



Avaliação do património geológico e económico do concelho de Bragança

Ana Carolina Clemente Pinto Santos
Gonçalves

Mestrado em Geomateriais e Recursos Geológicos

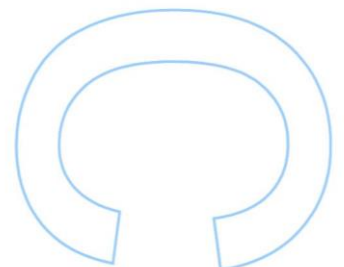
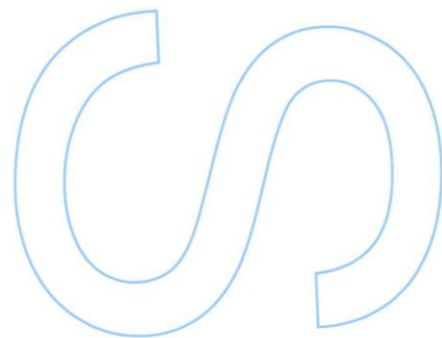
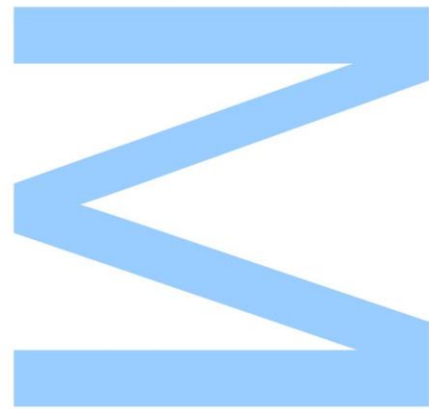
Departamento de Geociências Ambiente e Ordenamento do território
2021

Orientador

Iuliu Bobos Radu, Professor Associado com Agregação,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

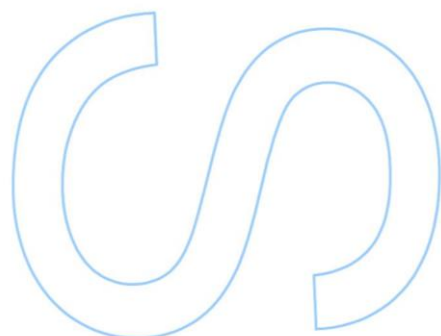
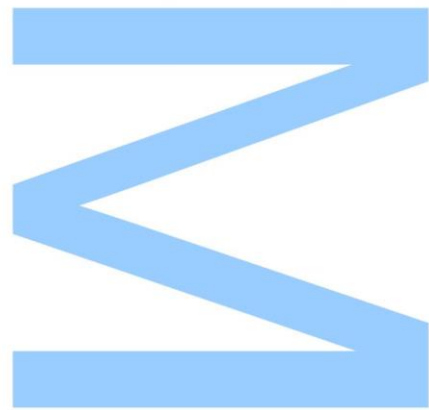
Carlos Meireles, Investigador Auxiliar,
Laboratório Nacional de Energia e Geologia





Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Uma etapa de vida terminada e, com ela, este trabalho, em que apenas resta agradecer o apoio e contributo de todos aqueles que fizeram, de alguma forma, parte deste percurso.

Ao Professor Iuliu Bobos Radu, orientador da dissertação, gostaria de agradecer todo o apoio não só durante este trabalho, mas também ao longo da licenciatura, terminada com um trabalho de estágio e ainda pela proposta de estágio/dissertação desafiador além de interessante. Ao Doutor Carlos Meireles, coorientador da dissertação, expresso o meu agradecimento por toda a partilha, não só do seu conhecimento do concelho de Bragança, mas também o seu conhecimento adquirido ao longo do seu percurso profissional. A ambos quero expressar uma enorme gratidão por terem feito parte do meu percurso e por todo o apoio e acompanhamento ao longo deste trabalho.

Um agradecimento à Câmara Municipal de Bragança, na pessoa do Presidente Dr. Hernâni Dias, e ao Engenheiro Víctor Padrão, por ter albergado o meu estágio/dissertação, a supervisão do mesmo e por todo o seu apoio.

Um agradecimento ao Engenheiro Paulo Pita e à Engenheira Ana Costa da Direção Geral de Energia e Geologia pela informação disponibilizada para a realização do levantamento das minas e pedreiras e o seu estado no concelho.

A todas as empresas concessionárias de pedreiras e minas da região, gostaria de deixar o meu sincero agradecimento pela disponibilização de informação para a elaboração do levantamento de recursos geológicos do concelho e visitas às mesmas, em especial ao Engenheiro José Nunes Almeida.

Um agradecimento à colaboradora Irene Costa, por toda a paciência e disponibilidade na elaboração e explicação de lâminas.

Um agradecimento à colaboradora Isabel Sá, por toda a ajuda na pesquisa bibliográfica.

A todos os docentes do Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da FCUP e do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, que de alguma forma participaram no meu percurso académico, licenciatura e mestrado, gostaria de expressar o meu agradecimento por todo o conhecimento transmitido, por toda a paciência e disponibilidade para esclarecer dúvidas e pelo seu contributo na minha formação profissional, mas também pessoal.

A todos os meus colegas e amigos, quero agradecer, por todos os momentos passados ao longo deste percurso, pelas brincadeiras e lágrimas, pelas gargalhadas e desesperos passados em conjunto, serão momentos que irei recordar sempre com um enorme carinho e pessoas que levo comigo para a vida.

À minha família, quero agradecer por todo o apoio e preocupação ao longo do meu percurso académico. Em especial, à minha avó Maria Emília, por ser um exemplo a seguir de resiliência, por sempre ter dado apoio ao longo de toda a minha vida académica e sempre ter acreditado em mim. Ao Gonçalo, que considero família, quero agradecer todo o apoio e por nunca ter deixado de acreditar em mim.

Por último, aos meus pais por nunca limitarem o meu sonho e sempre terem feito um esforço e acreditado em mim, assim como, no meu trabalho. Aos meus irmãos, Frederico e Beatriz, agradeço todo o apoio e por serem os meus melhores amigos que poderia ter. À minha mãe, a maior gratidão, por juntamente com os meus irmãos e pai, ser o meu maior suporte e fazer parte da pessoa que sou hoje.

Resumo

O concelho de Bragança (NE de Portugal) integra-se na Zona Galiza-Trás-os-Montes e na Zona Centro-Ibérica. A Zona Galiza-Trás-os-Montes é constituída pelo conjunto das unidades alóctones e parautóctones, separadas por três carreamentos, e encontra-se assente sobre o autóctone da Zona Centro-Ibérica. A ZGTM abrange não só os vários maciços que constituem o Complexo Alóctone Superior, mas também o Alóctone intermédio, inferior e o Parautóctone. Um desses maciços alóctones, é o maciço de Bragança que integra parte deste concelho.

Ao nível de recursos geológicos, o concelho apresentou até às décadas de 80/90, um elevado número de concessões mineiras ativas, potenciando económica e socialmente a região Nordeste de Portugal. Neste concelho está integrado ainda, parte do Parque Natural de Montesinho, com geossítios classificados de acordo com a legislação portuguesa e locais de interesse de património geológico.

Este trabalho teve como objetivo: a realização de uma avaliação do património geológico e uma análise económica/extrativa, descrevendo os interesses e potenciais do concelho. Teve ainda como objetivo demonstrar as capacidades de um futuro mestre/geólogo na avaliação de um recurso geológico.

Para o desenvolvimento, foram contactadas as empresas concessionárias de minas e pedreiras do concelho, por forma a compreender quais as explorações ativas e impacto que a exploração de recursos geológicos tem no concelho. Foram ainda realizadas visitas à mina de Talco de Soeira e à pedreira de Rica-Fé.

Para elaboração deste trabalho foram realizadas várias visitas de campo em pontos geológicos estratégicos, com recolha de amostras (quartzofilitos, dunitos, entre outras), como são exemplo as visitas ao “Castelo de Pinela”, ao convento de São Francisco, à exploração inativa de Alto da Caroeira, entre outras. São de salientar os materiais gráficos realizados durante a realização deste trabalho, sobre 4 locais com interesse geológico: Tojal dos Pereiros, Castelo de Pinela, Convento de São Francisco e um afloramento de dunito serpentizado na cidade de Bragança, junto ao Teatro Municipal da cidade. Foram identificadas as litologias em vários locais, realizado um estudo geológico de um afloramento, assim como a elaboração de cartografia para a área do Convento.

Na visita à mina de barite de Alto da Caroeira/Aveleda foram recolhidas 10 amostras de barite, sulfuretos e do “Chapéu de ferro” resultante de oxidação. Destas

amostras foram realizadas 2 lâminas polidas e 2 superfícies polidas. Foram realizadas análises macroscópicas e microscópicas nestas amostras, onde foi possível observar a barite em paragénese com os sulfuretos; a precipitação de carbonatos (azurite); os óxidos de ferro presentes no chapéu de ferro. Recorreu-se à lupa binocular no estudo destas amostras e superfícies polidas. Com estas observações foi possível obter uma proposta da formação da barite neste jazigo, assim como relativamente à formação do chapéu de ferro.

Propõe-se à entidade a divulgação junto de Agrupamentos de Escolas da região dos diferentes locais de interesse geológico, para fins pedagógicos, aproveitamento do “testemunho” mineiro da região, apostando na sua recuperação para divulgação turística e didática, assim como da riqueza em património geológico do território. Propõe-se, ainda numa vertente mais científica, para trabalhos futuros, estudos petrográficos das mineralizações, o estudo do contexto geológico, entre outros sempre adaptados ao local de estudo.

Findo este trabalho, obteve-se um documento atualizado e descritivo com a avaliação geológica e económica do concelho de Bragança, que têm como utilidade a sensibilização da instituição Camarária acerca do potencial geológico do concelho quer na vertente mineira e económica, quer na vertente didática e geoturística do património geológico e de como este pode ser melhor aproveitado.

Palavras-Chave: Rochas ultrabásicas; Dunito; Metaperidotito; Serpentinização; Geologia Económica; Património Geológico.

Abstract

The municipality of Bragança (NE of Portugal) is part of the Galicia-Trás-os-Montes and Central-Iberian zones. The Galicia-Trás-os-Montes Zone comprises a set of allochthonous and parautochthonous units, separated by thrusts. These tectonic nappes are thrust over the autochthonous part of the Central-Iberian Zone. The ZGTM covers not only the various massifs that make up the Upper Allochthonous Complex, but also the intermediate, lower Allochthonous and the Parautochthonous. One of these allochthonous massifs is the Bragança massif.

In terms of geological resources, until the 80's and 90's, the municipality had a high number of active mining claims, economically and socially boosting the Northeast region of Portugal. This council also includes part of the Montesinho Natural Park, with Geosites classified in accordance with Portuguese legislation and places of interest of geological heritage.

This work aimed to carry out an assessment of the geological heritage and an economic/exploitation analysis, describing the mining potentiality of the area. It also aimed to demonstrate the capabilities of a future master/geologist in evaluating a geological resource.”

All the quarries and mining sites were contacted to understand which are the active exploitations and the impact that this activity has in the economy of the municipality. Visits were also carried out to the Talc Soeira mine and to the Rica-Fé quarry.

For the elaboration of this work, several field visits were carried out in specific geological points, with sampling rock collecting of namely quartzophyllites, dunites, such as the following visits to “Castelo de Pinela”, the convent of São Francisco, and the inactive mine of Alto da Caroeira, among others. Noteworthy are the graphic materials (flyers) produced during this work, on 4 sites of geological interest for the Bragança municipality: Tojal dos Pereiros, Castelo de Pinela, Convento de São Francisco, and the outcrop of serpentinized dunite in Bragança, next to the city's Municipal Theatre. Lithologies were identified in several places, a geological study of the outcrop was carried out, as well as the elaboration of a cartography for the Convent area.

During the visit to the Alto da Caroeira/Aveleda barite mine, 10 samples of barite, sulphides and the gossan were collected. From these samples, 2 polished thin sections and 2 polished surfaces were made. Macroscopic and microscopic analysis

were carried out on these samples. It was possible to observe the barite in paragenesis with the sulphides; the precipitation of carbonates (azurite); the iron oxides present in the gossan. A binocular magnifying glass was used to study these samples and polished surfaces. With these observations, it was possible to obtain a proposal for the formation of barite in this deposit, as well as for the formation of the gossan.

It is proposed that the municipality disclose the different places of geological interest to the region's School Groups, for didactic purposes, taking advantage of the mining heritage ("testimony") of the region, betting on their recovery for geotourism and educational dissemination, as well as the wealth of the geological heritage part of the territory. It is proposed, even in a more scientific way, for future work, petrographic studies of mineralizations, the study of the geological context, among others, always adapted to the study site.

After this work, an essay of the geologic, mining and geoheritage significance of this area was obtained with the geological and economic assessment for the municipality of Bragança, useful to raise awareness about the geological potential of the area and how it can be better used, either in the mining and economic aspects, or the educational, geotourism and the geological heritage.

Key-Words: Ultrabasic rocks; Dunite; Metaperidotite; Serpentinization; Economic Geology; Geological Heritage.

