utilizando para o efeito o programa *Quantum Gis* 1.8, com a recente atualização para a versão 2.2.

A elaboração da base cartográfica com informações hipsométricas, altimétricas, topográficas e geológicas, foi imprescindível para a realização deste trabalho. A etapa de pesquisa bibliográfica, com análise de diversos estudos realizados no âmbito da geomorfologia, particularmente os trabalhos de Ross (1992) e Pereira *et al.* (2013) foram também elementos cruciais para a concretização do mesmo.

Os resultados obtidos revelam que a notável geodiversidade observada na área do Geopark Terras de Cavaleiros é também devida à considerável diversidade geomorfológica. Neste sentido, a metodologia adotada neste trabalho, baseada fundamentalmente nos trabalhos anteriormente mencionados, permitiu identificar e cartografar na área de estudo 34 unidades geomorfológicas de 4º nível taxonómico. O cálculo estatístico aplicado possibilitou a determinação de um padrão, que permitiu agrupar cada uma das unidades geomorfológicas em diferentes topónimos, nomeadamente, serras, encostas, colinas, planaltos dissecados, planaltos e depressões, de acordo com as características (altitude e declive) de cada uma.

Para além da elaboração do mapa de unidades geomorfológicas, foi ainda elaborado um mapa geomorfológico, no qual foram cartografados os principais acidentes tectónicos, relevos residuais, superfícies aplanadas e vertentes, um mapa da rede hidrográfica e das principais sub-bacias e um mapa geológico simplificado. A fim de complementar a referida informação, foram incluídas nos mapas informações básicas, tais como, as principais localidades da área de estudo e as principais estradas.

Deste modo, todos os materiais produzidos poderão constituir uma ferramenta de gestão do Geopark Terras de Cavaleiros, bem como um instrumento de valorização e divulgação científica e turística, dada a sua recente implementação.

No decurso da realização do presente trabalho, foram sendo reconhecidas determinadas dificuldades, particularmente na elaboração do mapa de unidades geomorfológicas, devido em alguns casos, à complexidade associada ao uso dos *SIG*, mas também ao facto de os materiais existentes ao nível da cartografia geomorfológica serem ainda escassos. Todavia, toda a informação contida neste estudo poderá ser utilizada em novas abordagens no sentido de potenciar a sua aplicação.

Do ponto de vista pessoal, considero que a realização deste trabalho foi especialmente enriquecedor, na medida em que contribuiu para a aquisição e desenvolvimento de uma aprendizagem técnica não muito usual, a qual poderá ser uma mais-valia em projetos futuros.

Com tudo isto, e face às dificuldades expostas, considera-se que os objetivos inicialmente apresentados foram alcançados, e espera-se que os materiais produzidos sejam especialmente vantajosos ao Geopark Terras de Cavaleiros.

Referências Bibliográficas

Anderson, M., & Burt, T. (1990). Methods of geomorphological investigation. *In*: A. Goudie, & Contributors (Edits.), Geomorphological Techniques. Edited for the British Geomorphological Research Group. Second ed.,Routledge. pp. 3-16

Brilha, J. (2005). Património Geológico e Geoconservação. A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Palimage Editora. Viseu.190p.

Cabral, J. (1995). Neotectónica em Portugal Continental. Memórias do Instituto Geológico e Mineiro. 31,265 p.

Cabral, J., Rebelo, J., & Ribeiro, A. (1985). Neotectónica de Trás-os-Montes Oriental. Com.1ºCongresso Nacional de Geologia, Aveiro. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, XXIV, Lisboa. pp. 193-197.

Farr, T. (2011). Remote Sensing in Geomorphology. *In*: K. Gregory, & A. Goudie, The SAGE Handbook of Geomorphology, SAGE. pp. 210-226.

Geoparque Terras de Cavaleiros. (sem data). Disponível em: http://www.cmmacedodecavaleiros.pt/PageGen.aspx?WMCM_PaginaId=44337. Acedido em 29 de Outubro de 2013.

Gonçalves, B. (2013). Avaliação do valor turístico dos geossítios do Geoparque Terras de Cavaleiros. Tese de Mestrado. Universidade do Minho.Braga. 133pp.

Huggett, R. J. (2007). Fundamentals of Geomorphology. Second ed. Routledge Fundamentals of Physical Geography.

Kenneth, J. (2010). The Earth 's Land Surface. Part I - Visualizing the Land Surface. Chapter 2 - Study of the Land Surface. Sage Publications.

Macedo de Cavaleiros: Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo. (sem data). Disponível em: <http://www.azibo.org/rioazibo.html>. Acedido a 23 de Julho de 2013.

Noronha, F, Ferreira, N, & Marques de Sá, C. (2006). Rochas granitóides: Caracterização Petrológica e Geoquímica. *In*: Pereira, E. (coord). Notícia Explicativa da folha 2 da Carta Geológica de Portugal à escala 1/200 000. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa. 119 p.

Oguchi, T., & Wasklewicz, T. (2011). Geographic Information Systems in Geomorphology. *In*: K. Gregory, & A. Goudie, The SAGE Handbook of Geomorphology. SAGE. pp. 227-245.

Pais, J., Cunha, P., Pereira, D., Legoinha, P., Dias, R., Moura, D., Silveira, A., Kullberg, J. C & González-Delgado, J. A. (2012). The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal): A Cenozoic Record in the European Atlantic Domain. SpringerBriefs in Earth Sciences. 158 p. DOI: 10.1007/978-3-642-22401-0_1.

Pereira, D. I. (1997). Sedimentologia e Estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes oriental (NE Portugal). Dissertação de Doutoramento. Universidade do Minho, Braga.

Pereira, D. I. (2003). Depósitos terciários de Macedo de Cavaleiros: enquadramento morfotectónico e evolução paleoambiental. n.º esp V, CD-ROM, p.C57-C60. Ciências da Terra (UNL), Lisboa.

Pereira, D. I. (2004). Dos aspectos gerais a algumas particularidades da Geomorfologia do Nordeste Transmontano e do Alto Douro. "Geomorfologia do Nordeste da Península Ibérica", Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.

Pereira, D. I. (2006a). Geomorfologia. *In*: Pereira, E. (coord). Carta Geológica de Portugal à escala 1/200000. Notícia Explicativa da Folha 2. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, 119 p.

Pereira, D. I. (2006b). Depósitos sedimentares cenozóicos. *In*: Pereira, E. (coord). Carta Geológica de Portugal à escala 1/200000. Notícia Explicativa da Folha 2. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, 119 p.

Pereira, D., & Azevêdo, T. (1995). Evolução Quaternária do Graben da Vilarica (Trás-os-Montes, NE Portugal). Caderno Lab. Geológico de Laxe. Vol.20, pp. 123-137.

Pereira, D., Brilha, J., & Pereira, P. (2012). Geohéritage of Terras de Cavaleiros Aspiring Geopark (NE Portugal): Inventory and Assessment. *In*: A. Sá, D. Rocha, A. Paz, & V. Correia (Edits.). Proceedings of the 11th European Geoparks Conference. AGA-Associação Geoparque Arouca, Arouca, Portugal. p. 319.

Pereira, D., Brilha, J., & Pereira, P. (2012). Inventariação, Caracterização e Avaliação do Património Geológico do concelho de Macedo de Cavaleiros. Relatório elaborado para a Câmara Municipal de Macedo de Cavaleiros no âmbito do projeto do “Geoparque Terras de Cavaleiros”, 129 p.

Pereira, D. I., Pereira, P., Brilha, J., Santos, L. (2013a). Geodiversity Assessment of Paraná State (Brazil): An Innovative Approach. Environmental Management (2013). 52:541–552 pp.

Pereira, D., Santos, L., Pereira, P., Silva, J., Henriques, R., (2013b). Geomorphological units of Mainland Portugal: definition and mapping. 8th International Conference on Geomorphology Abstracts Volume, Paris.

Pereira, E. (sem data). Breve História Geológica do NE de Trás-os-Montes (Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo e Maciço de Morais). URL: <http://www.azibo.org/geohistorappaa.pdf>.

Pereira, E (coord.). (1998). Folha 7D (Macedo de Cavaleiros) da Carta Geológica de Portugal à escala 1: 50 000. Instituto Geológico e Mineiro.

Pereira, E. (2000). Carta Geológica de Portugal à escala 1:200 000. Notícia Explicativa da Folha2. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa.

Pereira, E. (coord.). (2000). Folha 2 da Carta Geológica de Portugal à escala 1: 200.000. Instituto Geológico e Mineiro.

Pereira, E., & Ribeiro, A. (1992). III-Unidades Alóctones. *In*: E. Pereira. Notícia Explicativa da Folha 2 da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:200 000.. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

Pereira, E., Ribeiro, A., & Castro, P. (2000). Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000. Notícia explicativa da Folha 7-D (Macedo de Cavaleiros).Serv. Geol. de Portugal. 63 p.

Pereira, E., Ribeiro, A., Oliveira, D., Machado, M., Moreira, M., & Castro P. (2003). Unidade de Pombais: Ofiolito inferior do Maciço de Morais (NE de Trás-os-Montes Portugal). n.º esp.V, CD-ROM, B-76-B80. Ciências da Terra (UNL), Lisboa.

Ribeiro, A. (1997). Maciço de Morais. XIV Reunião de Geologia do Oeste Peninsular.1.º e 2.º dias: 16 e 17 de Setembro. Dep.de Geologia da Fac.de Ciências da Univ. de Lisboa.

Ribeiro, A. (2004). O Nordeste (Trás-os-Montes oriental). *In*: A. P. Geomorfólogos. O relevo de Portugal. Grandes Unidades Regionais (Vol. II). Coimbra: Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos.

Ribeiro, M. L. (1986). Geologia e Petrologia da região SW de Macedo de Cavaleiros (Trás-os-Montes oriental). Tese. Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa. 202 p.

Richards , K., & Clifford, N. J. (2011). The Nature of Explanation in Geomorphology. *In*: K. J. Gregory, & A. S. Goudie, The Sage Handobook of Geomorphology. Sage. pp. 36-58.

Ross, J. L. (1992). O Registo Cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da Taxonomia do Relevo. Revista do Departamento de Geografia, FFLCH-USP,n. 6. , São Paulo.

Senna-Martinez, J., Ventura, J., & Carvalho, H. (2005). A Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros): Um Sítio de Habitat do "Mundo Carrapatas" da Primeira Idade do Bronze em Trás-os-Montes Oriental. Cadernos Terras Quentes n.ºII, pp. 61-82.

Silveira, R. M. (2011). Aplicação de Técnicas Paramétricas para Mapeamento Geomorfológico. Relatório apresentado à Coordenadoria de Iniciação Científica e Integração Acadêmica da

Universidade Federal do Paraná por ocasião da conclusão das atividades de Iniciação Científica - Edital 2010-2011., Curitiba.

Smith, M., & Pain, C. (2011). Geomorphological Mapping. *In*: K. Gregory, & A. Goudie, The Sage Handbook of Geomorphology. Sage. pp. 142-153.

SNIRH - Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos. (sem data). Disponível em: <http://geo.snirh.pt/AtlasAgua>. Acedido em 14 de Dezembro de 2013.

Anexos

Anexo I - Legenda do extrato da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:200 000. Modificado de Pereira (2000). /n: Pereira et al., (2012).

COMPLEXOS DE UNIDADES ABLÓCTONES E PARAUTOCTONES

COMPLEXO ABLÓCTONE S. SUP. PRECAMBRIACO - PALEOZOICO INF.	MAIÓZOICAS	
	PROTEROZOICO - GIMBRIACO	Zonas e cores de diferentes, estabilizadas
	PRÉ-CAMBRIACO - PALEOZOICO INF.	Massas de Lago Rochas metamórficas com estruturas de foliação
		Grupos de Lago Orogénese indistinta

COMPLEXO OFIOLÍTICO - ABLÓCTONE INTERMÉDIO

COMPLEXO OFIOLÍTICO - ABLÓCTONE INTERMÉDIO PALEOZOICO	SILVICO - SILVÓNICO		Andaluzita estabilizada (*) Andaluzita e cordierite de "Ouro em Ouro" estabilizada em estruturas de foliação (P); Biotite (S);
			Complexo de rochas com gálio
			* "Folios" gálio * estabilizados; Cordierite máfica (**)
			Sequências ofiolíticas; peridotitas, essencialmente ofiolíticas e hercínicas com estruturas de proterozoico estabilizadas (*)

COMPLEXO ABLÓCTONE INFERIOR

COMPLEXO ABLÓCTONE INFERIOR PALEOZOICO	SILVICO	MAIÓZOICAS - MADRÊÇA	
		LINEAR DE FORMAS	
			Complexo de rochas de camadas, complexadas; rochas verde metavolcânicas básicas (P)
	SILVÓNICO	CARREAMENTO MENOR	
		LINEAR (CENTRAL) - TRANSMONTANA	
		FORMAÇÃO DE INCRUSTADO DE CANALIZADO Quartzitos, metagranitos e rochas verde com metamorfismo de metavolcânicas básicas (P); estruturas dobradas (S) e (L)	
SILVÓNICO		COMPLEXO SILVÓNICO - SILVÓNICO Rochas metamórficas (zona de máfca, cristais difíceis, com intercalações, de tipo para a base metavolcânicas (C), "tuchens" e tobas (L) metavolcânicas metamórficas (S) e (L) peridotitas e metabasitos (S) e (L) estruturas dobradas em metavolcânicas básicas (P); metavolcânicas básicas (S) e (L)	
		FORMAÇÃO RUIVO - BORDA INTERIOR Quartzitos e rochas com intercalações de quartzo (*) estruturas de metavolcânicas básicas (P); metavolcânicas básicas (S)	

COMP. PARAUTOCTONE

COMPLEXO PARAUTOCTONE PALEOZOICO	SILVÓNICO	CARREAMENTO MAIOR	
		FORMAÇÃO DE QUARTZITOS SUPERIORES Quartzitos máficos e quartzitos com intercalações de quartzo (*)	
	INFERIOR	FORMAÇÃO PELO - GRANADISA Rochas verdes com intercalações de rochas máficas, amplexadas e foliadas (*) abundância de peridotitas, peridotitas, gneissos e folias subâmbrosas	

DEPÓSITOS SEDIMENTARES CENOZOICOS

QUAT	HOLOCENO		Depósitos aluviais - aluviais
TERCIÁRIO	PLIOCENO SUPERIOR		Depósitos conglomeráticos de máfca predominantemente máfica esporádico-básica ultravolcânica, argila (S) - turquesa
	PLIOCENO INF. MIOCENO SUP.		Depósitos conglomeráticos com máfca argila - máfica, níveis arenosos e máfca heterolítica, arenite dominante na formação argila

GRANITÓIDES HERCÍNICOS BIOTÍTICOS COM PLAGIOCLASE CÁLCICA DIFERENCIADOS

SILVÓNICO - SILVÓNICO INF. A SUP. TRANSMONTANA		COMPLEXO GRANITÓIDES ASSOCIADO AS ZONAS DE DESAMBIAMENTO DE MIO - EOLIA, BORDA INTERNA LAGO - PROTEROZOICO, VITÓRIO - PARES
		Granitos e granitos porfiríticos de gálio máfca e gálio máfca, essencialmente biotíticos (Montalegre, Foz de Arouca, Foz de Arouca, Foz de Arouca)

GRANITÓIDES HERCÍNICOS DE DUAS MICAS

UNID. ABLÓCTONE - TECTÓNICO RELATIVAMENTE A D ₁		Granito de Pedra de Liza e Burgo Montalegre associada
		Massa de Foz de Arouca Granito de gálio máfca diferenciado; granito de gálio máfca, porfirítico, máfca máfca, essencialmente máfca (*)
		Granito de Foz de Arouca e do sistema - de Foz de Arouca - Foz de Arouca granito do sistema de duas micas, essencialmente máfca (*) granito de gálio máfca, porfirítico, máfca máfca, essencialmente máfca (*)
		Granito de gálio máfca e máfca máfca, de duas micas (Rupes, Torre de O. Chaves)
SILVÓNICO - TECTÓNICO RELATIVAMENTE A D ₂		Granito de gálio máfca de duas micas (Chaves, Serra de Calvosa, Lamego, Foz de Arouca e Casimiro)

FILÕES E MASSAS

	Quartzito
	Quartzito, rocha máfca máfca
	Peridotita
	Amphibolito
	Granito
	Amphibolito - Granito

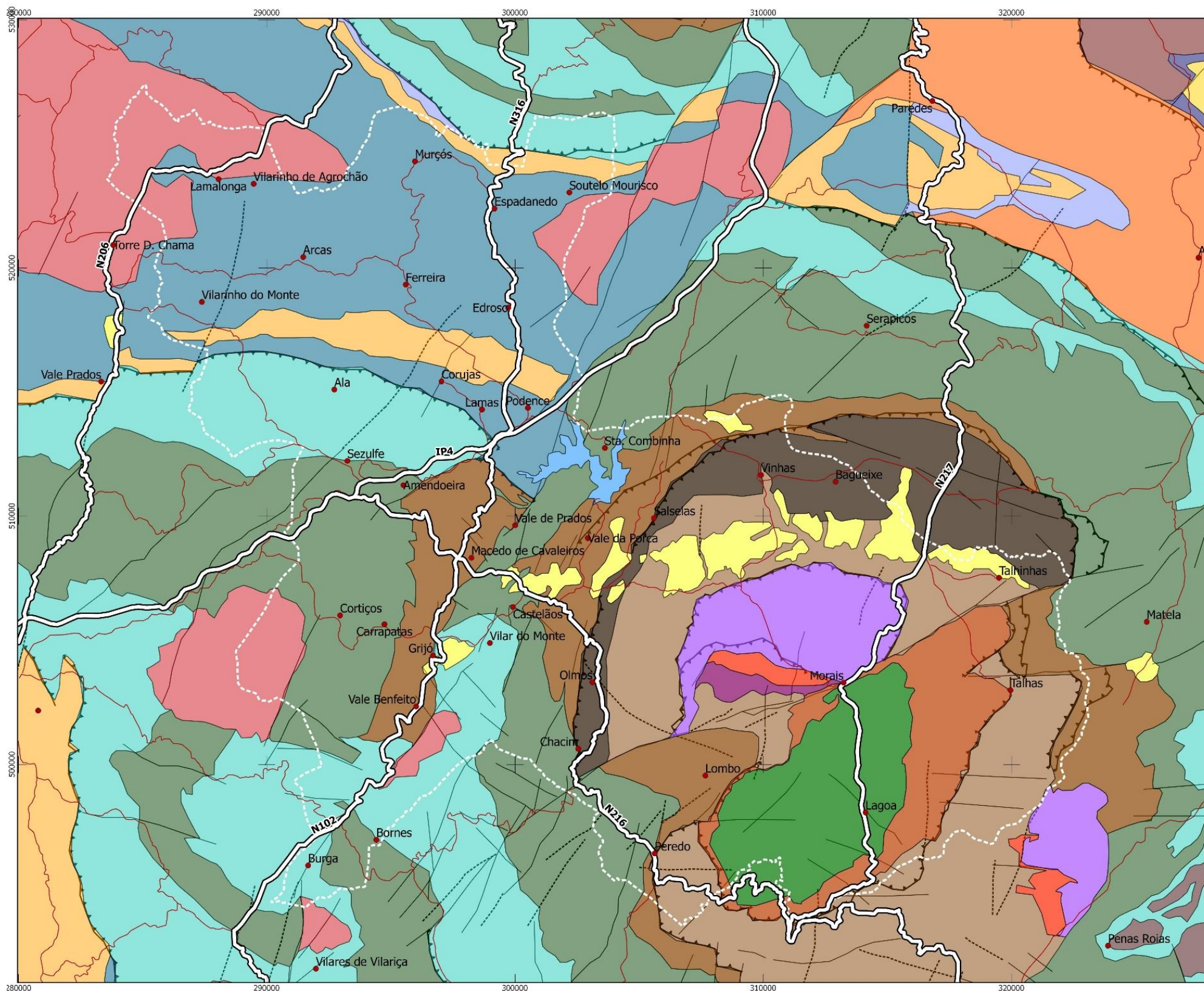
SINAIS CONVENCIONAIS

	Limite geológico
	Folha
	Folha irregular
	Desenvolvimento contínuo
	Desenvolvimento contínuo interrompido

OCCORRÊNCIAS MINERAIS

	W (em atividade)
	W (em máfca)
	Biotite
	Ag (em máfca), An (em máfca), An (em máfca)
	Ba (em máfca), Cr (em máfca), Fe (em máfca)
	GM (em máfca), W (em máfca), Fe (em máfca), Fe (em máfca)
	L (em máfca), Ta (em máfca), U (em máfca)
	P (em máfca), P (em máfca), Q (em máfca)