Índice

Índice de Figuras	13
Índice de Tabelas	17
Lista de Abreviaturas	18
I. Introdução.....	19
II. Enquadramento Geológico	21
1. Enquadramento Geográfico	21
2. Enquadramento Geológico.....	22
III. O potencial Geológico Económico da região	26
1. Breve introdução	26
2. Legislação mineira em Portugal	28
3. Recursos Geológicos do Concelho de Bragança.....	29
3.1 Explorações Ativas: Recursos não metálicos:	29
3.2 Inativos: Recursos Metálicos:	31
3.3 Recursos energéticos.....	37
3.4 Ocorrências Minerais.....	38
3.5 Contratos em vigor: de exploração, de prospeção e pesquisa (de acordo com DGEG)	40
3.6 Pedreiras, barreiros e areeiros ativos e inativos	40
3.7 Potencial geológico económico do concelho: áreas condicionantes	45
IV. Património Geológico.....	48
1. Breve introdução	48
2. Geossítio: Tojal dos Pereiros	48
3. Geossítio: Castelo de Pinela	49
4. Afloramento de dunito junto ao Teatro Municipal de Bragança.....	51
5. Geossítio: Convento de São Francisco	60
6. Geossítio: “Pedras Escrevidas”	68
7. Geossítio: Antiga pedreira de mármore do Sardoal	69
8. Geossítio: Antiga pedreira de Serpentinó de Donai	71
9. Património Mineiro	72
V. Elaboração de materiais gráficos dos locais relevantes estudados para património geológico da região	75
1. Introdução	75
2. Elaboração do material gráfico do Geossítio Tojal dos Pereiros.....	75
3. Elaboração do material gráfico do Geossítio Castelo de Pinela.....	76
4. Elaboração do material gráfico do Afloramento de dunito junto ao Teatro Municipal de Bragança.....	78

5. Elaboração do material gráfico do Geossítio Convento de São Francisco.....	79
VI. Aplicação: Caracterização das mineralizações de sulfuretos e barite da antiga concessão do Alto da Caroeira, Bragança	80
1. Introdução	80
2. Enquadramento Geológico.....	84
3. Trabalho em campo e de laboratório.....	85
4. Caracterização mineralógica das mineralizações de Pb – Zn e da barite.....	92
5. Caracterização mineralógica da barite.	96
6. Caracterização geológica das zonas de oxidação.....	101
7. Discussão	104
VII. Conclusões.....	108
VIII. Glossário	110
IX. Referências bibliográficas.....	113
Anexo I – Esquema litológico da área do convento de São Francisco	119
Anexo II – Potencialidades do concelho de Bragança.....	120
Anexo III –Mapa das potencialidades e litologia do concelho de Bragança.....	121
AnexoIV - Localização dos Geossítios do Concelho de Bragança.....	124

Índice de Figuras

Figura 1 - Área de estudo- concelho de Bragança; figura cedida pela Câmara Municipal de Bragança.	21
Figura 2 - Unidades morfoestruturais da Península Ibérica e nas zonas definidas no Maciço Hespérico, segundo Lotze (1945) e Farias et al. (1987) (Adaptado de Vera, J. A., 2004).	22
Figura 3 - Mapa simplificado do Maciço de Bragança: A – Complexo Alóctone Superior – *rochas ultrabásicas; B – Complexo Alóctone Intermédio; C – Complexo Alóctone Inferior; D – Parautóctone (retirado de Lunar et al., 2004).	25
Figura 4 - Plano geral da mina de Soeira.....	30
Figura 5 - Contacto tectónico de esteatitos (rocha clara, lado esquerdo) com anfíbolitos (rocha escura, lado direito).	31
Figura 6 - Cisalhamentos perceptíveis nos dois extremos da extração, correspondentes ao carreamento, dobrado, dos anfíbolitos do alóctone superior sobre os esteatitos do complexo ofiolítico intermédio.	31
Figura 7 – Prováveis quartzofilitos com intercalações de quartzitos (Silúrico superior/ Devónico Inferior?); dimensão do martelo: 29 cm.	50
Figura 8 - Localização do Ponto 1; O muro em granito tem a altura 1,50 metros.	51
Figura 9-Dunito com foliação (a vermelho, tracejado) e plano de falha (a amarelo); dimensão do martelo: 29cm.	52
Figura 10 - Localização do ponto 2.	52
Figura 11 - Flancos da dobra (linhas amarelas), foliação do dunito (linha vermelha, tracejado) e espaçamento entre os planos de falha (seta verde); dimensão do martelo: 29cm.	53
Figura 12 - Localização do Ponto 3.....	54
Figura 13 - Plano de falha (retângulo amarelo) e serpentinização do dunito; dimensão do martelo:29 cm.	54
Figura 14 - Localização das zonas de fraturação do afloramento.	55
Figura 15 - Exemplo das fraturas observáveis na zona 1 do afloramento, os números correspondem à numeração das fraturas na tabela 6.	55
Figura 16 - Exemplo das fraturas observáveis na zona 2 do afloramento, os números correspondem à numeração das fraturas na tabela 6.	56
Figura 17 - Diagrama de rosetas.....	57
Figura 18 - Localização do ponto 4.	58
Figura 19 - Traço do plano de falha N44°E;14°SE (amarelo); dimensão do martelo:29 cm.	58
Figura 20 - Localização do ponto 5.	59
Figura 21 - Estrias (a laranja) no plano de falha (retângulo amarelo); dimensão do martelo:29 cm.	59
Figura 22 - Excerto do levantamento realizado no Convento de São Francisco. Figura cedida pela Câmara Municipal de Bragança.	60

Figura 23 - esq. - Perspetiva da galeria"1" dir.- parede da galeria constituída por blastomilonitos máficos; fotografias cedidas pela Câmara Municipal de Bragança.	61
Figura 24 - Contacto tectónico (a verde) entre as rochas ultramáfica-c (canto superior esquerdo) e blastomilonitos máficos-d; fotografia cedida pela Câmara Municipal de Bragança.	61
Figura 25 - Blastomilonitos máficos na galeria "2"; fotografia cedida pela Câmara Municipal de Bragança.	62
Figura 26 - Rochas ultramáfica (e) na galeria "2"; fotografias cedidas pela Câmara Municipal de Bragança.	63
Figura 27 - A) Aspecto dos afloramentos; (B) Medições realizadas na rocha: foliação (a vermelho, tracejado) e fracturação(amarelo); dimensão do martelo: 29cm.	64
Figura 28 - Conjunto de 6 fotografias da visão geral do local; dimensão do martelo:29 cm.	64
Figura 29 - Perspetiva geral do lado direito da Rua Capitão Adriano Pires; dimensão do martelo:29 cm.	65
Figura 30 - Perspetiva geral do afloramento de rochas ultramáficas, a foliação das mesmas (a vermelho, tracejado) e fraturas (a amarelo); dimensão do martelo:29cm.	66
Figura 31 - Foliação da rocha ultramáfica (a vermelho, tracejado); dimensão do martelo:29 cm.	67
Figura 32 - Perspetiva dos quartzitos do Ordovícico com fósseis; fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/104).	68
Figura 33 - Fósseis de Daedalus spp; fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/104).	68
Figura 34 - Localização da antiga pedreira de mármore de Sardoal (círculo verde); base topográfica extraída da carta militar nº24, escala 1:25 000 (Vila verde - Vinhais); fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/124)	69
Figura 35 - Estado da antiga pedreira de mármore de Sardoal (fotografia de Carlos Meireles em 1987); fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/124)	70
Figura 36 - Metacarbonatos de Sardoal, com níveis anfibólicos, dobrados, armazenados na pedreira de Donai; fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/124).	70
Figura 37 - Perspetiva da pedreira abandonada; fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/125).	71
Figura 38 - Flyer desenvolvido durante o estágio para divulgação do geossítio "Tojal dos Pereiros".....	76
Figura 39 - Flyer desenvolvido para o afloramento geológico de cristas quartzíticas na zona do "Castelo de Pinela".....	77
Figura 40 - Flyer desenvolvido para o afloramento geológico de dunito junto ao Teatro Municipal.	78

Figura 41 - Flyer desenvolvido sobre o afloramento geológico de rochas ultramáficas no Convento de São Francisco.....	79
Figura 42 - Exploração de barite do Alto da Caroeira; localização, esboço geológico e corte transversal (dados de campo próprios com adaptação de MAEPA-PROMINAS,1989, retirado de Meireles 2013).....	81
Figura 43 - Localização da exploração mineira de barite Alto da Caroeira (fotografia do Google Earth).	81
Figura 44 - Área da exploração mineira de barite – Alto da Caroeira em maio de 2021.	82
Figura 45 - Exploração mineira para bário do Alto da Caroeira, Aveleda: a) aspeto do céu aberto em 1987, adaptado de Meireles (2013).....	82
Figura 46 - Exploração mineira para bário do Alto da Caroeira, Aveleda: c) aspeto do céu aberto depois de explorada a última massa de barite maciça, adaptado de Meireles (2013).	83
Figura 47 - Exploração mineira para bário do Alto da Caroeira, Aveleda: b) afloramento de sulfuretos maciços, adaptado de Meireles (2013).	83
Figura 48 - Excerto do mapa geológico do Sector Nordeste de Bragança (Espinhosela - S. Martinho de Angueira); exploração mineira identificada com círculo vermelho; adaptado de Meireles (2013).	84
Figura 49 - Excerto da legenda do mapa geológico do Sector Nordeste de Bragança (Espinhosela - S. Martinho de Angueira); adaptado de Meireles, 2013.....	84
Figura 50 - Lupa binocular “Leica M205 C”.....	90
Figura 51 - Microscópio petrográfico de luz polarizada transmitida e refletida “Leica DM 2500 P” com a câmara fotográfica “Leica Flexacam C1” acoplada.	91
Figura 52 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida em nicóis paralelos, onde é possível observar o contacto (a vermelho) entre a galena (gn) e calcite e a barite (bar).	92
Figura 53 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é observável o contacto entre a barite (bar) e óxidos de ferro (Fe) em nicóis paralelos(A) e em nicóis cruzados(B).	92
Figura 54 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é observável o contacto entre a barite (bar) com alguma pirite, a amarelo, esfalerite (sl) e galena (gn) em nicóis paralelos.	93
Figura 55 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é observável o contacto entre a barite (bar) e galena (gn), em nicóis paralelos.	93
Figura 56 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida em nicóis paralelos, onde é possível observar cristais anédricos de pirite (py) e galena (gn).	93
Figura 57 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida em nicóis paralelos, onde é possível observar zonas de oxidação de sulfuretos e ainda alguns cristais subédricos de pirite (py) e galena (gn).....	94
Figura 58 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é possível observar cristais de galena (gn) em nicóis paralelos.....	94

Figura 59 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é possível observar cristais de galena (gn), pirite (py) e esfalerite em nicóis paralelos.

94

Figura 60 - Imagem obtida à lupa binocular, onde é possível observar um cristal de barite (bar) rodeado pela galena (gn). 95

Figura 61 - Amostra ave_1 onde é observável a barite (bar), pirite (py) e galena (gn).96

Figura 62 - Amostra ave_2 onde é observável a barite (bar), pirite (py) e galena (gn).97

Figura 63 - Amostra ave_3 onde é observável a barite (bar), pirite (py) e galena (gn).97

Figura 64 - Amostra ave_4 onde são perceptíveis cristais de barite bem definidos. 98

Figura 65 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho). 99

Figura 66 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho). 99

Figura 67 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho). 99

Figura 68 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho). 100

Figura 69 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho). 100

Figura 70 - Esquema representativo da oxidação e enriquecimento supergénico de um depósito mineral com sulfuretos (Routhier, 1963). 101

Figura 71 - Amostras referentes ao chapéu de ferro. 102

Figura 72 - amostra com óxidos de ferro e cristais de barite. 103

Figura 73 - amostra com óxidos de manganês. 103

Figura 74 - Importância económica e os riscos de abastecimento com matérias-primas minerais na CEE (Report EU 2020). 106

Figura 75 - Mapa de condicionantes do concelho de Bragança; retirado e adaptado do relatório do IGM para o PDM de Bragança de outubro de 2002. 120

Figura 76 – Sobreposição do mapa de condicionantes e da carta litológica do concelho de Bragança, retirado e adaptado do relatório do IGM para o PDM de Bragança de outubro de 2002. 121

Figura 77 - Legenda do mapa resultante da sobreposição do mapa de condicionantes e da carta litológica do concelho de Bragança, retirado e adaptado do relatório do IGM para o PDM de Bragança de outubro de 2002. 122

Figura 78 – Excerto editado da Folha 2 da Carta Geológica de Portugal, escala 1:200000, cedida pelo Laboratório Nacional da Energia e Geologia (LNEG,2000). . 122

Figura 79 – Legenda do excerto editado da Folha 2 da Carta Geológica de Portugal, escala 1:200000, cedida pelo Laboratório Nacional da Energia e Geologia (LNEG,2000) e dos respetivos Geossítios marcados com círculos no excerto da Folha 2. 122

Índice de Tabelas

Tabela 1- Ocorrências minerais no concelho de Bragança (fonte: base de dados LNEG: https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/siorminp/#!/ e Meireles,2000a;2000b).....	38
Tabela 2- Contratos em vigor no concelho de Bragança (Fonte: DGEG)	40
Tabela 3- Classificação de pedreiras	41
Tabela 4- Pedreiras ativas no concelho de Bragança (fonte: empresas concessionárias e DGEG).....	42
Tabela 5- Pedreiras inativas (Fonte: empresas concessionárias e DGEG)	44
Tabela 6- Atitudes de fracturação	56
Tabela 7 - Atitudes das foliações das rochas ultramáficas.....	66
Tabela 8- Atitudes das foliações das rochas ultramáficas.....	67

Lista de Abreviaturas

Brt – Barite

CAS – Complexo Alóctone Superior

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CIM – Comunidade Intermunicipal

DGEG – Direção Geral de Engenharia e Geologia

DGAOT- Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

ECCE – Estágio Extracurricular no Contexto Empresarial

EDM – Empresa de Desenvolvimento Mineiro, SA

FCUP – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Fe – Ferro

Gn – Galena

ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e Florestas

IGM – Instituto Geológico e Mineiro

LNEG – Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia

LIG - Locais de Interesse Geológico

MTMT – Main Trás-os-Montes Thrust

PARP – Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística

PDM – Plano Diretor Municipal

PNM – Parque Natural de Montesinho

Py – Pirite

Sph – Esfalerite

ZCI – Zona Centro-Ibérica

ZGTM – Zona Galiza – Trás-os-Montes

I. Introdução

O presente trabalho insere-se no âmbito da Unidade Curricular Estágio/ Dissertação G/GEO5001 do Mestrado em Geomateriais e Recursos Geológicos subordinado ao tema: “Avaliação do Património Geológico e Económico do Concelho de Bragança”.

A área de estudo corresponde ao concelho de Bragança, localizado no extremo nordeste de Portugal. Este concelho, do ponto de vista geológico integra-se na Zona Galiza-Trás-os-Montes (ZGTM) e na Zona Centro-Ibérica (ZCI).

O objetivo deste trabalho centrou-se em interesses comuns à entidade de acolhimento, a Câmara Municipal de Bragança, nomeadamente na realização de uma avaliação do património geológico dos locais designados por esta entidade, focando também o seu estudo, na análise económica, descrevendo as potencialidades geológicas do concelho; na avaliação ainda do património geológico e na avaliação pontual do contexto geológico e mineralógico da antiga exploração de barite, atualmente já sem reservas económicas.

Este trabalho desenvolveu-se na Câmara Municipal de Bragança e em diferentes locais de interesse geológico do concelho de Bragança, assim como na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto; tendo como objetivo realizar uma avaliação na perspetiva de Geologia Económica, face a potenciais recursos geológicos no território em estudo. Com este desiderato, foram realizadas avaliações a nível do património geológico; estabeleceu-se contacto com as empresas concessionárias no concelho de Bragança, elaboraram-se textos interpretativos, *flyers* e trabalhos didáticos/pedagógicos para locais como: “Geossítio Tojal dos Pereiros”, “Castelo de Pinela”, “Convento de S. Francisco” e o afloramento junto ao Teatro Municipal de Bragança. Foi também realizado uma avaliação pontual à mina inativa de barite - Alto da Caroeira.

A nível académico este trabalho permitiu adquirir conhecimentos relativos à mineralogia, metalogenia e à geologia económica, da sua importância no património geológico existente e consequente desenvolvimento da região. Permitiu também o contacto direto com uma exploração mineira, ainda que inativa, e a experiência inerente à avaliação do recurso geológico explorado na mesma.

Atualmente, este concelho de Bragança apresenta apenas uma concessão mineira ativa e algumas pedreiras, ainda em laboração. Porém, à semelhança da situação existente no restante território nacional, as explorações mineiras são vistas com desconfiança pela sociedade atual, por desconhecimento e sucessivas campanhas

de desinformação, causadoras de desemprego e consequente desertificação de um concelho geologicamente rico, pelo abandono da atividade extrativa e de diminuição no interesse científico, razão pela qual um dos objetivos desta dissertação se centra na questão da geologia económica da região.

II. Enquadramento Geológico

1. Enquadramento Geográfico

A área em estudo corresponde ao concelho de Bragança (fig.1). Este localiza-se no extremo nordeste de Portugal Continental, na unidade territorial de Trás-os-Montes e Alto Douro, no distrito de Bragança e insere-se na Comunidade Intermunicipal (CIM) Terras Trás-os-Montes. Este concelho faz fronteira com Espanha a Norte e a Nordeste e têm como concelhos portugueses fronteiriços: Vimioso a Sudeste, Macedo de Cavaleiros a Sudoeste, e Vinhais a Noroeste. É com este último concelho e Espanha que o concelho de Bragança integra o Parque Natural de Montesinho. Este concelho encontra-se subdividido em 39 freguesias e com uma área territorial de 1173,6 Km².

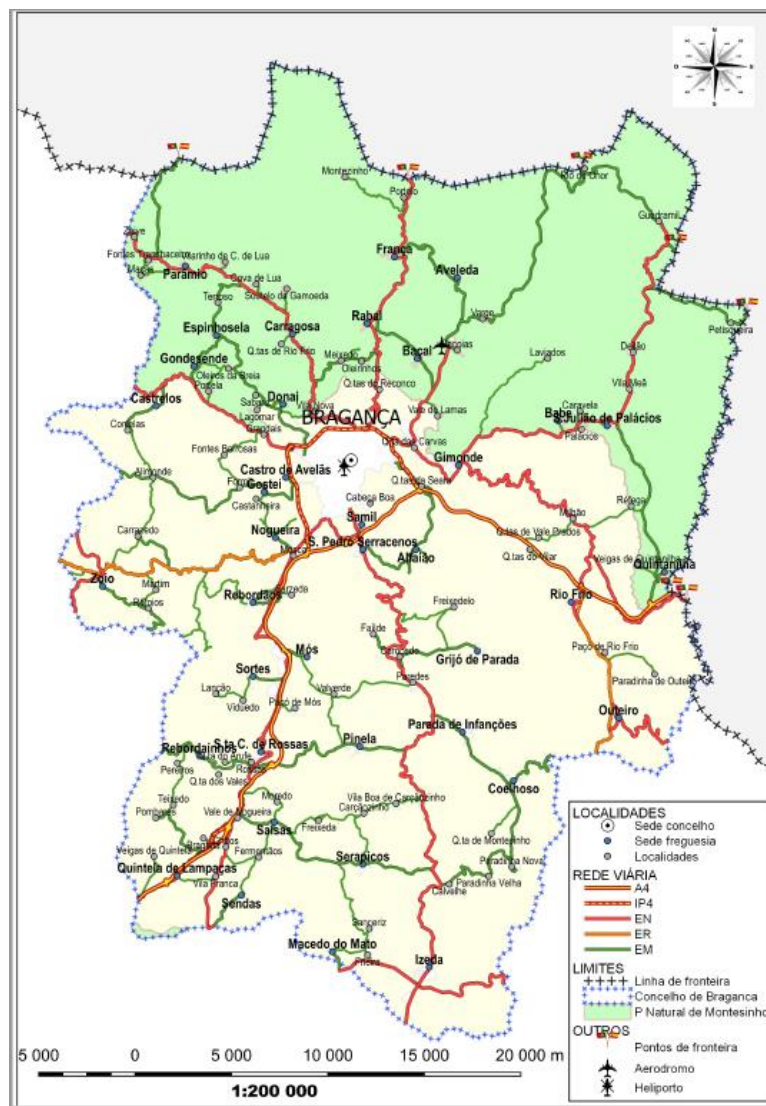


Figura 1 - Área de estudo- concelho de Bragança; figura cedida pela Câmara Municipal de Bragança.

2. Enquadramento Geológico

O concelho de Bragança, do ponto de vista geológico, encontra-se inserido na Zona Galiza-Trás-os-Montes (ZGTM) e na Zona Centro-Ibérica (ZCI) (fig.2).

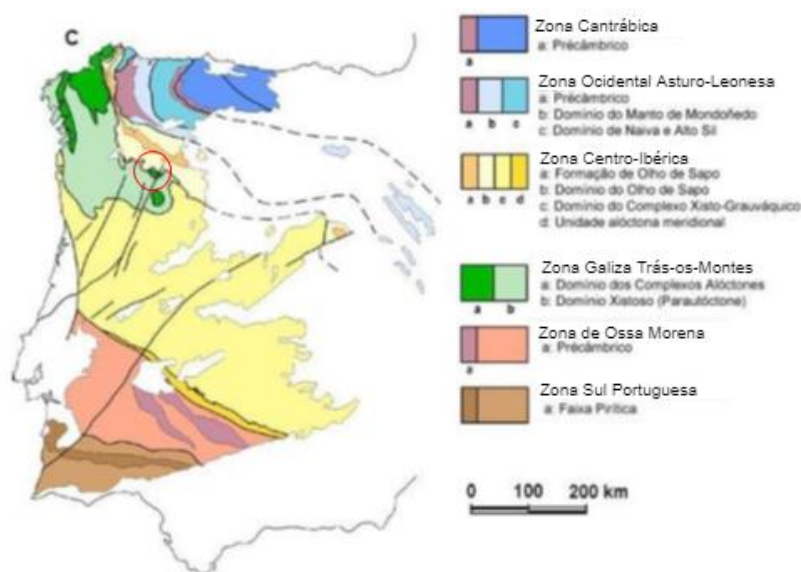


Figura 2 - Unidades morfoestruturais da Península Ibérica e nas zonas definidas no Maciço Hespérico, segundo Lotze (1945) e Farias et al. (1987) (Adaptado de Vera, J. A., 2004).

A ZGTM (Farias *et al.*, 1987) caracteriza-se pelo empilhamento de várias *nappes* tectónicas (Ries & Shackleton, 1971; Iglésias *et al.*, 1983 *in* Ribeiro *et al.*, 2006) sobre o autóctone da Zona Centro Ibérica (ZCI) (Ribeiro, 2006). Estes processos de exumação e carreamento realizados durante as primeiras fases da Orogenia Varisca (Iglésias *et al.*, 1983; Ribeiro *et al.*, 1990a *in* Meireles, 2013), resultam da colisão dos continentes Laurássia e Gondwana para deles originar-se o supercontinente Pangea. Estes processos apresentam uma elevada complexidade em termos geológicos e tectónicos, constituindo o Noroeste Peninsular, - uma das regiões de maior interesse científico, a nível nacional e Ibérico.

A ZGTM abrange o conjunto formado pelos maciços portugueses de Morais e Bragança e os maciços espanhóis de Ordoñez e Cabo Ortegal e todo um conjunto de escamas tectónicas, de várias procedências, designadas por “Domínio Xistoso de Galiza-Trás-os-Montes”. De acordo com Farias *et al.*, (1987) e Arenas *et al.*, (1988), a ZGTM encontra-se dividida em dois domínios: Domínio Xistoso (inferior) e Domínio dos Complexos Alóctones de Galiza-Trás-os-Montes (superior).

A separação com a ZCI é feita pelo acidente tectónico designado por *Main Trás-os-Montes Thrust* – “*carreamento principal de Trás-os-Montes*” (MTMT) (Ribeiro *et al.*, 1990a, *in* Pereira, 2006). Este carreamento marca a transição brusca entre as unidades alóctones-parautoctones e unidades autóctones. No setor a Nordeste de

Bragança (Espinhosela/Alcañices), localmente, este acidente tectónico é designado por carreamento da Ribeira de Silos (Meireles, 2013).

- O termo autóctone corresponde a terrenos que não sofreram movimentação durante os processos orogénicos, e que afloram nos mesmos locais onde foram gerados, isto é, estão *in situ*, de raiz;
- O termo alóctone utiliza-se para designar terrenos formados pelo empilhamento de unidades litológicas cuja zona de raiz não coincide com a zona onde atualmente afloram, tendo estes terrenos sofrido movimentação ao longo de mais de 100 km, durante os processos orogénicos. Correspondem a terrenos exóticos (apresentam características geológicas, estruturais e mineralógicas distintas dos terrenos circundantes), como são exemplo, os maciços ultrabásicos de Bragança e Morais;
- O termo parautóctone é utilizado para terrenos que sofreram menor movimentação e onde é possível reconhecer semelhanças e correlacionar com o autóctone.

A ZGTM subdivide-se em quatro mantos de carreamento principais ou *nappes* tectónicas (Iglésias *et al.*, 1983 *in* Ribeiro *et al.*, 2006), com a seguinte disposição, da base para o topo (Ribeiro *et al.*, 2006): Complexo Parautóctone – com afinidade ao autóctone da ZCI; Complexo Alóctone Inferior; Complexo Ofiolítico e Complexo Alóctone Superior (Iglésias *et al.*, 1983; Ribeiro *et al.*, 1990a *in* Meireles, 2013).

O Complexo Parautóctone encontra-se subdividido em dois domínios com características estruturais distintas: Parautóctone Inferior e Parautóctone Superior (Rodrigues *et al.*, 2013).

A deformação nestas duas zonas- ZCI e ZGTM- ocorreu em consequência da orogenia varisca durante três fases, D₁, D₂ e D₃ (Ribeiro, 1974; Noronha *et al.*, 1979).

No autóctone, a fase D₁ representa-se por dobras deitadas e vergentes para NE e com eixos mergulhantes para SE (Meireles, 2013); há desenvolvimento de uma clivagem de plano axial penetrativa de orientação principal N100°E – 110°E.

A fase D₂ é responsável e encontra-se associada à formação de cavalgamentos e carreamentos com transporte para NE, que atravessam ligeiramente as dobras anteriores de D₁. A amplitude do movimento aumenta para SW, passando-se gradualmente do autóctone para unidades transportadas a maiores distâncias à medida

que se caminha em direção às unidades alóctones do maciço de Bragança (Meireles, 2013).

A fase D₃ é caracterizada pela formação de grandes estruturas expressas na cartografia da região - por exemplo a deformação no maciço de Bragança - com dobramentos de plano axial subvertical e clivagem de crenulação associada (Meireles, 2013).

A complexa sobreposição das unidades alóctones do NW Peninsular (algumas consideradas exóticas), sobre a ZCI, segundo Matte, (2001) e Meireles, (2013), remete à colisão continental dos ramos NE e SW do Varisco Ibérico, no momento do fecho do oceano Rheic (Devónico-Inferior a Devónico-Superior). Por outras palavras, o empilhamento destas unidades remontará ao orógeno varisco europeu (480-250 Ma), que consistiu no processo colisional diacrónico entre os supercontinentes Laurussia e Gondwana (Matte, 2001, *in* Meireles, 2013) e, como consequência, a formação do Pangeia. Esta colisão terá levado a exumação e obducção destas unidades seguida de colisão de margens continentais, tendo resultado numa estrutura em *flake* tectónica com subducção e posterior obducção da placa oceânica para Este, tendo a mesma sido transportada por mais de 200 Km. Este processo coincidirá com as fases D₁ e D₂ do ciclo Varisco (Iglésias *et al.*, 1983; Ribeiro *et al.*, 1990 *in* Meireles, 2013).

Na área de estudo destaca-se o maciço de Bragança, (fig. 3) testemunho dos processos geológicos complexos supracitados, e, por essa razão constitui-se de máxima importância geológica e científica no nosso país. Este ocupa uma área de aproximadamente 800 km², assumindo a forma de uma elipse alongada, com cerca de 30 km de comprimento e o eixo menor com cerca de 15 km. É formado pelo conjunto das unidades alóctones e para autóctones, constituintes da ZGTM, separadas por três carreamentos principais, assentando sobre o autóctone da ZCI (Marques, 1994).

Encontra-se dividido em duas sinformas aproximadamente paralelas (Espinhosela-Baçal, a NE, e Vila Boa de Ousilhão-Samil, a SW) de orientação NW-SE, geradas no decorrer da fase D₃ varisca (Ribeiro, 1974 *in* Meireles 2013), separadas pela designada antiforma de Ladeiro, na qual se encontram formações pertencentes ao topo do grupo centro-transmontano (Marques, 1994).

Alguns autores consideram que no maciço de Bragança existirão testemunhos de uma antiga subducção precâmblica, decorrente de um processo de colisão continental mais antigo, reativado aquando da orogenia varisca. Esta terá sido, assim, carregada e transportada simultaneamente com o Complexo Ofiolítico paleozoico e

restantes metassedimentos alóctones do silúrico (Bridges *et al.*, 1993; Ribeiro *et al.*, 1990a, *in* Meireles, 2000a).

O Complexo Alóctone Superior (CAS) é a unidade mais representativa do maciço de Bragança e corresponde ao conjunto dos alóctones do Noroeste Peninsular (Meireles, 2013). A separação deste com o Complexo Ofiolítico ocorre por um carreamento de base marcado por imbricações e duplicações estratigráficas, devido a acidentes tectónicos menores, presentes no interior da unidade (Pereira, 2006). O CAS corresponde à unidade do topo da *flake* tectónica que caracteriza a ZGTM, tendo origem infracrustal a supramantélica e sendo alvo de uma intensa e complexa evolução polimetamórfica (Meireles, 2013 e referências prévias).

Os maciços de Bragança e Cabo Ortegal integram, fundamentalmente, metaperidotitos, granulitos ácidos e básicos de alta pressão, paragnaisses com *boudins* de eclogitos dos tipos B e C, piroxenitos com ou sem granada, metagabros e anfibolitos, estes últimos derivados por retrometamorfismo dos litótipos básicos (Marques, 1994). O CAS deste maciço é composto por paragnaisses com intercalações de eclogitos e migmatitos, granulitos máficos, blastomilonitos, granulitos félsicos e metaperidotitos com e sem granada.

Cerca de 30 km² do CAS são ocupados por rochas ultrabásicas, que contêm mineralizações de cromite podiforme (Bridges *et al.*, 1993).