Anexo II – Mapa geológico simplificado

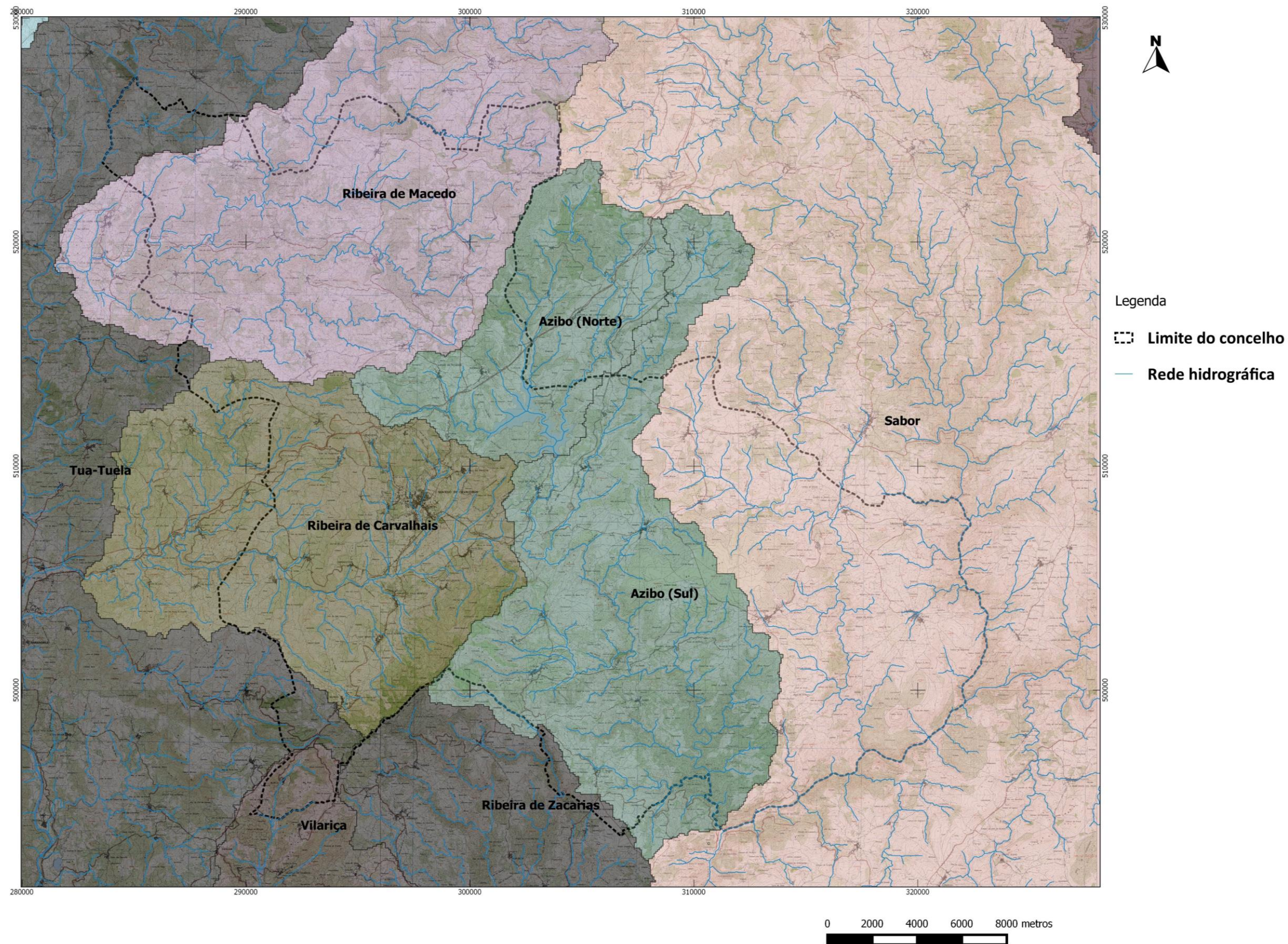


Legenda

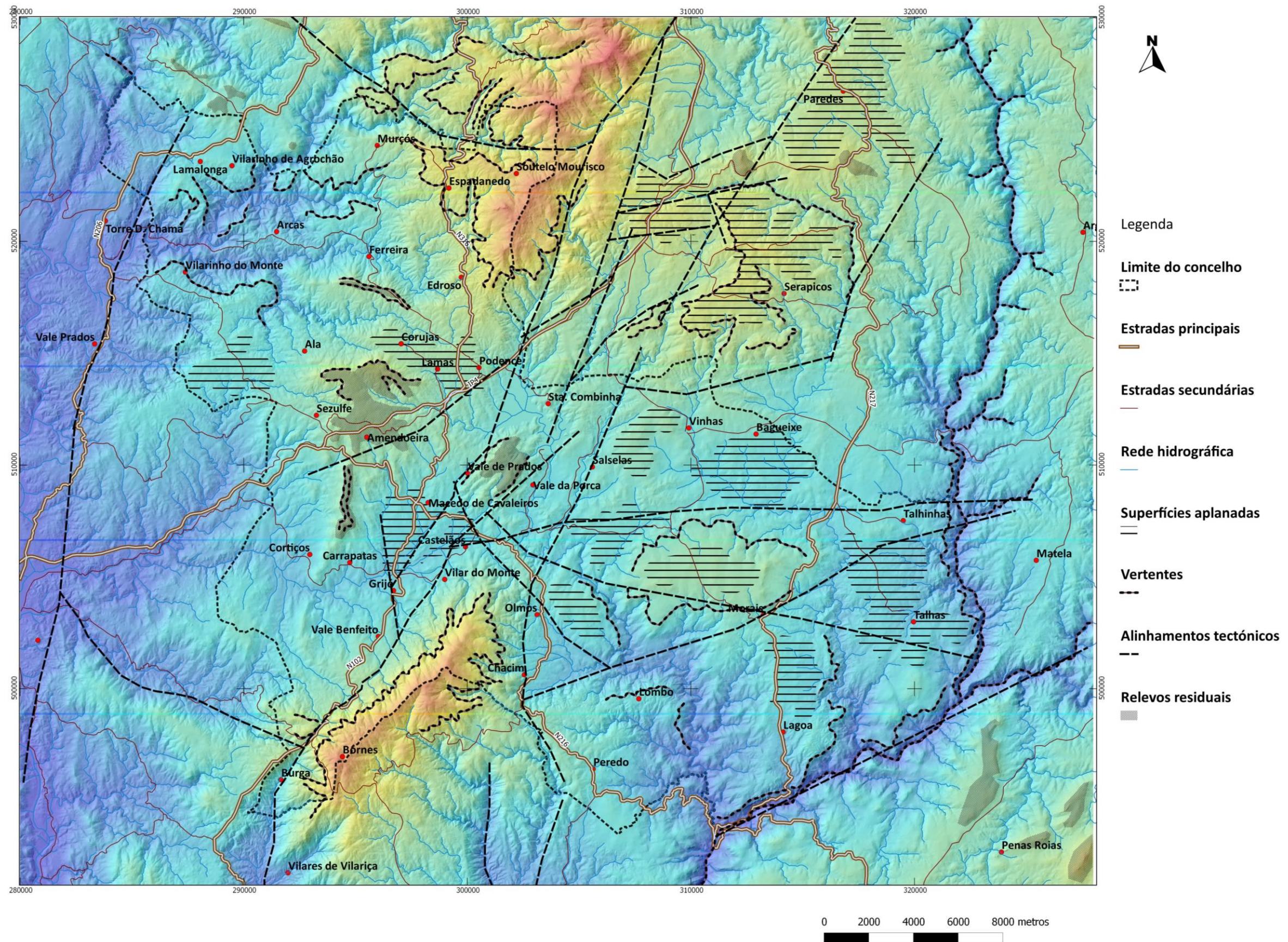
- Geologia
- Depósitos Quaternários
- Depósitos terciários
- Complexo Alóctone Superior
 - Micaxistos de Lagoa
 - Gnaisses de Lagoa
- Complexo Ofiolítico - Alóctone Intermediário
 - Anfibolitos retromorfizados
 - Anfibolitos
 - Complexo de diques em gabro
 - Flaser-gabros anfibolitizados
 - Serpentinitos xistificados
- Complexo Alóctone Inferior
 - Formação de Macedo de Cavaleiros
 - Complexo vulcano-silicioso
 - Formação filito-quartzítica
- Complexo Parautoctone
 - Formação de xistos e grauvaques culminantes
 - Formação de xistos superiores
 - Formação de quartzitos superiores
 - Formação pelito-grauváquica
- Complexo Autóctone
 - Formação de Gimonde
 - Formação supraquartzítica
 - Formação quartzítica
- Granitóides
- Albufeira do Azibo
- Limite do concelho
- Localidades
- Estradas principais
- Estradas secundárias
- Falhas prováveis
- Falhas
- Carreamentos