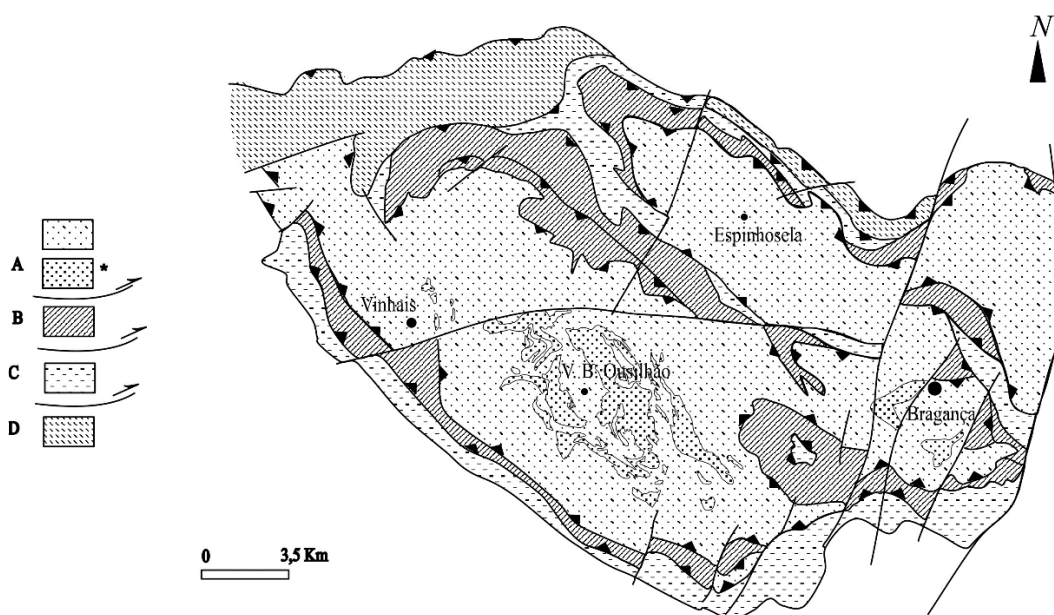


Figura 3 - Mapa simplificado do Maciço de Bragança: A – Complexo Alóctone Superior – *rochas ultrabásicas; B – Complexo Alóctone Intermédio; C – Complexo Alóctone Inferior; D – Parautóctone (retirado de Lunar *et al.*, 2004).

III. O potencial Geológico Económico da região

1. Breve introdução

A evolução do Homem, desde a Pré-História até aos tempos modernos, esteve sempre relacionada com a capacidade de utilizar os recursos naturais à sua disposição, nomeadamente os Recursos Geológicos (pedra lascada, pedra polida, cobre, bronze e ferro, entre outros), para a sua defesa e para criação de instrumentos, que lhe permitiram um crescente bem-estar e qualidade de vida.

Assim, desde a antiguidade até meados de século XIX, a atividade extrativa/coletora/transformadora de materiais esteve presente na história da Humanidade, assumindo períodos de maior ou menor importância.

Durante o século XIX e até à década de oitenta do século XX, a atividade mineira assumiu uma elevada importância económica, tanto a nível local, regional como nacional. Desde esse momento, que a atividade extrativa tem vindo, progressivamente, a diminuir a sua importância económica. Contudo, a região de Trás-os-Montes, no contexto nacional, evidencia grande potencialidade em recursos geológicos, nomeadamente mineiros.

A área em estudo já integrou 86 concessões mineiras, como se encontra registado nos arquivos do Serviço de Minas da Direção de Serviços Regionais do Norte (Meireles *et al.*, 2002). Além disso, a atividade mineira no concelho de Bragança remonta à Antiguidade, existindo vestígios dessa atividade, desde a ocupação romana da Península Ibérica para exploração de ouro (França) e estanho (Montesinho).

Desta maneira, a procura do recurso, assim como a sua cotação e valor, está proporcionalmente relacionada com a necessidade humana do mesmo.

Para entender a aplicação da Geologia à economia e fazer a sua avaliação, é importante clarificar alguns conceitos básicos para a compreensão dos recursos geológicos.

O termo recurso geológico é utilizado para designar a matéria-prima mineral que existe num determinado local e que, de acordo com o teor evidenciado, a quantidade e as características técnicas, poderá vir a ser explorado de forma rentável.

O termo reserva pressupõe que o recurso, em questão, é rentável, i.e., a transformação, dos recursos geológicos em reservas prováveis e provadas, depende do estudo de pesquisa mineira (estudo geológico detalhado, sondagens, ensaios mineralúrgicos, entre outros) que permita estabelecer a tonelagem e o teor do minério.

A exploração económica vai estar condicionada ao mercado, ou seja, preço e conjuntura económica, assim como de outros fatores, nomeadamente, se existe necessidade de construção de infraestruturas para o escoamento dos concentrados de minério para os mercados consumidores.

Depósitos minerais - quaisquer ocorrências minerais que, pela sua raridade, alto valor específico ou importância na aplicação em processos industriais das substâncias contidas, se apresentam com especial interesse económico, como são exemplo os minerais metálicos, substâncias radioativas, carvão, grafite, pirite, fosfato, amianto, talco, caulino, diatomito, barite, quartzo, feldspato, pedras preciosas e semipreciosas; são concessionados pelo Estado Central, através da DGEG.

Minério – corresponde à substância mineral cuja existência fundamenta a possibilidade de concessão do depósito mineral, do produto da sua extração (minério bruto) ou do produto e da sua valorização mineralúrgica (minério beneficiado). Existem duas abordagens políticas na legislação para a concessão de explorações mineiras; em Portugal, bem como na maior parte da Europa, o Estado considera-se o proprietário dos recursos geológicos, particularmente no que diz respeito aos minerais metálicos e energéticos; estabelece contratos de prospeção e exploração com entidades privadas que ficam a cargo da concessão ficando obrigadas ao pagamento de impostos(royalties) sobre o minério explorado, variando ou sendo fixas, estas cotações (dependendo do legislador/Estado). Existe ainda a tradição anglo saxónica - na qual dono do terreno avoca-se como proprietário do minério e assume os riscos inerentes à sua exploração.

Mina – corresponde ao conjunto do depósito mineral objeto de concessão, dos anexos mineiros, das obras e dos bens imóveis afetos à exploração.

Massas minerais – quaisquer rochas e/ou outras ocorrências minerais que não apresentem as características necessárias à qualificação como depósitos minerais, incluem pedreiras, areeiros e barreiros; o seu licenciamento é responsabilidade das autarquias locais ou da DGEG, dependendo da potência instalada e do número de operários.

Pedreira – corresponde ao conjunto formado por qualquer massa mineral objeto de licenciamento, pelas instalações necessárias à sua lavra, área de extração e zonas de defesa, pelos depósitos de massas minerais extraídas, estéreis e terras removidas, e bem assim, pelos seus anexos.

Minérios metálicos - minerais e rochas das quais é possível extrair economicamente metais;

Minérios não metálicos – minerais e rochas com aplicação económica na indústria;

Constitui-se importante, para o concelho de Bragança, a preservação, rentabilização e promoção do património geológico, não só de uma perspetiva meramente geológica, mas também de uma vertente económica. Através do aproveitamento dos recursos geológicos do território será possível a criação de novos postos de trabalho, com a consequente redução do despovoamento, concorrendo, deste modo, para a promoção do desenvolvimento socioeconómico da região.

2. Legislação mineira em Portugal

Os depósitos minerais (minas) encontram-se regulamentados, pela Lei, n.º 54/2015, de 22/06 e pelo decreto-lei n.º 30/2021, de 07/05. A lei n.º 54/2015, de 22 de junho, estabelece as bases do regime jurídico da revelação e do aproveitamento dos recursos geológicos existentes no território nacional, incluindo os localizados no espaço marítimo nacional, bem como designa quais os bens naturais a ser considerados recursos geológicos (depósitos minerais; águas minerais naturais; águas minero industriais; recursos geotérmicos; massas minerais e águas de nascente). O Decreto-Lei n.º 30/2021, de 7 de maio, regulamenta a Lei n.º 54/2015, de 22 de junho no que concerne aos depósitos minerais, que integram o domínio público do Estado. Neste sentido, a sua revelação e exploração devem obedecer à prossecução do interesse público, que vai de encontro não só a uma racionalidade económica partilhada entre cidadãos e Estado, mas também a proteção ambiental e a valorização dos territórios com a consequente melhoria das condições de vida das populações.

Segundo o documento “Recursos Minerais: O Potencial de Portugal”, do LNEG, (2010), os recursos minerais energéticos, na região de Trás-os-Montes são de baixo teor e volume limitado, à exceção do jazigo de urânio da Vilariça. Estes fatores condicionam a viabilidade do investimento necessário para tratar os seus minérios; realça-se a ocorrência de Pereiros, localizada na localidade de Rebordainhos, que apresenta 16000 toneladas (t) com teor de 0,073% de U_3O_8 .

Os recursos hidrotermais, na região de Trás-os-Montes, são diversificados e situam-se ao longo das grandes falhas, como a de Bragança-Vilariça-Manteigas e Verin-Régua-Penacova. São exemplo as águas gaseificadas “Águas de Bem Saúde” - Vila Flor, “Águas de Pedras Salgadas” - Vila Pouca de Aguiar, “Águas de Vidago” e “Águas do Campilho” - Chaves. No concelho de Bragança, as “Termas de Alfaião”, atualmente desativadas, surgem espacialmente ligadas à falha de Bragança-Vilariça-Manteigas.

A exploração de recursos geológicos deve ter em conta diversas variáveis: o ambiente e a conservação da natureza, a economia e a competitividade, o desenvolvimento social e a melhoria da qualidade de vida das populações e a legislação em vigor. A Lei n.º 54/2015, de 22 de junho, estabelece o enquadramento jurídico das atividades de revelação e de aproveitamento dos recursos geológicos existentes. Tendo em conta a sua importância, estes recursos devem ser geridos de forma articulada e sustentada, num instrumento de planeamento amplo e abrangente, congregando num só documento, as diferentes legislações, Planos Nacionais e visões de intervenção, implicando todos os interesses em presença. No âmbito do recém-criado Dec. Lei n.º 30/2021, de 7 de maio, que visa regulamentar a Lei n.º 54, denota-se uma preocupação de agregação de variada legislação dispersa, referente à área dos Recursos Geológicos. Vai ser criada a Estratégia Nacional dos Recursos Geológicos, que terá a natureza de um Programa Setorial, contemplando todas as vertentes/ áreas diretamente implicadas na problemática da extração e exploração dos recursos endógenos.

A exploração mineira é essencial para assegurar um estável e sustentável fornecimento de matérias-primas necessárias à atividade humana; a União Europeia (EU) é quase autosuficiente em termos de recursos, sendo política comum o incentivo à sua extração sustentável; desse modo procura-se evitar a importação de recursos exógenos e a dependência do exterior, com as consequências económico-financeiras que daí advêm; aliás, a nível interno comunitário, a estratégia é para incentivar a exploração endógena independentemente da sua localização, acautelando a mitigação dos impactos ambientais negativos (Raw Materials Scoreboard, 2018).

No momento da apreciação dos recursos geológicos do concelho de Bragança, tornar-se-á imperioso ponderar que parte dos mesmos integram o Parque Natural de Montesinho e que, deste modo, devem ser analisados em conformidade com o previsto nas normas e diretivas, do Direito Comunitário, que se sobrepõem à legislação nacional; ainda assim, a integração do PNM e outras áreas naturais, no concelho de Bragança, não deverá ser impeditiva ao estudo, reconhecimento e possibilidade de exploração mineira, dos recursos geológicos existentes no território.

3. Recursos Geológicos do Concelho de Bragança

3.1 Explorações Ativas: Recursos não metálicos:

A única exploração, atualmente ativa no concelho de Bragança, é a concessão de Sete Fontes, C-46 (fig.4), com uma área total de 831.245 ha e que tem como entidade exploradora OMYA COMITAL MINERAIS E ESPECIALIDADES, SA. Esta concessão faz parte do Campo Mineiro de Sete Fontes que se localiza em 3 povoações,

Gondesende, Soeira e Castrelos e abrange dois concelhos, Bragança e Vinhais. Esta mina mantém a atividade extrativa e localiza-se no interior do Parque Natural de Montesinho, comprovando a compatibilidade de uma exploração mineira, com a fauna e flora existente no Parque Natural.

Esta empresa dispõe de 1 colaborador a tempo inteiro, 2 operários ocasionais - quando é feita a britagem (1 dia/mês) e 1 engenheiro, José Nunes Almeida, como diretor técnico. Após a atividade extrativa, a empresa contrata outra firma para a carga e transporte do produto em stock; esta operação é efetuada de 2 em 2 anos; a última campanha foi em 2019 com 14 600 toneladas extraídas. Na mina é produzido um produto com granulometria de 0/50mm, que é transportado para a fábrica de Soure, da empresa, para ser micronizada e transformada em 3 produtos que apenas diferem na curva granulométrica.



Figura 4 - Plano geral da mina de Soeira.

A ocorrência do talco está relacionada com a esteatização de peridotitos e de serpentinitos do ofiolito paleozoico do Alóctone Intermédio, dando origem a rochas talcosas – Esteatitos de Bragança. Nesta mina é possível observar o contacto tectónico dos anfibolitos do Alóctone Superior sobre os esteatitos (fig.5). Este plano de falha, carreamento, que coloca em escama tectónica, o CAS sobre o ofiolito apresenta-se dobrado pela deformação varisca (fig.6).



Figura 5 - Contacto tectónico de esteatitos (rocha clara, lado esquerdo) com anfibolitos (rocha escura, lado direito).



Figura 6 - Cisalhamentos perceptíveis nos dois extremos da extração, correspondentes ao carregamento, dobrado, dos anfibolitos do alóctone superior sobre os esteatitos do complexo ofiolítico intermédio.

3.2 Inativos: Recursos Metálicos:

Os jazigos posteriormente apresentados, estão agrupados pelas suas características metalogénicas, nos seguintes grupos: vulcano-sedimentares; sedimentares; magmáticos ligados a rochas básicas e ultrabásicas; hidrotermais filonianos; estruturas de brecha tectónica, ferruginosas; filões de quartzo associadas a cavalgamentos e cisalhamentos D_2/D_3 e *placers*.

3.2.1 Jazigos Vulcano-sedimentares

A concessão de Alto da Caroeira, C-79, Aveleda, corresponde a uma exploração inativa de Bário, em que a mineralização principal explorada foi a barite e cujas reservas estão esgotadas. A barite forma lentículas métricas, com orientação NW-SE, interestratificada com níveis vulcano-sedimentares ricos em sulfuretos complexos (pirite). Existe, ainda, no concelho de Vinhais, em Edrosa, uma antiga exploração de barite que também surge em massas estratoconformes e associadas a sulfuretos complexos (Meireles, 2013), tal como as ocorrências do lado espanhol (Moro Benito *et al.*, 1994).

Esta exploração tinha categoria de reserva mineral provada e como entidade exploradora a empresa OMYA COMITAL MINERAIS E ESPECIALIDADES, SA.

De acordo com o relatório do IGM para o PDM de Bragança, não há reservas de barite que justifiquem o interesse económico (Meireles, *et al.*, 2002), sendo que a extinção do contrato de concessão ocorreu no dia 12 de junho de 2018.