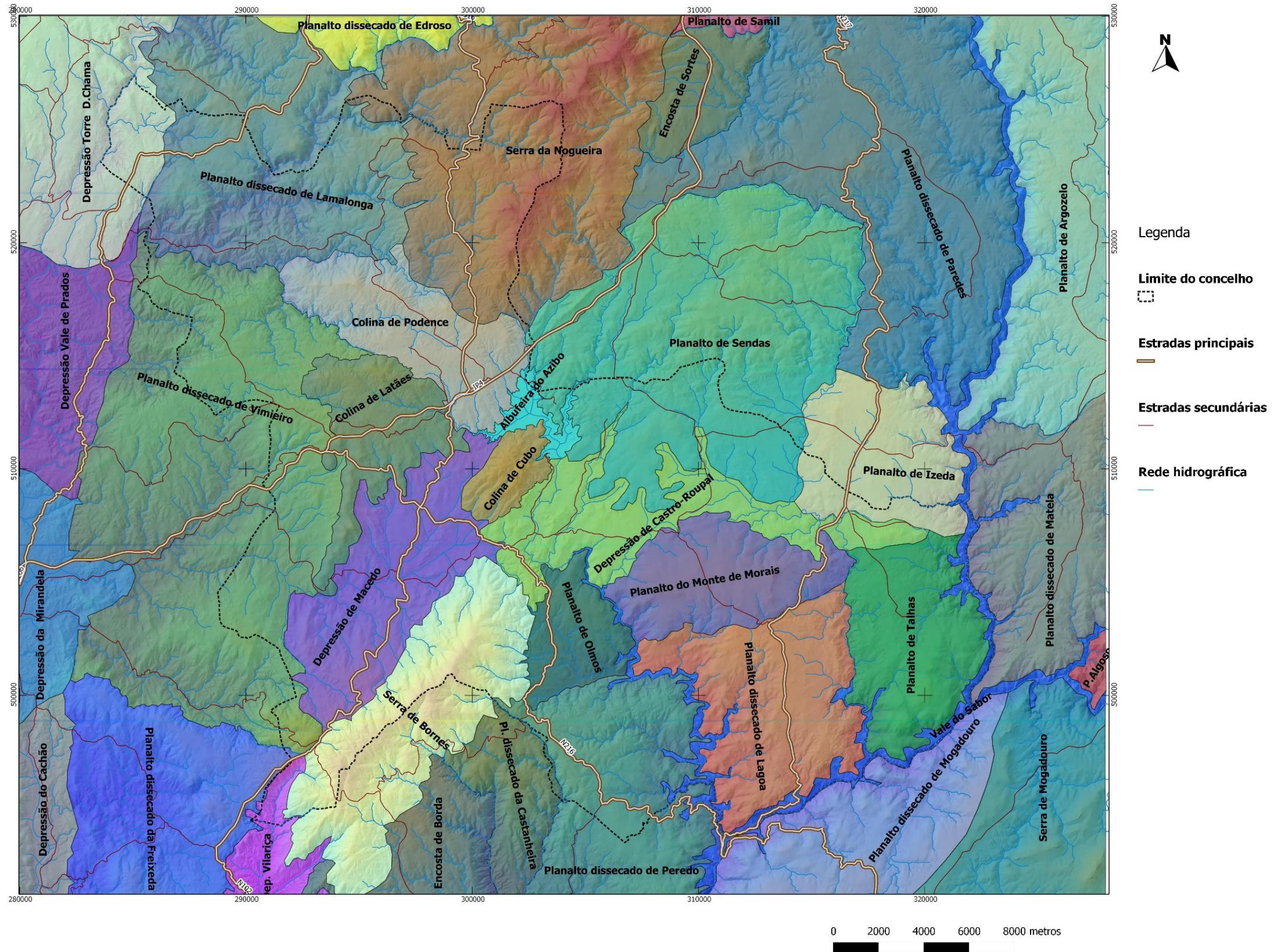
Anexo III – Mapa da rede hidrográfica e sub – bacias



Anexo IV – Mapa geomorfológico



Anexo V – Mapa de unidades geomorfológicas



Anexo VI – Tabelas de dados dos histogramas elaborados para cada unidade geomorfológica (valores de declives em graus).

Serra da Nogueira		
Declive	Nº Células	%
0-2	21609	1.6
2-5	72775	5.5
5-10	242369	18.2
10-20	601768	45.2
20-30	319221	24.0
30-45	73771	5.5
>45	1030	0.1
Total	1332543	

Serra de Bornes		
Declive	Nº Células	%
0-2	4665	0.7
2-5	17409	2.4
5-10	75309	10.6
10-20	352043	49.3
20-30	226176	31.7
30-45	37533	5.3
>45	325	0.0
Total	713460	

Serra de Mogadouro		
Declive	Nº Células	%
0-2	26686	4.3
2-5	94743	15.1
5-10	204942	32.7
10-20	241327	38.5
20-30	47705	7.6
30-45	10950	1.7
>45	836	0.1
Total	627189	

Encosta de Borda		
Declive	Nº Células	%
0-2	12088	3.8
2-5	33665	10.6
5-10	70185	22.2
10-20	115455	36.5
20-30	68272	21.6
30-45	16676	5.3
>45	247	0.1
Total	316588	

Encosta de Sortes		
Declive	Nº Células	%
0-2	13512	6.3
2-5	50874	23.8
5-10	71198	33.3
10-20	56131	26.3
20-30	18134	8.5
30-45	3920	1.8
>45	24	0.0
Total	213793	

Colina de Podence		
Declive	Nº Células	%
0-2	16482	3.9
2-5	80228	19.0
5-10	125124	29.7
10-20	144417	34.3
20-30	47980	11.4
30-45	7332	1.7
>45	34	0.0
Total	421597	

Colina de Latões		
Declive	Nº Células	%
0-2	9317	2.9
2-5	41162	12.7
5-10	101947	31.4
10-20	151158	46.5
20-30	20371	6.3
30-45	969	0.3
>45	1	0.0
Total	324925	

Colina de Cubo		
Declive	Nº Células	%
0-2	2570	2.5
2-5	7701	7.6
5-10	21112	20.9
10-20	56020	55.5
20-30	12942	12.8
30-45	513	0.5
>45	0	0.0
Total	100858	

Planalto dissecado de Lamalonga		
Declive	Nº Células	%
0-2	28357	2.7
2-5	98387	9.5
5-10	207628	20.0
10-20	373252	36.0
20-30	267953	25.8
30-45	61042	5.9
>45	972	0.1
Total	1037591	

Planalto dissecado de Vimieiro		
Declive	Nº Células	%
0-2	78205	4.1
2-5	303838	15.7
5-10	568317	29.5
10-20	734958	38.1
20-30	214402	11.1
30-45	29414	1.5
>45	265	0.0
Total	1929399	

Planalto dissecado de Lagoa		
Declive	Nº Células	%
0-2	27544	4.7
2-5	99406	17.1
5-10	137637	23.7
10-20	227106	39.1
20-30	79499	13.7
30-45	9021	1.6
>45	188	0.0
Total	580401	

Planalto dissecado de Peredo		
Declive	Nº Células	%
0-2	30351	4.2
2-5	98494	13.7
5-10	179011	24.8
10-20	286793	39.7
20-30	112141	15.5
30-45	14311	2.0
>45	428	0.1
Total	721529	

Planalto dissecado da Freixeda		
Declive	Nº Células	%
0-2	22535	2.9
2-5	84113	11.0
5-10	201532	26.4
10-20	337103	44.1
20-30	108332	14.2
30-45	10906	1.4
>45	152	0.0
Total	764673	

Planalto dissecado de Paredes		
Declive	Nº Células	%
0-2	92895	6.1
2-5	285270	18.9
5-10	428876	28.4
10-20	494479	32.7
20-30	175405	11.6
30-45	33982	2.2
>45	801	0.1
Total	1511708	

Planalto dissecado da Castanheira		
Declive	Nº Células	%
0-2	7177	2.9
2-5	16576	6.6
5-10	41645	16.7
10-20	98460	39.4
20-30	70879	28.3
30-45	14930	6.0
>45	438	0.2
Total	250105	

Planalto dissecado de Mogadouro		
Declive	Nº Células	%
0-2	20237	3.1
2-5	99535	15.1
5-10	179069	27.1
10-20	213361	32.3
20-30	107677	16.3
30-45	38073	5.8
>45	1960	0.3
Total	659912	

Planalto dissecado de Matela		
Declive	Nº Células	%
0-2	26637	4.4
2-5	97410	16.0
5-10	142991	23.5
10-20	211306	34.7
20-30	105558	17.3
30-45	24573	4.0
>45	792	0.1
Total	609267	

Planalto dissecado de Edroso		
Declive	Nº Células	%
0-2	2195	1.8
2-5	6255	5.1
5-10	17392	14.3
10-20	45212	37.2
20-30	36366	29.9
30-45	13907	11.4
>45	348	0.3
Total	121675	

Planalto de Sendas		
Declive	Nº Células	%
0-2	88117	6.1
2-5	338043	23.2
5-10	507469	34.9
10-20	435512	29.9
20-30	79045	5.4
30-45	7855	0.5
>45	90	0.0
Total	1456131	

Planalto de Talhas		
Declive	Nº Células	%
0-2	22283	4.9
2-5	113130	25.1
5-10	143409	31.8
10-20	125595	27.9
20-30	38475	8.5
30-45	7384	1.6
>45	87	0.0
Total	450363	

Planalto de Olmos		
Declive	Nº Células	%
0-2	11033	5.6
2-5	41825	21.1
5-10	77256	38.9
10-20	55632	28.0
20-30	10758	5.4
30-45	1852	0.9
>45	29	0.0
Total	198385	

Planalto de Argozelo		
Declive	Nº Células	%
0-2	50696	6.3
2-5	146084	18.2
5-10	223829	28.0
10-20	217218	27.1
20-30	115049	14.4
30-45	45580	5.7
>45	2120	0.3
Total	800576	

Planalto do Monte de Morais		
Declive	Nº Células	%
0-2	19127	5.0
2-5	115719	30.1
5-10	139308	36.3
10-20	94532	24.6
20-30	14187	3.7
30-45	1356	0.4
>45	34	0.0
Total	384263	

Planalto de Izeda		
Declive	Nº Células	%
0-2	37311	9.0
2-5	159458	38.7
5-10	123806	30.0
10-20	63062	15.3
20-30	21728	5.3
30-45	6865	1.7
>45	223	0.1
Total	412453	

Planalto de Samil		
Declive	Nº Células	%
0-2	1036	4.3
2-5	2121	8.9
5-10	4157	17.4
10-20	9248	38.6
20-30	6144	25.7
30-45	1239	5.2
>45	4	0.0
Total	23949	

Planalto de Algosó		
Declive	Nº Células	%
0-2	362	1.3
2-5	350	1.3
5-10	808	2.9
10-20	7424	26.8
20-30	12748	46.0
30-45	5454	19.7
>45	583	2.1
Total	27729	

Depressão de Torre de Dona Chama		
Declive	Nº Células	%
0-2	34701	5.5
2-5	121829	19.3
5-10	207399	32.9
10-20	183852	29.1
20-30	62660	9.9
30-45	19281	3.1
>45	1383	0.2
Total	631105	

Depressão de Vale de Prados		
Declive	Nº Células	%
0-2	36291	8.8
2-5	61134	14.8
5-10	105341	25.5
10-20	164534	39.9
20-30	40927	9.9
30-45	4265	1.0
>45	138	0.0
Total	412630	

Depressão de Mirandela		
Declive	Nº Células	%
0-2	39660	13.8
2-5	50871	17.8
5-10	75707	26.4
10-20	98063	34.2
20-30	20332	7.1
30-45	1943	0.7
>45	10	0.0
Total	286586	

Depressão de Macedo		
Declive	Nº Células	%
0-2	44507	7.9
2-5	157327	27.8
5-10	221672	39.1
10-20	134153	23.7
20-30	8658	1.5
30-45	423	0.1
>45	0	0.0
Total	566740	

Depressão do Cachão		
Declive	Nº Células	%
0-2	19483	9.2
2-5	30388	14.3
5-10	54527	25.7
10-20	84466	39.8
20-30	21596	10.2
30-45	1747	0.8
>45	12	0.0
Total	212219	

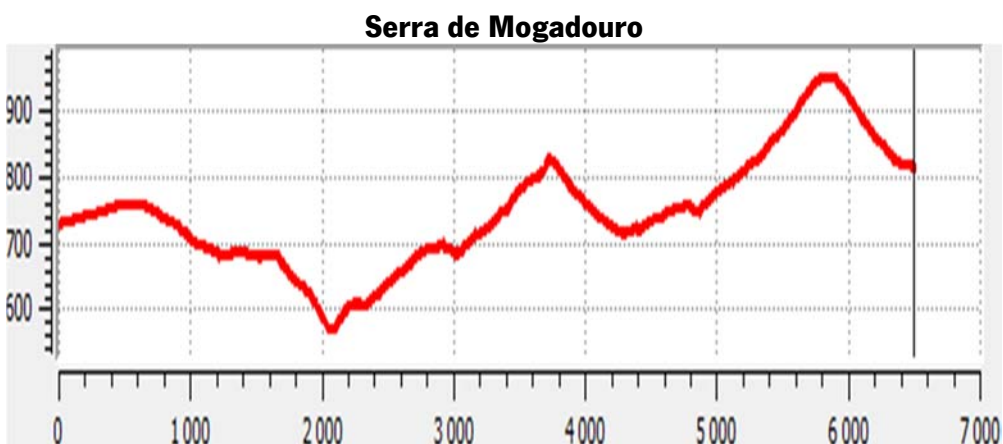
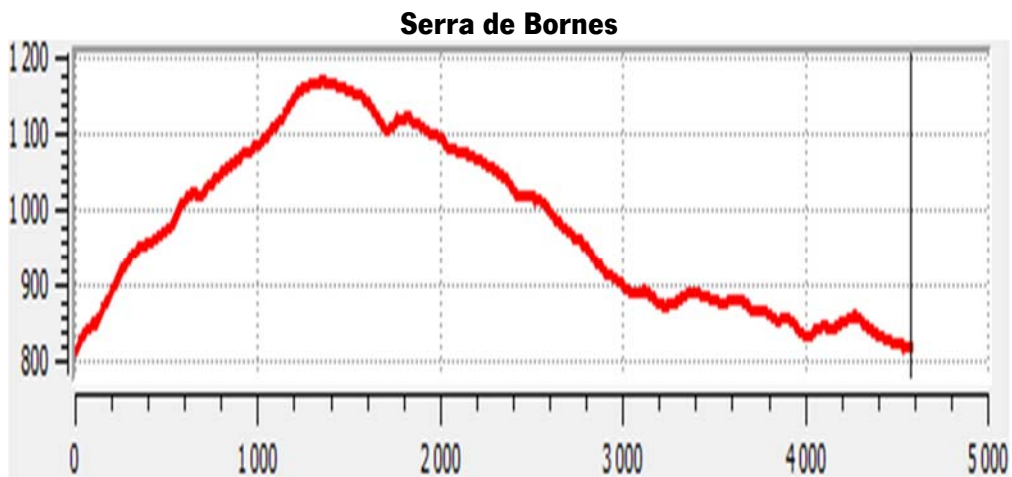
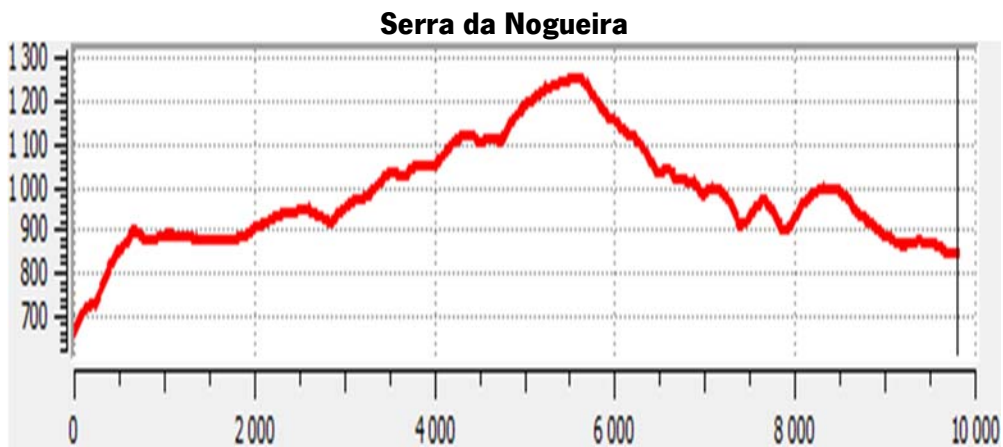
Depressão da Vilariaça		
Declive	Nº Células	%
0-2	3207	1.7
2-5	6835	3.7
5-10	19957	10.8
10-20	75718	40.9
20-30	66812	36.1
30-45	12391	6.7
>45	82	0.0
Total	185002	

Depressão de Castro Roupal		
Declive	Nº Células	%
0-2	64067	13.5
2-5	152208	32.0
5-10	158097	33.2
10-20	91206	19.2
20-30	9600	2.0
30-45	972	0.2
>45	7	0.0
Total	476157	

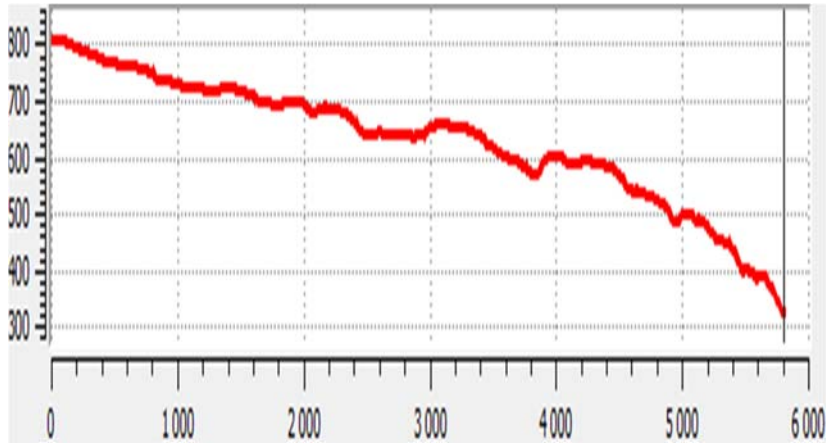
Vale encaixado do rio Sabor		
Declive	Nº Células	%
0-2	18364	5.0
2-5	9503	2.6
5-10	13258	3.6
10-20	67519	18.5
20-30	138628	38.1
30-45	106121	29.1
>45	10661	2.9
Total	364054	

Albufeira do Azibo		
Declive	Nº Células	%
0-2	52694	81.4
2-5	3565	5.5
5-10	2721	4.2
10-20	4106	6.3
20-30	1459	2.3
30-45	209	0.3
>45	0	0.0
Total	64754	

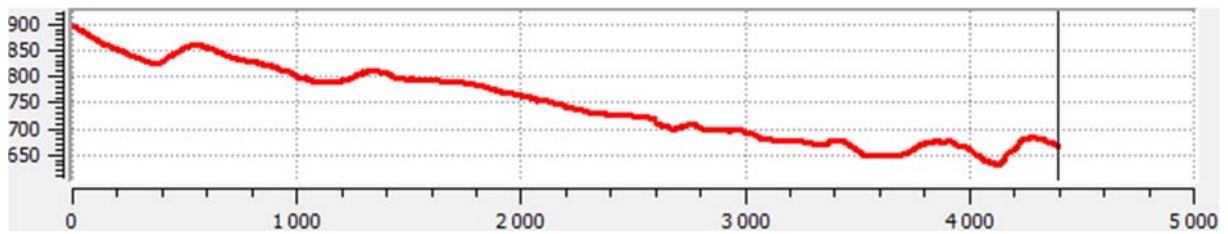
Anexo VII – Perfis topográficos elaborados para cada unidade geomorfológica, com sobrelevação aproximada de 5x (valores em metros).