3.2.2 Jazigos Sedimentares

As minas das Barreiras Brancas e Monte da Gandeira/ Guadramil localizam-se em Rio de Onor. As minas correspondem a um depósito de ferro sedimentar siderítico. O jazigo de ferro de Guadramil é um *ironstone* sedimentar. Apresentam como mineralizações principais siderite e limonite. O minério siderítico é singenético e sedimentar marinho; o minério limonítico é supergénico. Tendo a principal bancada de minério, uma possança de 4,6 metros e usando como “*cut-off*” os valores de Fe<30%, as reservas totais foram calculadas em 5,5 milhões de toneladas, das quais 1 milhão de minério limonítico e o restante, 4,5 milhões de toneladas de minério siderítico (Cotelo Neiva & Gouveia, 1950; Gouveia, 1956 *in* Meireles, 2013).

3.2.3 Jazigos magmáticos ligados a rochas básicas e ultrabásicas

As mineralizações de crómio são comuns no concelho de Bragança, uma vez que estas estão associadas às rochas metaperidotíticas do Alóctone Superior do maciço de Bragança. Associado a estas mineralizações de cromite ocorrem mineralizações de platina.

Seguidamente, serão descritas as minas/ocorrências de crómio e platina no concelho de Bragança:

A mina de Pingarela localiza-se em Carrazedo. Nesta mina, as mineralizações principais são cromite e platina, magnetite como secundária. As ocorrências de crómio

apresentam diferentes tipos e géneses: ocorrem associadas a rochas peridotíticas na forma de lentículas ou disseminadas nas rochas hospedeiras. Com este tipo de génese conhecem-se cromites em dunitos serpentinizados com estrutura zonada na Pingarela e bolsadas dispersas de cromititos, também em dunitos, em Campos. Esta mineralização é podiforme, típica dos ofiólitos (Meireles, *et al.*, 2002).

A mina de Tamboril localiza-se também na freguesia de Carrazedo. Nesta mina, as mineralizações principais são cromite e as secundárias são de magnetite, platina e talco. As ocorrências de crómio ocorrem sob a forma de lentículas ou disseminadas nas rochas hospedeiras (Meireles, *et al.*, 2002).

A mina de Franjado localiza-se em Gostei. Nesta mina, as mineralizações principais são cromite e as secundárias são de magnetite, platina e talco. As ocorrências de crómio ocorrem sob a forma de lentículas ou disseminadas nas rochas hospedeiras (dunitos) (Meireles, *et al.*, 2002).

A mina de Cabeço do Tojal, em Samil, apresenta como mineralizações principais magnetite, cromite e esfena como mineralizações secundárias. As ocorrências de ferro estão associadas ao magmatismo e apresentam-se sob a forma de lentículas, isto é, pequenas lentículas de magnetite no seio do norito que intruiu anfibolitos e peridotitos (Meireles, *et al.*, 2002).

3.2.4 Jazigos hidrotermais filonianos

Filões hidrotermais de quartzo com cassiterite e volframite: Estas mineralizações ocorrem em filões de quartzo, exo e endogranitos, associadas a granitos variscos, consideram-se de génese epigenética e hipotermal, ou seja, estas ocorrências são tardias à formação das rochas encaixantes e ocorrem associadas a fluidos magmáticos hidrotermais.

As minas da Ribeira- Ribeira, Castelhão, Telheira, Cachão, Sardinho e Cresto Mau, localizam-se nas localidades de Coelhooso e Parada. Estas mineralizações encontram-se em filões de quartzo instalados em fraturas controladas e/ou geradas por cisalhamentos D₃. Estendem-se por uma faixa de 900 metros de comprimento e 200 metros de largura, orientados N30° a 50°W e N20°E, subverticais e subhorizontais e com possança variável na ordem dos decímetros e metros. No auge da exploração, produzia cerca de 4.000 t. de concentrados mistos de estanho e tungsténio, na proporção de 3 de estanho para 1 de tungsténio (Fox, 1969).

As minas de Paredes/ Teixugueiras localizam-se nas freguesias de Parada, termo e lugar de Paredes. As ocorrências de estanho e tungsténio ocorrem associadas

à antiforma da D₃ Varisca (Ribeiro & Pereira, 1981) e apresentam como orientações N20° a 30°E e inclinações de 50° E; a possança dos mesmos varia de 0.20 a 0.80 metros. As principais mineralizações são a cassiterite e a volframite, sendo que o principal período de laboração destas minas ocorreu durante a 2ª Guerra Mundial, não se conhecendo as suas reservas. O contrato desta concessão extinguiu-se a 29 de abril de 2019.

As minas das Fontainhas/ Carrilada, Cabecinho e Cabeço da Oreta da Prata, localizam-se em Parada, são minas de estanho e tungsténio que produziam pequena quantidade de concentrados de estanho (cassiterite) e tungstênio (volframite). As minas das Fontainhas produziram concentrados de cassiterite e mais raramente, volframite, a partir de filões de quartzo instalados em fraturas D₃; associados aos granitos variscos; esta exploração ocorreu a céu-aberto e subterrânea. As minas de Oreta de Prata produziu os concentrados a partir de exploração a céu-aberto de *stockwork*.

As minas de Pinela correspondem às ocorrências de “Pica Porcos/ Cabeça do Sardão” e “As Casas”, situam-se na freguesia de Pinela. As produções de concentrados de volframite e cassiterite foram em pequenas quantidades. A ocorrência de “Pica Porcos / Cabeça do Sardão” ocorre também ligada a granitos variscos, em filões de pegmatitos, instalados em fraturas. A ocorrência de “As Casas”, ocorrem na forma de *stockworks* quartzosos e filões quartzosos instalados em fraturas de cisalhamento D₃.

Em Coelhooso e Parada localizam-se as antigas concessões de “Vinha de Quelhinha”, “Lomba do Sio” e “Vales” de produção de tungsténio, ainda que em pequenas quantidades; as ocorrências encontram-se associadas a granitos variscos e em filões de quartzo instalados em fraturas.

A mina do Cabeço localiza-se na freguesia de Quintela de Lapaças. Nesta mina, as ocorrências são de filões de quartzo com volframite, associados a granitos variscos e *stockwork* de quartzo. De acordo com o relatório do IGM para o PDM de Bragança, foram produzidas 16 toneladas de concentrados com teores em WO₃ (trióxido de tungsténio) compreendidos entre 49,52% e 60,25%.

As minas do Portelo, também conhecidas por minas de Montesinho, pertencem ao campo mineiro de Montesinho, chegaram a ser as minas mais produtivas de estanho no país; de 1959 até ao seu encerramento em 1985, produziram mais de 3.000 toneladas de cassiterite com um teor médio de 70% de estanho metal; o teor médio de minério era de 1,5 a Kg/t. (Meireles *et al.*, 2002). Nos anos 80, a nova empresa que adquiriu os direitos de exploração, a Sociedade Portuguesa de Empreendimentos, estabeleceu uma parceria com a então Direção Geral de Geologia e Minas

(Serv.Geol.de Portugal), com o objetivo de definir o controlo da mineralização e estabelecer reservas mineiras, o que possibilitou que se tornasse o depósito mineral mais bem estudado da região. A mineralização ocorre num sistema filoniano quartzoso controlado por um cisalhamento N80°E associado à fase D₁ da orogenia varisca e apenas nos xistos ardosíferos do Ordovícico Médio (Pereira *et al.*,1984). Foram exploradas a céu aberto 188.610 t. de minério e definiram-se cerca de 1 800 milhões de t. em reservas prováveis e potenciais (Pereira,1981, 1984, *in* Meireles *et al.*, 2002). A paragénese é muito simples: quartzo, moscovite, cassiterite, berilo e ocorrências esporádicas de arsenopirite e siderite (Cerveira,1967; Conde *et.al.*,1971, *in* Meireles, 2000a).

Filões hidrotermais com sulfuretos, ricos em Ag e Au

As minas de França, próximo desta localidade, integram as concessões de Covas Altas, Fonte Cova, Pingão dos Quintais e Vale do Cancelo e inserem-se na província metalogénica aurífera do noroeste da Península Ibérica. De acordo com o relatório do IGM para o PDM de Bragança, a atividade mineira remonta pelo menos à ocupação romana, como é comprovado pelos vários vestígios encontrados nas redondezas da aldeia. Todas as concessões apresentam como mineralizações principais ouro e prata. As ocorrências são do tipo filonianas - *stockworks* e massas silicificadas em metassedimentos paleozoicos, afetados por cisalhamento, carreamentos ou desligamentos tardios. Em Covas Altas, os teores em ouro variavam entre 5 a 30 g/t.. Durante o período de exploração, entre os anos de 1946 a 1951, o teor era de 5 a 10g./t. de Au (Banco Burnay, 1910; 1948 *in* Meireles,2000a). Na concessão, Pingão dos Quintais, foram reconhecidos 10 filões de quartzo de orientação N75°E/60°N; quatro destes filões foram explorados; o seu teor era de cerca de 10g./t. de ouro e 50g./t. de prata (Carvalho, 1979, *in* Meireles, 2000a). Até 1951, a exploração concentrou-se essencialmente no filão “Pingão dos Quintais”, reconhecido ao longo de 350 m de galerias e até uma profundidade de 45 m (em 3 pisos), com uma espessura média de cerca de 1 m e mineralizado em pirite, calcopirite, galena, arsenopirite e siderite (Carvalho, 1979, *in* Meireles, 2000a).

Em Alto das Vinhas, perto de Quintela de Lampaças, encontram-se ocorrências de ouro e prata. Estas ocorrências encontram-se em brechas tectónicas quartzosas polifásicas (Meireles *et al.*, 2002). Estão associadas a filões, *stockworks* e massas silicificadas em metassedimentos paleozoicos, afetados por cisalhamentos, carreamentos ou desligamentos tardios. Apresenta como mineralizações primárias ouro e prata e como secundárias, arsenopirite, bornite, calcopirite, dolomite, esfalerite, galena, hematite, pirite e siderite.

Filões de quartzo com calcopirite

A mina de Vila Meã localiza-se em Deilão e apresenta como mineralizações principais, calcopirite e como secundária esfalerite, galena argentífera, malaquite, ouro e pirite. Existem 5 filões quartzosos com calcopirite. A principal mineralização coincide com a falha de Vila Meã, de orientação N10°E;30°W uma estrutura em rampa lateral com componente direita (Meireles, 2013).

As minas de Cabeço do Seixo e Deveza de Cima localizam-se em Samil e ambas apresentam ocorrências de cobre independentes de atividade ígnea, sob a forma de filões. Para a mina de Cabeço do Seixo, as mineralizações principais são de calcopirite e malaquite e as secundárias são de galena e pirite. Nesta concessão existe um filão de quartzo cuprífero. A mineralização é alpina e ocorrente com a zona da falha da Vilariça. Na mina de Deveza de Cima, as mineralizações principais são de calcopirite e calcosina (cobre vítreo) e as secundárias de malaquite e pirite. As mineralizações são alpinas e existem dois filões quartzosos cupríferos instalados na zona da falha da Vilariça.

Filão de quartzo e antimónio

As minas de Candedo e Vale da Mulher localizam-se em Outeiro e ambas apresentam ocorrências de antimónio sob a forma de filões, *stockworks* e massas silicificadas em metassedimentos paleozoicos, afetados por desligamentos tardios. A mina de Vale da Mulher apresenta como mineralização principal antimonite e como secundária prata. Estas mineralizações são alpinas, ocorrentes na proximidade da falha e ocorrem num filão quartzoso. A mina de Candedo tem como mineralizações principais estibina e berthierite e como secundárias de barite, pirite e prata. Nesta mina, as mineralizações são alpinas e encontram-se em dois filões quartzosos brechóide (Meireles, *et al.*, 2002).

3.2.5 Estruturas em brecha tectónica, ferruginosa e filões de quartzo associadas a cavalgamentos e cisalhamentos D₂/D₃ variscos

A ocorrência de ouro e ferro, designada de “Rio Silos”, deve o seu nome por se situar próxima da Ribeira de Silos, em Rio de Onor. Trata-se de uma antiga concessão, da qual existem vestígios de atividade mineira que remontam à época da ocupação romana, conforme notícia explicativa da Folha 4-C.; apresenta como principais mineralizações ouro e pirite. As ocorrências de ouro ocorrem em filões de quartzo (auríferos) instalados em zona de cisalhamento dúctil D₃ (Meireles, 2000b).

As minas de Monte Queimado situam-se próximo de Rio de Onor, nas quais os trabalhos mineiros foram meramente superficiais, nomeadamente, sanjas. Também nas proximidades de Babe foram encontrados vestígios de atividade mineira. Ambas

atividades incidiram em brechas ferruginosas, no preenchimento da caixa de falha de cavalgamentos da D₂, alguns deles reativados durante a D₃ varisca, como cisalhamentos. Estas brechas, nalguns locais, pela sua grande concentração e pela sua extensão ao longo da direção das falhas, não terão interesse económico para manganês, mas poderão ter potencialidades para metais nobres (Meireles, 1991; Meireles & Carvalho, 1992; Pereira *et al.* 1993; Pereira & Meireles, 1998, *in* Meireles, 2000a).

As minas da Paradinha localizam-se em Outeiro. Nestas foi realizado um trabalho de pesquisa mineira, pelo Serviço de Fomento Mineiro. Nesta mina encontra-se um filão/ brecha de quartzo mineralizado em calcopirite e galena com orientação N80°E;70°S (Meireles, 2013).

As minas de Quintanilha e Carreirão do Ferradal localizam-se em Quintanilha. As ocorrências nestas minas são de chumbo, sendo as suas mineralizações principais galena e secundárias esfalerite, pirite e prata. Estas ocorrências são independentes de atividade ígnea e surgem na forma de filões. Como referido anteriormente, as mineralizações são alpinas e ocorrem em filões de quartzo plumbíferos.

3.2.6 Placers

As minas de Guadramil e Barranco de Pingemouros localizam-se em Guadramil; a sua exploração ocorreu no séc. XIX. Foi explorado o ferro (limonite) num depósito de vertente (eluviação) do tipo laterítico, isto é, ocorre uma “brecha” superficial ferrífera, constituída por fragmentos de xistos cimentados por limonite (mineralização principal destas minas), assente em xistos grafitosos e piritosos. A sua formação é recente e encontra-se associada à lixiviação das brechas de ferro do carreamento da Ribeira de Silos, a base do parautoctone sobre o autóctone (Meireles, 2000b; Meireles, 2013).

A ocorrência de “Cabanas” (Pinela), é caracterizada por ter uma génese sedimentar detrítica, uma vez que corresponde a aluviões com wolframite e cassiterite.

3.3 Recursos energéticos

Em Pereiros, Rebordainhos, encontram-se ocorrências em urânio associadas a granitos e disseminadas (Meireles, *et al.*, 2002). A génese caracteriza-se como epigenética e supergénica. As mineralizações principais (autunite, torbernite, saleite) encontram-se disseminados em xistos negros, que contactam com o granito que ocupa o bloco tectónico limitado a oeste pela falha da Vilariça e a Este por outra falha.