Encosta de Borda

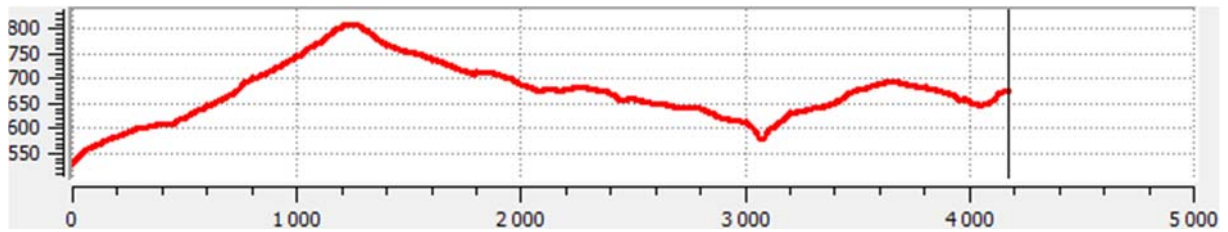


Encosta de Sortes

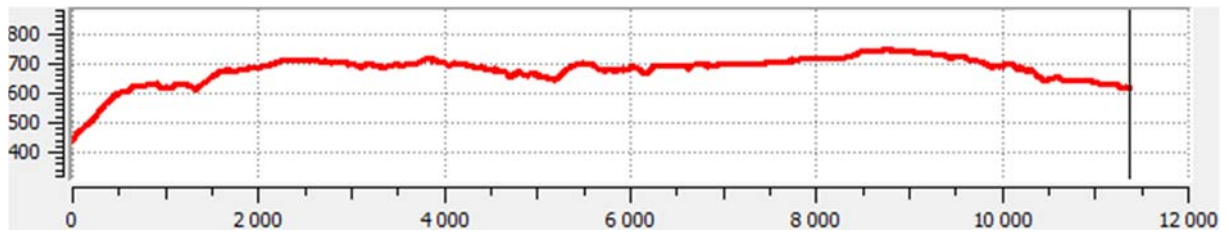


Colina de Podence

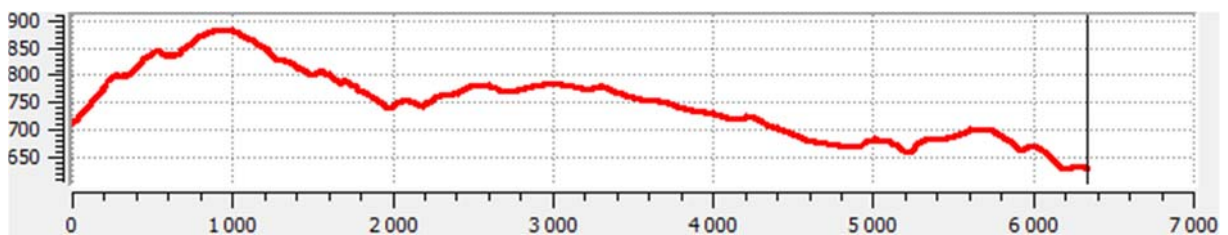
N - S



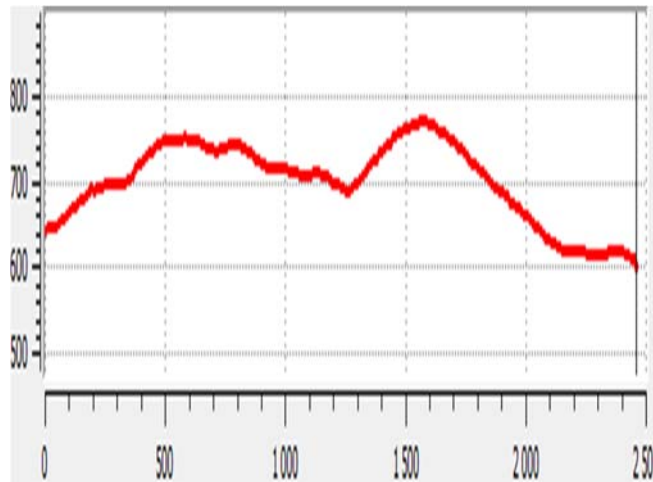
NW - SE



Colina de Latões

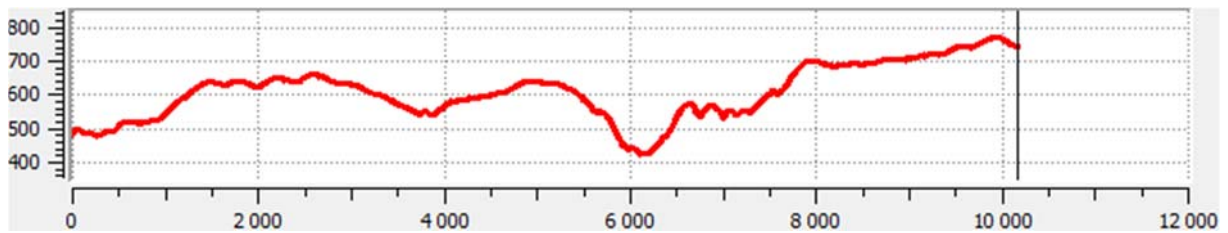


Colina de Cubo

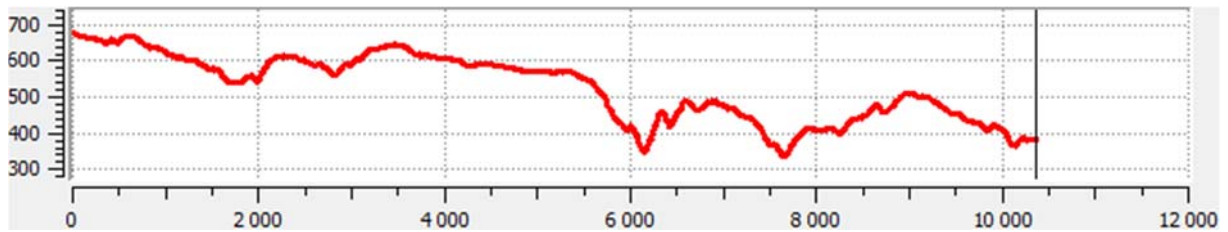


Planalto dissecado de Lamalonga

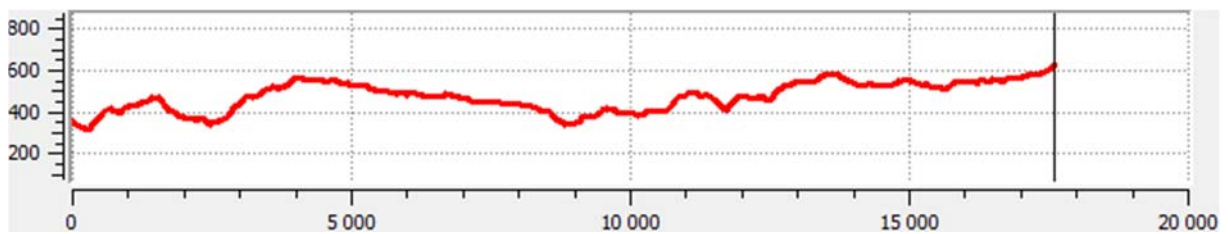
E - W



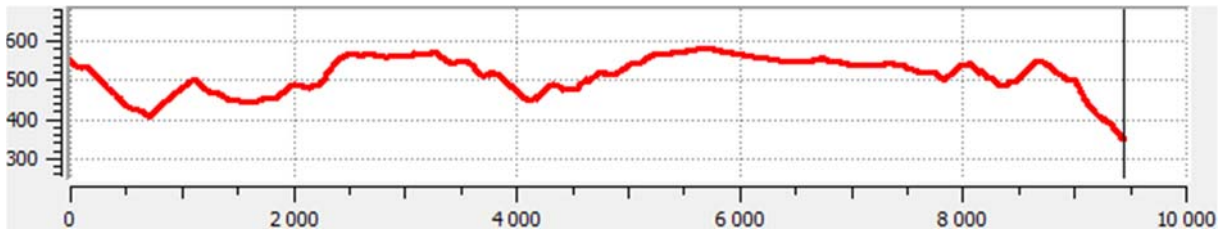
N - S



Planalto dissecado de Vimieiro

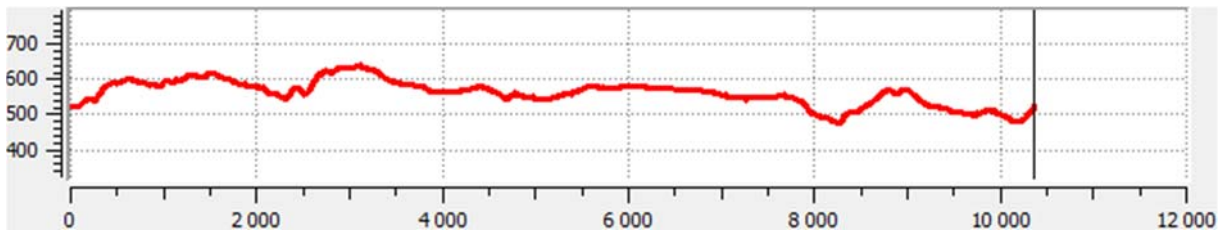


Planalto dissecado de Lagoa

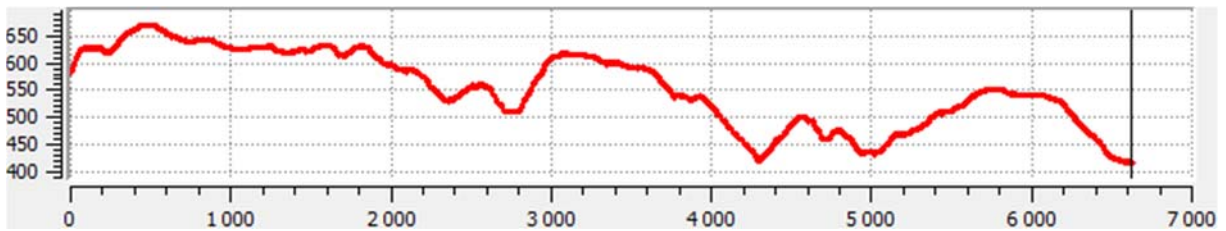


Planalto dissecado de Peredo

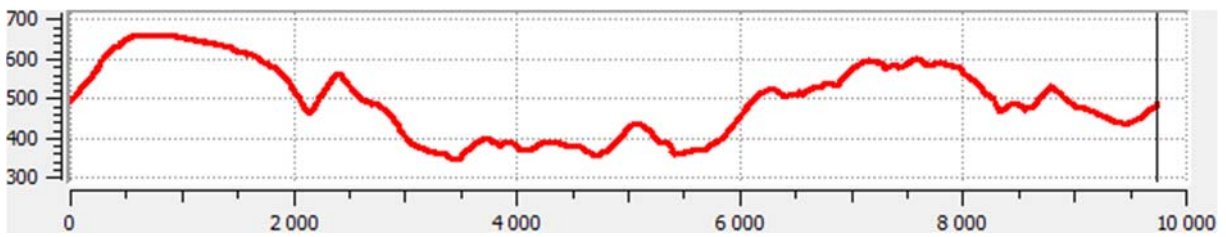
N - S



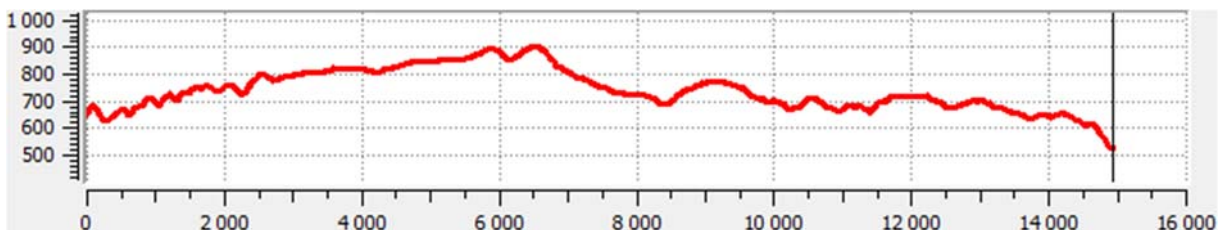
E - W



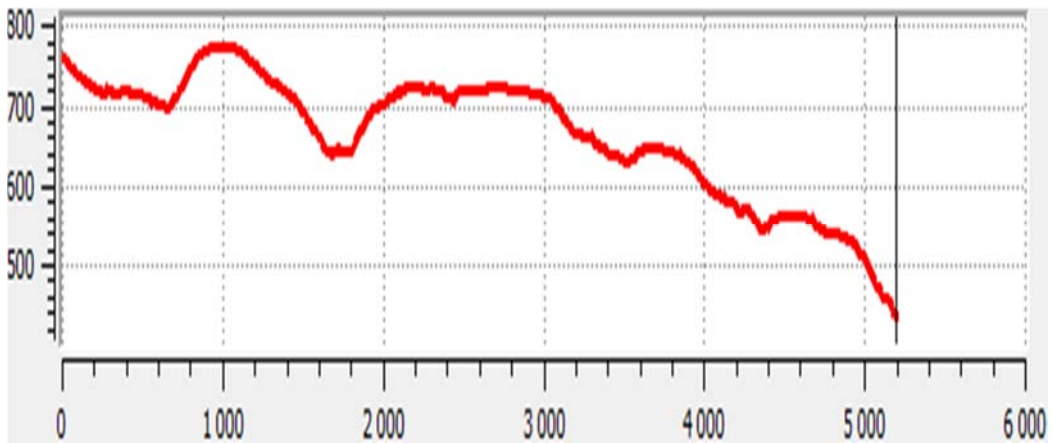
Planalto dissecado da Freixeda



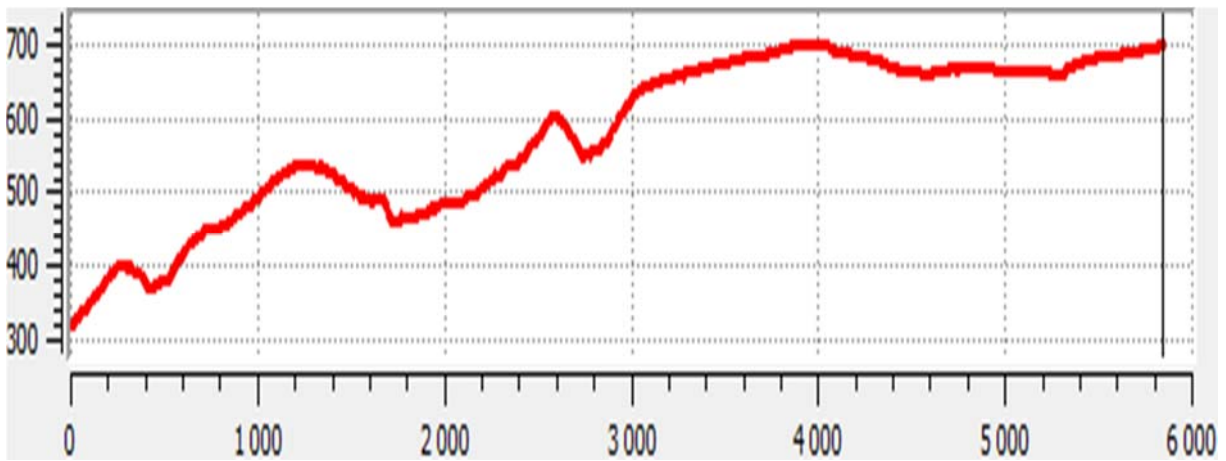
Planalto dissecado de Paredes



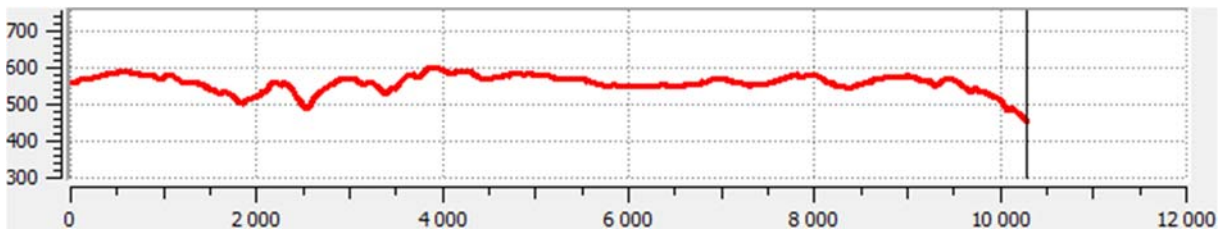
Planalto dissecado da Castanheira



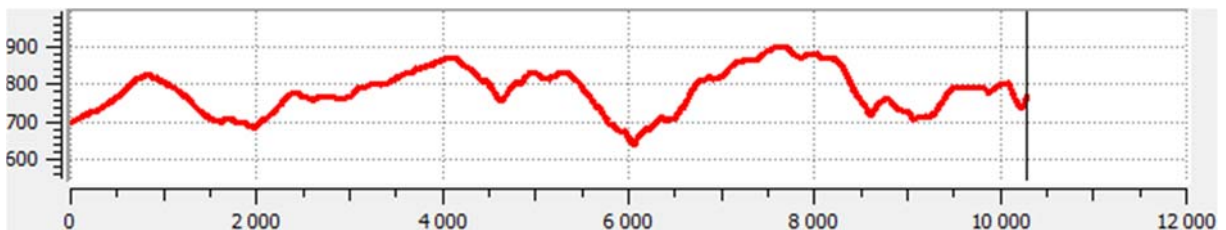
Planalto dissecado de Mogadouro



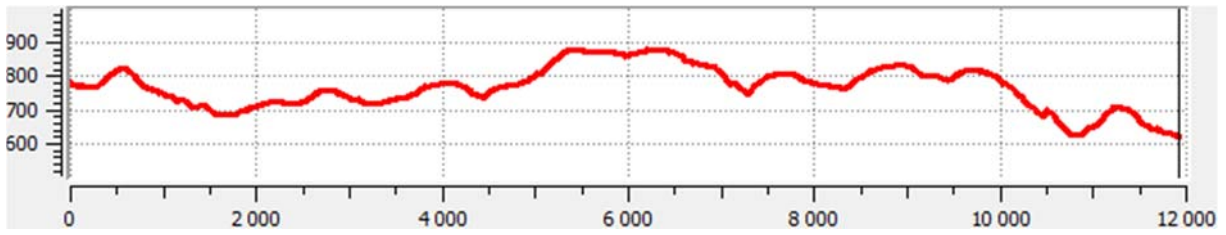
Planalto dissecado de Matela



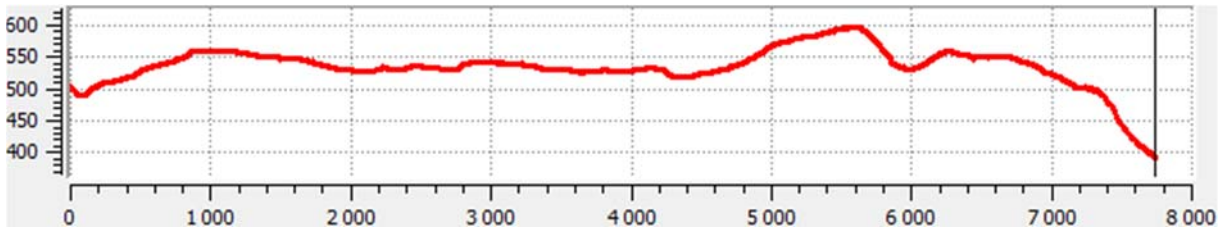
Planalto dissecado de Edroso



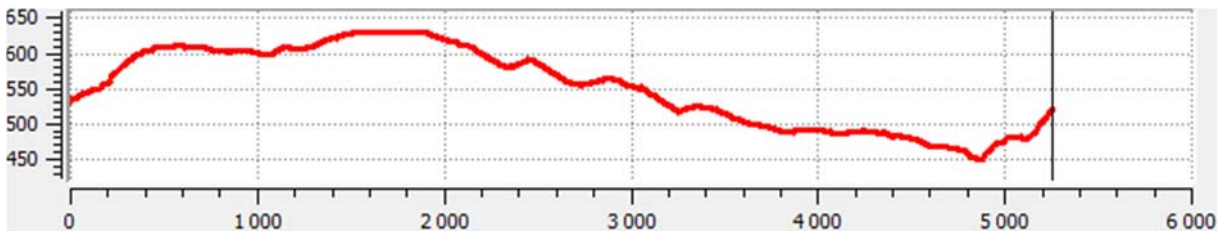
Planalto de Sendas



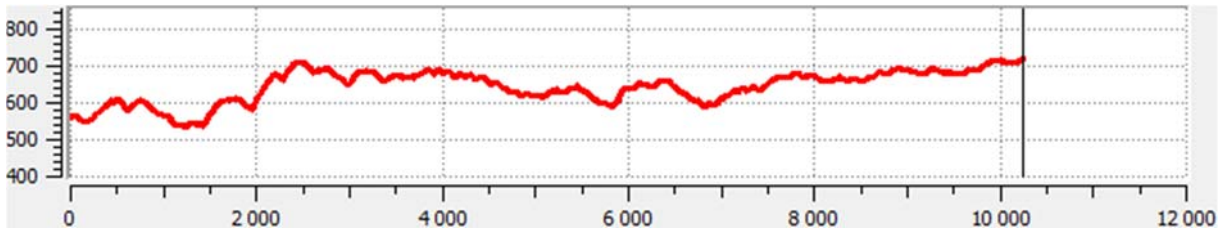
Planalto de Talhas



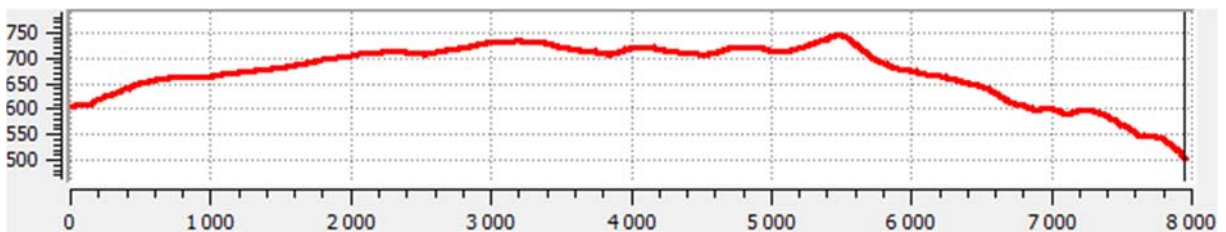
Planalto de Olmos