3.4 Ocorrências Minerais

No concelho de Bragança conhecem-se mais 16 ocorrências minerais (Tabela 1). Estas ocorrências estão apresentadas por categorias e dimensão; salienta-se que, os depósitos minerais e as massas minerais também podem ser categorizados da mesma forma que, as ocorrências, abaixo, apresentadas. Em termos de categoria temos:

- Recurso mineral medido, que é estimado como sendo de interesse geológico intrínseco, com base numa pesquisa pormenorizada, reveladora de todas as características relevantes do depósito com elevados grau de exatidão. Esta categoria está interligada com áreas condicionadas para a indústria extrativa.
- Ocorrência mineral corresponde a uma mineralização que justifica uma investigação subsequente.

Tabela 1- Ocorrências minerais no concelho de Bragança (fonte: base de dados LNEG: <https://geoportugal.lneg.pt/pt/bds/siorminp/#!/> e Meireles,2000a;2000b)

Denominação	Localização	Categoria/dimensão	Substância	Mineralizações principais	Entidade exploradora	Génese
Zoio	Zoio	Mineral/pequena	Zinco, chumbo, prata	Esfalerite, galena	Indefinido	Epigenética, vulcanogénica
Vila Franca	Quintela de Lapaças	Mineral/pequena	Estanho	Cassiterite	Indefinido	Epigenética, hipotermal. Sedimentar detrítica
Varge	Varge	Mineral/pequena	Chumbo, zinco	Galena, esfalerite	Indefinido	Epigenética, vulcanogénica
Veigas	Veigas	Mineral/pequena	Estanho, tungsténio	Cassiterite, volframite	Indefinido	Epigenética, hipotermal
Vale de Ovelhas	Bragança (Sé)	Mineral/pequena	Crómio	Cromite	Indefinido	Singenética, separação magnética
São Lourenço	Samil	Mineral/pequena	Crómio	Cromite	Indefinido	Singenética, separação magnética
Soalheira	Meixedo	Mineral/pequena	Crómio	Cromite	Indefinido	Singenética, separação magnética

Sardoal	Parâmi o	Mineral/pequ ena	Crómio	Cromite	Indefini do	Singenética, separação magnética
Sardoali nho de Cima	Donai	Mineral/pequ ena	Crómio	Cromite	Indefini do	Singenética, separação magnética
Fragas do Inferninh o e Penenci a	S. Pedro de Sarrace nos	Mineral/pequ ena	Crómio	Cromite	Socieda de das Minas de Cromite de Bragan ça	Singenética, separação magnética
Ladeira	Conlela s e Castrel os	Mineral/pequ ena	Crómio	Cromite	Serviço de Foment o Mineiro	Singenética, separação magnética
Cabeço de Pereiras	Samil	Mineral/pequ ena	Crómio	Cromite	Serviço de Foment o Mineiro	Singenética, separação magnética
Cabeço de Medeiros	Castrel os	Recurso mineral medido /pequena	Crómio	Cromite	Socieda de Cromite Contine ntal	Singenética, separação magnética
Cabeço das Beatas, Pinhal da Câmara e Carreira	Bragan ça	Mineral/pequ ena	Crómio	Cromite	Serviço de Foment o Mineiro	Singenética, separação magnética
Cidadelh a	Pinela	Mineral/pequ ena	Estanh o	Cassiterit e	Indefini do	Epigenética, hipotermal. Sedimentar detrítica
Babe	Babe	Mineral/pequ ena	Manga nês, ouro	Pirolusite, ouro	José Manuel Rodrigu es	Epigenética, de possível secreção lateral a partir de tufo.

3.5 Contratos em vigor: de exploração, de prospeção e pesquisa (de acordo com DGEG)

Tabela 2- Contratos em vigor no concelho de Bragança (Fonte: DGEG)

Denominação	Concessionário/Requerente	Data do Contrato	Área Total Km2	Substância	Tipo de contrato
Sete Fontes	Omya	30/05/1995	8,31245	Talco	De exploração
Argozelo II	EDM-Empresa de Desenvolvimento Mineiro, SA	8/10/2019	250,917	Estanho, tungsténio, ouro, prata, antimónio, cobre, chumbo, zinco e minerais associados	De prospeção e pesquisa
Vinhais	Minerália- minas, geotecnia e construções, LDA	28/03/2019	182,256	Crómio, chumbo, zinco, cobre, ouro, prata, platina, níquel, cobalto. Outros.	De prospeção e pesquisa

Massas Minerais

3.6 Pedreiras, barreiros e areiros ativos e inativos

A legislação relacionada com massas minerais tem por base os decretos-lei: nº340/2007 de 12 de outubro de 2007, nº270/2001 de 6 de outubro de 2001, a portaria 1083/2008, de 24 de setembro de 2008 e a declaração de retificação nº20-AP/2001, de 30 de novembro de 2001; o Decreto-lei nº 270/2001, de 6 de outubro que foi alterado e republicado pelo Decreto-lei nº 340/2007, de 12 de outubro. Existem outras diretivas legais complementares, associadas a massas minerais. Estas legislações, além de outras, estabelecem o regime jurídico de pesquisa e exploração de massas minerais (rochas e ocorrências minerais não qualificadas legalmente como depósitos minerais).

As pedreiras são classificadas de 1 a 4, sendo de revelar o critério da dimensão, do risco e do impacto ambiental (tabela 3). Assim, temos:

Tabela 3- Classificação de pedreiras

Classes	Crítérios
Classe 1	Pedreiras com áreas superiores ou iguais a 25 hectares.
Classe 2	- Pedreiras subterrâneas ou mistas e as que, sendo a céu aberto, tenham uma área inferior a 25 hectares e excedam qualquer dos seguintes limites: - Área de 5 ha; - Profundidade de escavação de 10 m; - Produção anual de 150.000 t; 15 trabalhadores; - Utilização anual de 2.000 kg de explosivos no método de desmonte.
Classe 3	Pedreiras a céu aberto que não excedam nenhum dos limites acima referidos.
Classe 4	Pedreiras de calçada e de laje se enquadradas na definição e limites da classe 3.

Classe 4

Classe 3

Classe 2

Classe1

Dimensão

Risco

Impacte ambiental

As pedreiras podem apresentar, assim como as minas, licenças de pesquisa ou licenças de exploração.

- A licença de pesquisa tem como objetivo permitir ao explorador efetuar estudos e trabalhos, anteriores à fase de exploração, que têm como o dimensionamento, a determinação das características e a avaliação do interesse económico e do aproveitamento da massa mineral (pedreira) em questão. Estas licenças são da competência da DGEG.
- Uma licença de exploração, corresponde ao título que legitima o seu titular, explorador, a explorar uma determinada pedreira, isto é, a extrair a massa

mineral de acordo com o plano de pedreiro aprovado nos termos da lei e de licença. Estas são da competência da DGEG, quando se trata de pedreiras de classes 1 e 2. Porém, se forem pedreiras que não se situem em áreas cativas ou de reservas e sejam de classes 3 e 4, as licenças são da competência da Câmara Municipal.

Salienta-se que a decisão sobre o plano de lavra, com carácter vinculativo para a entidade licenciadora é competência da DGEG, e são da competência da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) as decisões relativas ao plano ambiental e de recuperação paisagística (PARP).

De acordo com a Divisão de Pedreiras do Norte, existem no concelho de Bragança, 13 pedreiras e enquadram-se nas seguintes categorias:

- Notificação ao proprietário: 1;
- Em insolvência/liquidação: 2;
- Em exploração: 6;
- Em suspensão não autorizada: 1;
- Em abandono: 3.

No âmbito deste estágio foram contactadas as empresas titulares das 6 concessões em exploração, por forma a obter informações sobre as mesmas (tabela 4).

Tabela 4- Pedreiras ativas no concelho de Bragança (fonte: empresas concessionárias e DGEG)

Nº Cadastro	Nome	Classe	Situação de atividade	Localização	Nº de Colaboradores	Substância(s) produzidas e produções anuais	Valor faturado	Titular
5161	Rica - Fé	3	Em exploração	Bragança	0*	Serpentinitos; Produção ano 2020: 8 m3 para muro à vista e 250 m3 de rachão e 250 m3 de detrito de pedreira para aplicação própria dos	64,00+IVA	Maria Emília G. F. Figueiredo Carmona e Filhos

						proprietários na Quinta da Rica-Fé		
5558	Vale do Malho	2	Em exploração	Sendas	3	Areia grossa, mistura grossa, mistura fina, areão fino lavado, areão grosso lavado, areão fino sujo, areão grosso sujo, godo, saibro fino (natas- resíduo vendável). Produção total 2020: 21 823,62 ton	150 187,82 euros	Saibreira – Sociada de Brigantina de Extração de Areias – Lda.
5755	Pedreira de Paçô ou Sortes	2	Em exploração	Mós	8	Agregados graníticos britados para construção com as seguintes granulometrias ; 0/6,6/10,10/14, 14/20, 20/32,0/32, 0/200,100/200. Produção 2020: 120.000 toneladas	670.000 euros	Jeremias de Macedo & C.ª, Lda.
4896	Vale de Bogalhos	2	Em exploração / Suspensa (1)	Mós e Sortes	18 (3)	Agregados com as granulometrias (0/250; 0/40; 0/4; 0/6; 6/10; 6/14; 10/14; 14/20; 20/32; 32/63mm) necessárias para incorporação em massas betuminosas, betões hidráulicos, redes de drenagem, base e sub-bases das estradas e	Valores: *588.000 euros; (2) - 4.028.000 euros.	Mota-Engil-Engenharia e construção, S.A

						muros de gavião. Produções referentes: *150.800 ton; (2) - 950.000 ton.		
--	--	--	--	--	--	---	--	--

Rica-Fé: * Como a extração não é para aplicação própria dos proprietários, o desmonte, a escavação e o transporte fica a cargo do comprador.

Vale de Bogalhos :(1) Esta pedreira, para esta empresa, esteve em exploração plena desde 2009 a 2013, tendo nos anos seguintes uma produção residual, isto é, desde 2014 que a produção é residual, estando então a atividade reduzida a escoamento de stocks existentes para fornecimento de obras da própria empresa. Atualmente encontra-se suspensa, devido á escassez de mercado que torna negativa a sua viabilidade económica, mas a qualquer momento pode ser reativada se na região houver necessidade; * os dados obtidos são relativos ao último ano em que a exploração foi plena (2013); (2) Dados referentes ao intervalo de tempo entre 2009 e 2013; (3) Dados referentes ao intervalo de tempo entre 2009 e 2014.

As pedreiras consideradas inativas encontram-se na tabela 5 e correspondem às consideradas pela Divisão de Pedreiras do Norte e mais 2 que a própria empresa declarou estarem inativas.

Tabela 5- Pedreiras inativas (Fonte: empresas concessionárias e DGEG)

Nº Cadastro	Nome	Titular	Classe	Situação de atividade
933	Cova da Lua	João Miguel Pires & Irmãos, Lda.	2	Notificado o proprietário
3398	Donai nº2	Empresa de Granitos Polidos e Cantarias, Lda.	2	Em insolvência/liquidação
2733	Donai	Empresa de Granitos Polidos e Cantarias, Lda.	3	Em insolvência/liquidação
3211	Orca	Empresa de Granitos Polidos e Cantarias, Lda.	3	Em abandono
4916	Lagomar	CalNorte- Calcários e Mármore do Norte de Portugal, Lda.	2	Em suspensão não autorizada

6656	Feital	Nordestebrita, Comércio e Exploração de inertes, Lda.	2	Inativos
6832	Joguinhos	Elias Santos Pinto, F ^{os} ., S.A.	2	Inativa
1724	Penacal	Abrical-Areias, Britas e Calcários, Lda.	3	Em abandono
1838	Campo Redondo	Cerâmica do Campo Redondo	3	Em abandono

3.7 Potencial geológico económico do concelho: áreas condicionantes

Segundo a “Classificação- Quadro Internacional das Nações Unidas para reservas/recursos” (Lemos de Sousa e Noronha, 1998 *in* Meireles, 2013), os recursos minerais da região podem ser agrupados em três categorias: reservas, recursos e ocorrências.

Relativamente à reserva para a indústria extrativa, existe apenas um contrato de exploração na região, a concessão Sete Fontes, para exploração de talco.

Os restantes recursos minerais enquadram-se na categoria de “recursos”, dada a conjuntura económica atual do mercado, ainda que existam reservas quantificadas de minério, como o jazigo de estanho de Portelo e o jazigo de ferro das Barreiras Brancas. Assim sendo, tem-se as seguintes categorias:

Recurso mineral medido (estimado como sendo de interesse económico intrínseco, com base numa pesquisa pormenorizada, reveladora de todas as características relevantes do depósito com elevados grau de exatidão) (Meireles,2013).

Jazigo de estanho de Portelo, onde estão calculadas cerca de 300.000 t de minério por explorar com um teor em metal de 3,77 kg/t em Sn, em apenas duas das antigas concessões (Parra *et al.*, 1990, *in* Meireles,2013);

Jazigo de Ferro das Barreiras Brancas, Guadramil, onde estão definidas 5,5 Mt de minério de ferro;

Recurso mineral indicado (quando estimado como sendo de interesse económico intrínseco, com base numa pesquisa geral, reveladora das características geológicas gerais e de uma primeira estimativa das dimensões, configuração, estrutura e teor do depósito) (Meireles,2013).

Minas de Portelo para estanho – apresenta como reservas prováveis 1,8 Mt para estanho (Pereira, 1981, 1984, in Meireles *et al.*, 2002);

Minas de prata e ouro de França - os teores elevados em ouro e prata e o que foi apenas explorado, um a dois filões em dez conhecidos, justificam a necessidade de mais trabalhos de prospeção e pesquisa para uma correta avaliação da extensão dos filões, dos teores e das reservas;

Recurso mineral reconhecido (quando baseado num estudo de reconhecimento tendo por objetivo a identificação de áreas de forte potencial de mineralização) (Meireles, 2013).

Ribeira de Silos e a área entre Rio de Onor e Guadramil, com potencialidades para ouro e prata;

Ocorrências não económicas e índices mineiros (Meireles, 2013).

Chumbo, Zinco, Prata - Minas de Quintanilha, Minas de Paradinha e Varge; Cobre (Vila Meã); Manganês (Rio de Onor e de Babe); sulfuretos (Alto da Caroeira).

Com base nesta informação foi possível definir um conjunto de áreas com interesse económico (Anexo II e III). Assim foram definidas as seguintes áreas (Meireles *et al.*, 2002, 2013):

Áreas de concessão ou de contrato de exploração – são os espaços do território devidamente licenciados, nos termos da legislação vigente, à exploração de recursos geológicos. São espaços cuja capacidade produtiva está evidenciada, abrangendo quer os presentemente licenciados para exploração, quer os destinados ao estabelecimento de instalações industriais anexas devidamente licenciadas que visem a valorização dos recursos explorados (Meireles *et al.*, 2002a, 2013). Está nesta situação a exploração de Talco.

Áreas condicionadas para a indústria extrativa – correspondem a espaços compreendidos na classe de solo rural com recursos geológicos já identificados com possível interesse económico, sendo por isso vocacionadas para a prospeção de detalhe e pesquisa com vista à definição de zonas a explorar que permitam assegurar a continuação, reposição ou o estabelecimento de novas capacidades produtivas (Meireles *et al.*, 2002a, 2013). Nesta situação foram consideradas o couro mineiro de Montesinho e as Minas de Guadramil.

Áreas com potencial geológico – favoráveis para as atividades de prospeção e pesquisa. Correspondem aos espaços pertencentes à classe de solo rural cujo

conhecimento geológico subjacente seja potencial à ocorrência de recursos geológicos com possível interesse económico e por conseguinte com vocação para se evidenciarem novas reservas suscetíveis de assegurar necessidades do concelho, da região ou do país (Meireles *et al.*, 2002a). Consideraram-se as seguintes áreas potenciais:

1) Minas de França e Rib^a de Silos – os teores de ouro e prata e os dez filões reconhecidos justificam a necessidade de efetuar mais trabalhos de pesquisa para com mais exatidão avaliar as potencialidades e reservas;

2) Soutelo/Aveleda - grosso modo coincidente com a Formação Soutelo terá potencialidades em mineralizações de sulfuretos de chumbo e zinco, ricos em prata (e ouro), a que estão associadas as lenticulas de barite, como as da concessão Alto da Caroeira. Os trabalhos de prospeção realizados definiram anomalias de Ba, Cu, Pb e Zn fundamentalmente em dois sectores, Alto da Caroeira e Soutelo. As potencialidades para a prospeção de sulfuretos polimetálicos em ambiente vulcano – sedimentar não se limitam apenas a esta área (Meireles, 2013).

3) Coroto e Aveleda – áreas que abrangem a Unidade Coroto e a Formação Rio de Onor. A presença de fosfatos nos liditos do Silúrico inferior, a abundância de xistos ampelitosos e carbonosos, a pirite disseminada nestes níveis, a escamação tectónica e os chapéus de ferro limoníticos realçam as suas potencialidades em metais estratégicos.

4) Paradinha/Vale de Frades – é no Membro Malhada da Formação Marão que ocorre o ferro *stratabound* com interesse económico. A deteção da presença de magnetite, quer neste sector, quer em França justificam mais trabalhos de prospeção para avaliar de eventuais níveis de ferro com interesse económico.

5) Espinhosela – embora fora da área deste trabalho, refere-se aqui a presença de *pods* de cromite nas rochas ultramáficas das escamas do alóctone superior que ocorrem na sinforma de Espinhosela.

Áreas com interesse geológico e patrimonial – foi dada atenção à componente patrimonial geológica, assinalando os afloramentos, locais ou áreas com interesse em termos do património geológico natural, como por exemplo o afloramento das *Pedras Escrevidas*, dos mais emblemáticos do Parque Natural de Montesinho (Meireles & Sá, 2001; Sá *et al.*, 2008). Todas as antigas áreas mineiras foram também consideradas nesta categoria de interesse geológico e patrimonial (Meireles *et al.*, 2002a, 2005).

IV. Património Geológico

1. Breve introdução

No território do concelho de Bragança, área em estudo, localiza-se o Parque Natural de Montesinho.

Atualmente já é possível encontrar produção científica sobre os critérios de classificação e inventariação dos locais de interesse geológico (LIG), geossítios ou geomonumentos (Galopim de Carvalho, 1989,1998; Lima, 1996; Cachão *et al.*,1998; Brilha,2016).

Para tomar as decisões corretas sobre a salvaguarda, divulgação ou exploração futura do património natural é necessário conhecimento sobre os locais com interesse; por essa razão considera-se o património geológico uma componente fundamental do património natural. O conhecimento adquirido sobre estes locais deve ser registado, protegido e valorizado.

Em conformidade com o Decreto- Lei n.º 142/2008, de 24 de julho, no seu art. 3.º, alínea i), Geossítio , é definido como “ a área de ocorrência de elementos geológicos com reconhecido valor científico, educativo, estético e cultural”; ainda de acordo com o mesmo normativo legal, na sua alínea, m) património geológico é definido como sendo um “conjunto de geossítios que ocorrem numa determinada área e que inclui o património geomorfológico, paleontológico, mineralógico, petrológico, estratigráfico, tectónico, hidrogeológico, pedológico, entre outros”; ainda de acordo com o mesmo preceituado legal, no seu artigo 20.º, n.º 1, “Entende -se por monumento natural uma ocorrência natural contendo um ou mais aspetos que, pela sua singularidade, raridade ou representatividade em termos ecológicos, estéticos, científicos e culturais, exigem a sua conservação e a manutenção da sua integridade”.

Neste concelho existem afloramentos/locais onde o interesse geológico e patrimonial ultrapassa a escala local da área de estudo, podendo ser considerados de interesse mundial (Anexo IV). São exemplo:

2. Geossítio: Tojal dos Pereiros

Em 2016, iniciou o processo de classificação dos afloramentos Tojal dos Pereiros, com o apoio técnico-científico do LNEG; FCUP; UTAD; UMinho e UAveiro , para a salvaguarda e valorização de alguns destes afloramentos, integrados na zona industrial de Bragança; foram classificados como Monumento Natural Local, por

deliberação unânime da Assembleia Municipal de Bragança, em reunião do dia 26 de junho de 2019, conforme publicação no Aviso n.º 12904/2019, de 13 de agosto de 2019.

Neste local encontra-se um dos mais importantes testemunhos dos processos geológicos da evolução do nosso planeta, em que a colisão de dois continentes, levou ao desaparecimento do oceano Rheic e ao transporte por mais de 200 Km de materiais rochosos de diversas procedências e orogenias (sedimentos de fundos oceânicos, da crosta oceânica e do manto superior - crosta continental inferior).

As rochas presentes no Tojal dos Pereiros são granulitos máficos, granulitos félsicos e blastomilonitos. Os granulitos máficos, são rochas metamórficas, maciças, escuras, de textura granoblástica onde sobressaem as granadas de cor vermelho vivo e onde predominam as piroxenas e as anfíbulas. Embora o método de datação tenha sido posteriormente contestado (Santos *et al.*, 1997), serão das rochas mais antigas do país, com idade 1079 milhões de ano. Os granulitos félsicos são também maciços, de textura granoblástica de cor branco a esverdeado, onde sobressaem as granadas, onde predominam o quartzo e os feldspatos. Os blastomilonitos são rochas miloníticas derivadas de granulitos por intenso processo de deformação pré-varisca.

No âmbito deste estágio foi desenvolvido um *flyer* de forma a dinamizar e divulgar este local, como será evidente no capítulo V.

3. Geossítio: Castelo de Pinela

A paisagem típica da região transmontana, um constante confronto entre as serras, os planaltos e os vales encaixados de rios, resulta da interação da sua geologia complexa com o clima. Graças também à orogenia Alpina, resultante da fracturação do supercontinente Pangea, que terá ocorrido há cerca de 200 Ma, e consequente abertura do oceano Atlântico, falhas foram geradas, outras reativadas e, em conjunto com a variedade litológica e da tectónica crustal, vão surgir formas novas de relevo, sobrepondo-se a outras, mais antigas.

Desta interação, resultam formas de relevo particulares, como são exemplo as cristas quartzíticas, sejam de idade ordovícica ou silúrica. As falhas vão fraturar a crosta em blocos que se movimentam, quer na vertical, quer na horizontal. Tal é o caso dos desligamentos esquerdos ao longo de falhas NNE-SSW que constituem os acidentes tectónicos de Verin-Régua-Penacova e de Bragança-Vilariça-Manteigas. Em particular, no caso desta última falha, que afeta a região de Bragança é evidente uma estruturação do relevo em blocos levantados e abatidos. Estes elementos estão bem marcados na paisagem, por exemplo, a serra da Nogueira com 1320 metros, situada a noroeste do

“Castelo de Pinela”, que corresponde ao bloco ocidental desta falha, tectonicamente soerguido. Como se constata na observação da paisagem, este bloco ocidental soerguido, continua para norte, na serra de Montesinho, a norte de Bragança.

Para além dos blocos soerguidos, existem os blocos abatidos, como o *graben* (depressão tectónica) que ocorre na zona de Baçal, a norte de Bragança e que continua para sul, no bloco abatido de Santa Comba de Rossas. No bloco oriental desta estrutura tectónica, ocorre o planalto de Parada, entre os 400 m e 700 m, onde se localiza o “Castelo de Pinela”. A nordeste do “Castelo” é possível visualizar outra elevação menor, denominada de Pica Porco (823m).

O “Castelo de Pinela”, onde se encontra o marco geodésico ‘Pinela’, corresponde a uma elevação com 964 metros de cota máxima, é um dos exemplos de relevo residual, resistente ao aplanamento, formado por cristas quartzíticas.

O quartzito é uma rocha metamórfica constituída na sua maioria por quartzo e que tem como rocha original mais comum, um arenito quartzoso.

De acordo com a base geológica publicada estas rochas fazem parte da ‘Formação dos Quartzitos Superiores - SPQ’, constituída por quartzofilitos com intercalações de quartzitos de idade silúrica e pertencentes ao Complexo Parautóctone (fig.7). Em estudos mais recentes, esta unidade é correlacionada com a Formação Valvão, considerada como sendo do Silúrico superior – Devónico Inferior provável (Meireles,2013).



Figura 7 – Prováveis quartzofilitos com intercalações de quartzitos (Silúrico superior/ Devónico Inferior?); dimensão do martelo: 29 cm.

4. Afloramento de dunito junto ao Teatro Municipal de Bragança

Foi realizado um estudo geológico detalhado neste afloramento que se encontra contíguo ao Teatro Municipal de Bragança, localizado entre a Avenida Engenheiro Adelino Amaro da Costa, à cota de 698.0 metros e a Avenida Doutor Francisco Sá Carneiro à cota de aproximadamente 680.0 metros. Tem aproximadamente 42,5 metros de comprimento e 8,5 metros de altura. Ressalta-se que este afloramento sofreu alterações derivado da atividade antrópica, nomeadamente obras e escavações.

O estudo geológico centrou-se em 5 pontos representativos do afloramento. Este é constituído, na sua maioria, por dunito e algum metaperidotito. O dunito é uma rocha plutónica, de origem mantélica (manto superior), ultrabásica e ultramáfica constituída (mais de 90%) por olivina. Esta rocha apresenta uma textura fanerítica, ou seja, é possível observar os cristais a olho nu.

O dunito neste afloramento encontra-se alterado por hidratação, isto é, a sua composição mineralógica, a olivina, foi alterada, formando outro mineral hidratado – a serpentina (fig.8). Este mineral é considerado um mineral secundário visto que ocorre por alteração de outro, surge associado a metamorfismo regional e pertence em termos mineralógicos ao grupo dos filossilicatos, dos quais também fazem parte as micas, como a moscovite e a biotite encontradas em granitos.

O ponto 1 encontra-se a uma altura de aproximadamente 6 a 6,5 metros acima da cota do passeio(fig.8).



Figura 8 - Localização do Ponto 1; O muro em granito tem a altura 1,50 metros.

Neste ponto o dunito apresenta foliação com atitude $N94^{\circ}E; 40^{\circ}SW$. Mediu-se ainda um plano de falha com atitude $N186^{\circ}E; 40^{\circ}SE$ (Fig 9.).



Figura 9-Dunito com foliação (a vermelho, tracejado) e plano de falha (a amarelo); dimensão do martelo: 29cm.

O Ponto 2 situa-se aproximadamente entre 0,5m e 1m abaixo do ponto 1 (Fig.10).



Figura 10 - Localização do ponto 2.

A foliação do dunito, neste ponto, tem como atitude de $N10^{\circ}E$; $30^{\circ}E$. A partir da direção desta foliação e da anterior e com recurso à rede estereográfica foi possível determinar as atitudes do plano axial da dobra, $N134^{\circ}E$; $81^{\circ}NE$ e do eixo da mesma, $27^{\circ} \rightarrow N130^{\circ}E$. Ressalva-se que a dobra em parte, encontra-se erodida sendo que os dois flancos ainda se encontram preservados. Neste ponto são perceptíveis, planos de falha com um espaçamento de 1,80 metros entre eles (Fig.11). A dobra corresponde a uma deformação bastante frequente em rochas ultramáficas, uma vez que estas apresentam um comportamento dúctil elevado. Os planos de falha são posteriores à dobra.



Figura 11 - Flancos da dobra (linhas amarelas), foliação do dunito (linha vermelha, tracejada) e espaçamento entre os planos de falha (seta verde); dimensão do martelo: 29cm.

A localização do ponto 3 encontra-se 5 metros acima do passeio e a sensivelmente aos 25 metros de comprimento dos pontos anteriores (fig.12).

Neste ponto é perceptível um plano de falha paralelo (fig.13), ao plano de falha do ponto 2. O espaçamento entre as falhas é de 8cm. O dunito apresenta serpentinização nas falhas que são visíveis na face do dunito. A foliação tem como atitude $N28^{\circ}W$; Subvertical.



Figura 12 - Localização do Ponto 3.



Figura 13 - Plano de falha (retângulo amarelo) e serpentinização do dunito; dimensão do martelo: 29 cm.

Entre este ponto e o ponto anterior, foi possível identificar duas zonas, 1 e 2, onde foram medidas 30 fraturas (tabela 6, figs.14, 15 e 16) e a partir das mesmas elaborado com recurso ao programa DIPS 7.0 um diagrama de rosetas (Fig.17).



Figura 14 - Localização das zonas de fraturação do afloramento.