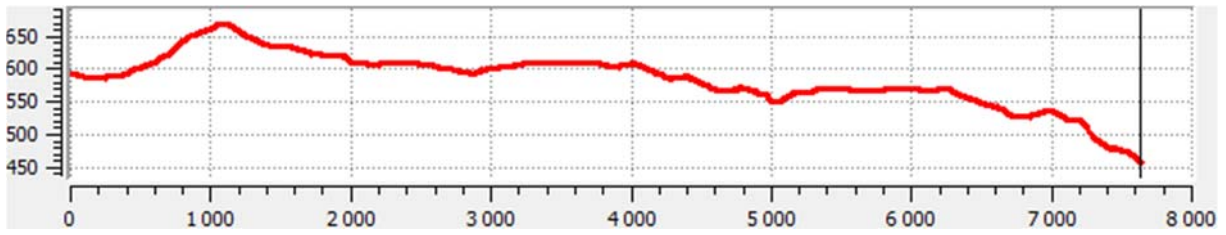
Planalto de Argozelo



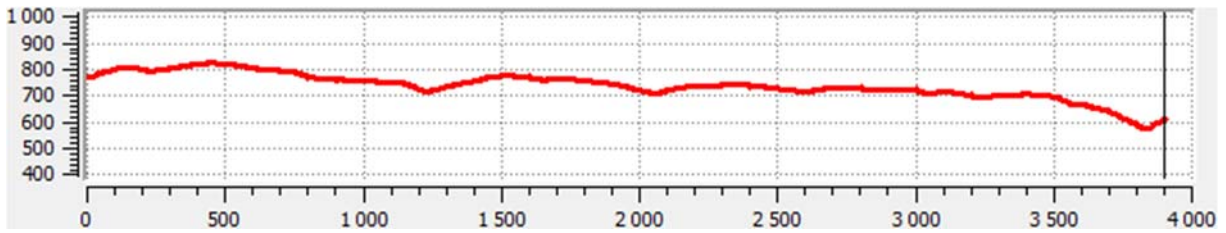
Planalto do Monte de Morais



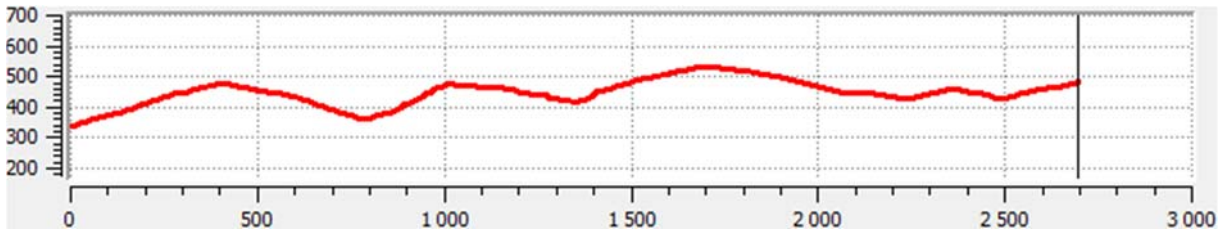
Planalto de Izeda



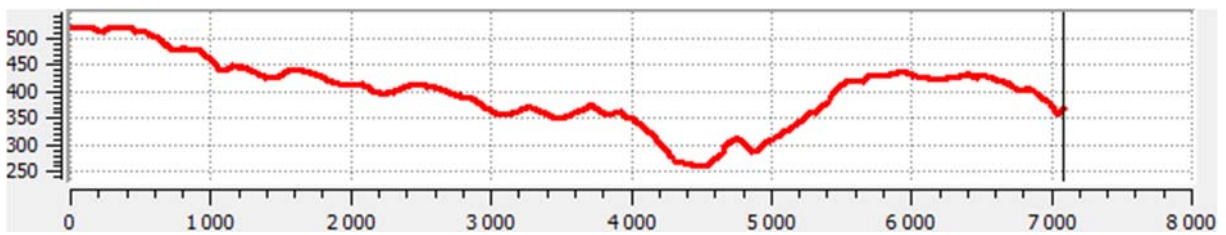
Planalto de Samil



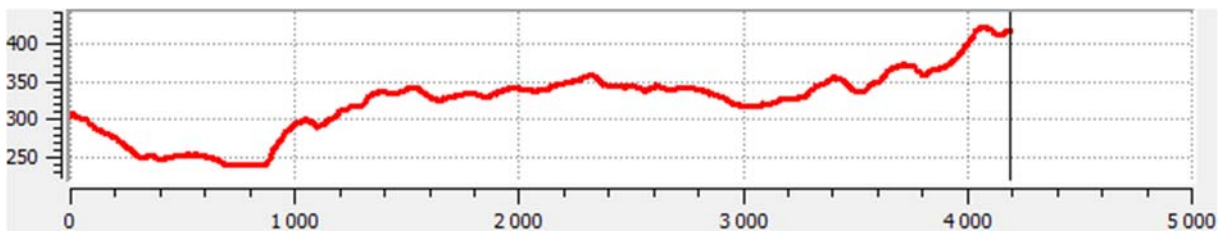
Planalto de Algoz



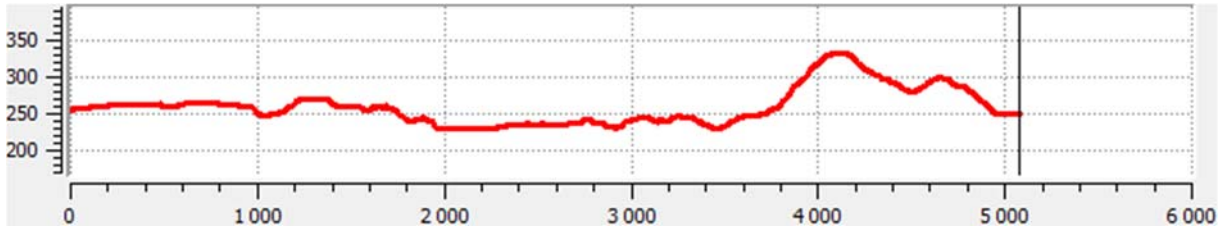
Depressão de Torre de Dona Chama



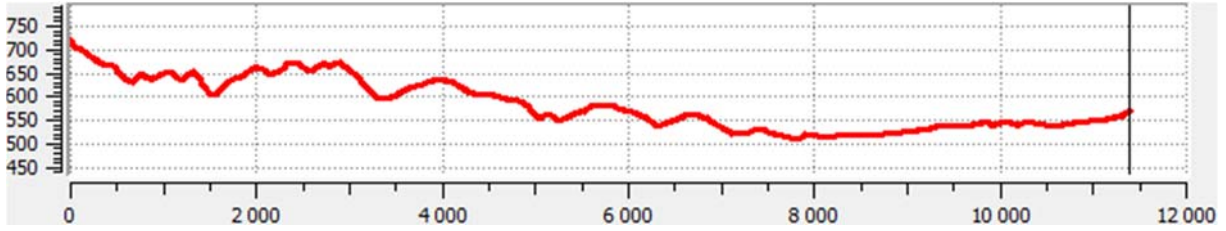
Depressão de Vale de Prados



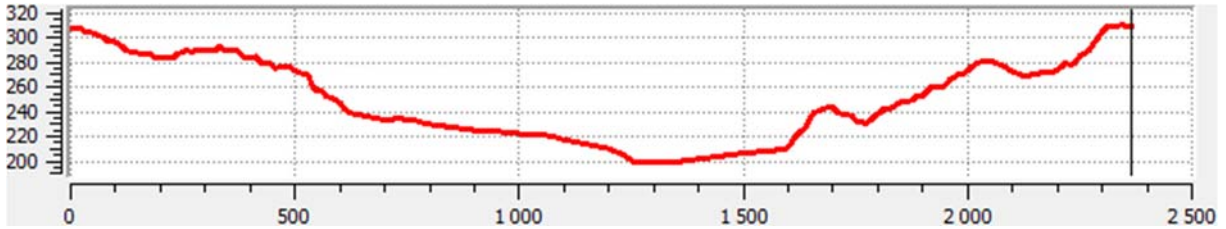
Depressão de Mirandela



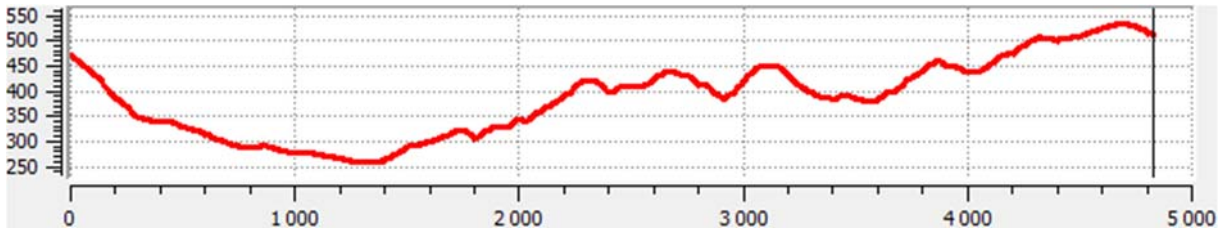
Depressão de Macedo



Depressão do Cachão

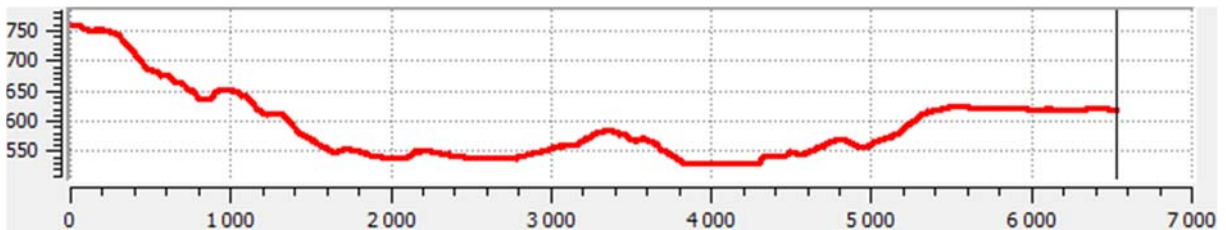


Depressão da Vilaria



Depressão de Castro Roupal

N - S



E - W