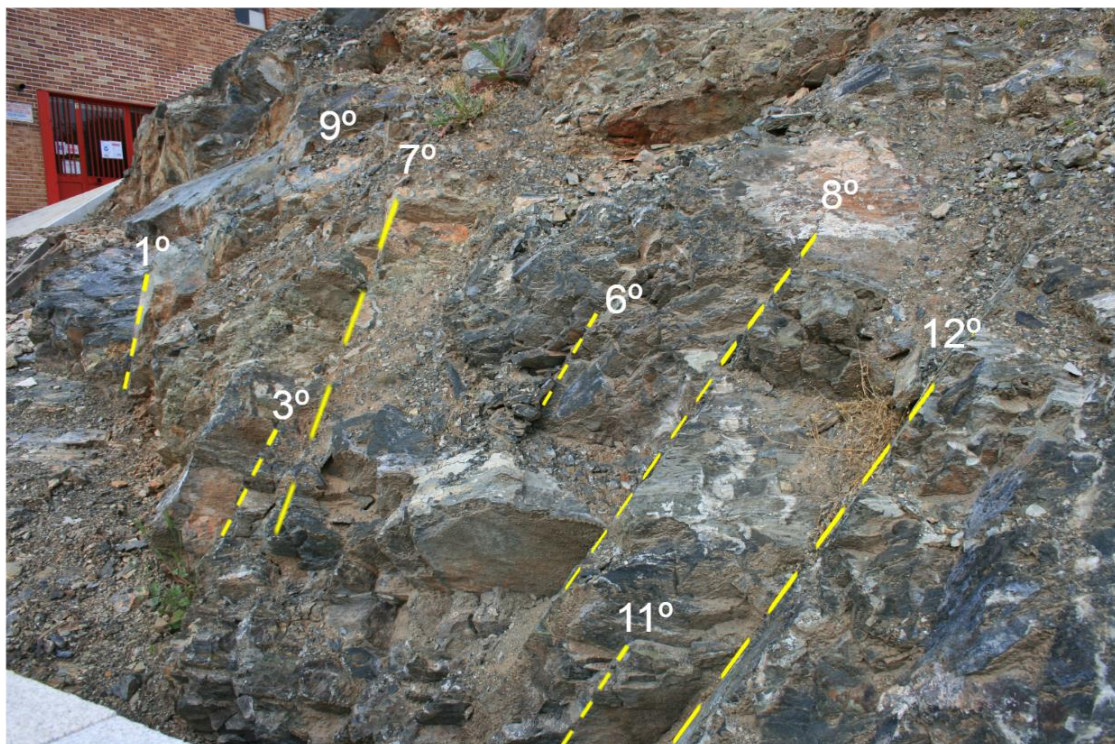


Figura 15 - Exemplo das fraturas observáveis na zona 1 do afloramento, os números correspondem à numeração das fraturas na tabela 6.

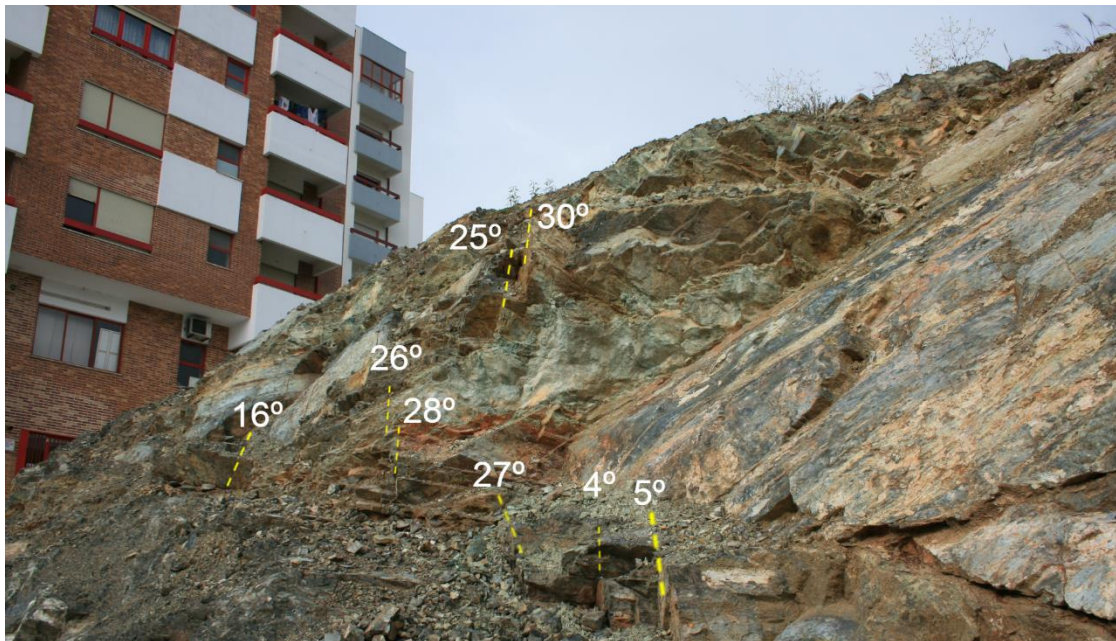


Figura 16 - Exemplo das fraturas observáveis na zona 2 do afloramento, os números correspondem à numeração das fraturas na tabela 6.

Tabela 6- Atitudes de fracturação

Numeração das fraturas	Direção	Inclinação	DIP	DIP Direção
1	N94°E	38°S	38	184
2	N132°E	34°S	34	222
3	N100°E	42°S	42	190
4	N70°E	50°S	50	160
5	N80°E	52°S	52	170
6	N116°E	32°S	32	206
7	N100°E	38°S	38	190
8	N154°E	26°S	26	244
9	N120°E	56°S	56	210
10	N90°E	40°S	40	180
11	N110°E	42°S	42	200
12	N138°E	38°S	38	238
13	N126°E	24°SW	24	216
14	N62°E	85°SE	85	152
15	N80°E	86°SE	86	170
16	N100°E	26°S	26	190
17	N66°E	64°S	64	156
18	N68°E	85°SE	85	158
19	N74°E	84°S	84	164
20	N60°E	38°S	38	150
21	N62°E	84°S	84	152

22	N68°E	85°SE	85	158
23	N60°E	85°SE	85	150
24	N68°E	52°S	52	158
25	N95°E	70°S	70	185
26	N88°E	80°S	80	178
27	N70°E	87°SE	87	160
28	N90°E	86°S	86	180
29	N50°E	85°SE	85	140
30	N96°E	86°SE	86	186

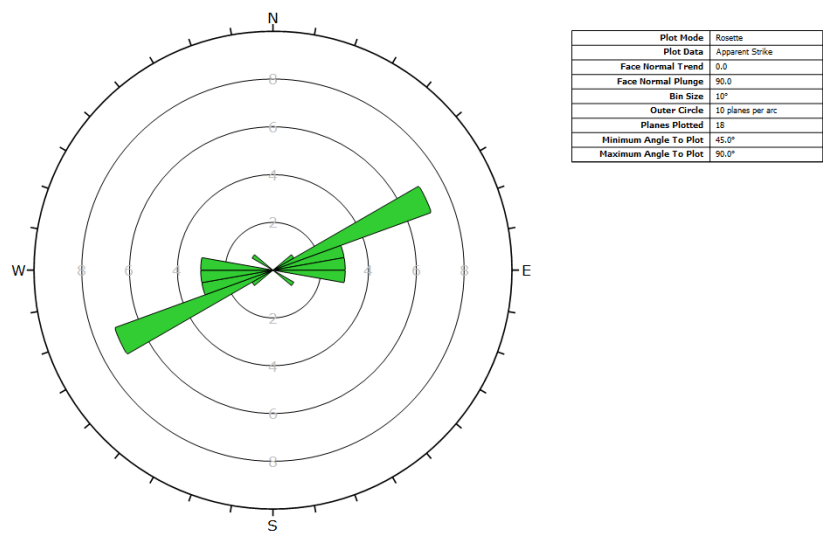


Figura 17 - Diagrama de rosetas.

Por interpretação do diagrama de rosetas existem 3 famílias de diaclases. A primeira família, e a que sobressai mais por observação do diagrama, visto ser o ramo mais extenso, corresponde à orientação preferencial das fraturas (N60°E- N70°E); a segunda família, corresponde aos três ramos com a mesma extensão e que a direção

varia de N70°E- N100°E, ainda que preferencialmente (por cruzamento de dados com a tabela 6) a direção preferencial varie entre N90°E-N100°E; a terceira família de diaclases, por não apresentar dados suficientes, corresponde aos ramos mais pequenos do diagrama e apresenta direção entre N50°-N60°.

O ponto 4 encontra-se aproximadamente 1 metro abaixo da falha assinalada na estação anterior. Não é visível na sua totalidade derivado do muro de granito (fig.18).

Neste ponto é perceptível uma caixa de falha com atitude N44°E;14°SE, em que na parte inferior da caixa o dunito aparece fraturado (fig.19).



Figura 18 - Localização do ponto 4.



Figura 19 - Traço do plano de falha N44°E;14°SE (amarelo); dimensão do martelo:29 cm.

O ponto 5 encontra-se no lado mais a norte do afloramento e corresponde ao ponto mais elevado, medindo aproximadamente 8 metros (fig.20).



Figura 20 - Localização do ponto 5.

Neste ponto a falha tem como atitude $N154^{\circ}E$; subvertical. Neste local foram perceptíveis estrias subhorizontais, geradas pelos movimentos de desligamento horizontal segundo os planos de falha visíveis no afloramento (fig.21).



Figura 21 - Estrias (a laranja) no plano de falha (retângulo amarelo); dimensão do martelo: 29 cm.

5. Geossítio: Convento de São Francisco

O convento de São Francisco situa-se na cidade de Bragança. Foi recentemente objeto de estudo arqueológico por parte da Câmara Municipal de Bragança, tendo sido reconhecidas várias galerias. Duas delas encontram-se no convento. Foi reconhecida uma terceira, nas imediações do mesmo (Fig. 22), dentro do recinto da Escola Secundária Miguel Torga, não tendo sido alvo de observação/identificação do material geológico que a constitui. Na Figura 22 é visível a galeria denominada por 1 que apresenta um portão metálico de entrada e identificada como 2, a galeria que atravessa o fosso observável na entrada do convento.



Figura 22 - Excerto do levantamento realizado no Convento de São Francisco. Figura cedida pela Câmara Municipal de Bragança.

A galeria “1”, apresenta como direção na sua entrada, aproximadamente N10°E. É constituída por blastomilonitos máficos do Alóctone Superior, derivados de granulitos de alta pressão (Fig.23). São rochas típicas do Complexo do Alóctone Superior.



Figura 23 - esq. - Perspetiva da galeria "1" dir.- parede da galeria constituída por blastomilonitos máficos; fotografias cedidas pela Câmara Municipal de Bragança.

A galeria "2", que interceta o fosso tem como direção N20°E até ao fosso e N30°E no interior e depois do mesmo; é possível visualizar duas litologias distintas (Fig. 24); nesta galeria, observam-se blastomilonitos máficos e rochas ultramáficas, neste caso, metaperidotitos. Ambas as litologias pertencem ao Complexo Alóctone Superior, o que significa que se trata de rochas metamórficas de alta pressão e altas temperaturas, provenientes da crosta inferior e manto superior.



Figura 24 - Contacto tectónico (a verde) entre as rochas ultramáfica-c (canto superior esquerdo) e blastomilonitos máficos-d; fotografia cedida pela Câmara Municipal de Bragança.

Ainda que, nesta galeria, seja observável o contacto litológico entre as duas rochas, as mesmas não surgem em simultâneo; da entrada e aproximadamente até à bifurcação são visíveis, maioritariamente, os blastomilonitos máficos (Fig. 25), sendo que da bifurcação para o fundo da galeria começa a ser mais perceptível a presença das rochas ultramáficas (Fig. 26), no final da mesma são já visíveis de novo os blastomilonitos máficos. Salienta-se que o contacto tectónico observado nesta galeria, das rochas ultramáficas com os blastomilonitos máficos corresponde a uma escama tectónica, como noutros locais do concelho (p.e. Alimonde). Os metaperidotitos correspondem a um *klippe* tectónico, isto é, uma parte da *nappe* - carregamento de ultramáficas e não a uma intrusão nas rochas máficas.



Figura 25 - Blastomilonitos máficos na galeria "2"; fotografia cedida pela Câmara Municipal de Bragança.



Figura 26 - Rochas ultramáfica (e) na galeria "2"; fotografias cedidas pela Câmara Municipal de Bragança.

Pelo reconhecimento do terreno envolvente, procurou-se delimitar cartograficamente a área destas ultramáficas. No cruzamento da Rua Capitão Adriano Pires com a Rua Miguel Torga e continuando em direção à Escola Secundária Miguel Torga encontram-se afloramentos nos taludes paralelos à estrada, que sugerem estar relacionados com as rochas que se encontram nas 2 galerias, anteriormente referidas (Anexo 1).

O conjunto destes afloramentos tem cerca de 50 metros de comprimento (Fig.27), sendo que, apenas nos primeiros 30 metros foram realizadas medições de foliação e fracturação.

No primeiro talude (Fig.27b) com aproximadamente 19 metros de comprimento foram medidas as atitudes da foliação $N48^{\circ}E; 70^{\circ}NW$ e de fracturação $N132^{\circ}$; subvertical (Fig.28).



Do outro lado da rua, isto é, do lado direito da mesma partindo da rua Miguel Torga, foi medida a atitude de foliação $N152^{\circ}E$, subvertical; através da observação efetuada é possível inferir que são rochas ultramáficas do alóctone superior, metaperidotitos e/ou dunitos (Fig.29).



Figura 29 - Perspetiva geral do lado direito da Rua Capitão Adriano Pires; dimensão do martelo:29 cm.

Na Rua Miguel Torga, em direção à Escola Secundária Miguel Torga é observável um afloramento com aproximadamente cerca de 10 metros de comprimento. Este é constituído por rochas ultramáficas e apresentam foliações semelhantes ao longo do mesmo (Fig. 30, Tabela 7 e Anexo 1). São ainda visíveis duas falhas no afloramento que apresentam como atitude da esquerda para a direita, $N146^{\circ}E;80^{\circ}SW$ e $N132^{\circ}E;82^{\circ}SW$, respetivamente.

Tabela 7 - Atitudes das foliações das rochas ultramáficas.

Atitude da foliação
N51°E;86°NW
N53°E;88°NW
N48°E;84°NW
N46°E;80°NW
N49°E;88°NW
N54°E;86°NW



Figura 30 - Perspetiva geral do afloramento de rochas ultramáficas, a foliação das mesmas (a vermelho, tracejado) e fraturas (a amarelo); dimensão do martelo:29cm.

Na figura 31, é possível observar, ainda que macroscopicamente, tratar-se de uma rocha ultramáfica, metaperidotitos do alóctone superior e que apresenta as seguintes foliações (tabela 8).



Figura 31 - Foliação da rocha ultramáfica (a vermelho, tracejado); dimensão do martelo:29 cm.

Tabela 8- Atitudes das foliações das rochas ultramáficas.

Atitude da foliação
N50°E;70°NW
N54°E;85°NW
N58°E;76°NW

Estes taludes encontram-se no seguimento e proximidade das galerias, apresentando o mesmo tipo de litologias, sendo, deste modo, possível assinalá-las, cartograficamente, como tratando-se de rochas ultramáficas e podendo correlacioná-las, às rochas presentes nas galerias e nos taludes, anteriormente descritos.

De acordo com as observações realizadas no convento, nas imediações do mesmo e nos taludes, foi possível elaborar uma carta onde foi definida uma área, como tratando-se de uma “mancha de rochas ultramáficas” (Anexo I). Esta zona encontra-se urbanizada, não sendo possível detalhar sua extensão cartográfica.

6. Geossítio: “Pedras Escrevidas”

Nos quartzitos do Ordovícico Inferior (fig. 32) da Serra das Barreiras Brancas é conhecida a presença de macrofauna (braquiópodes e bivalves) e de icnofósseis, desde meados do século passado (Medeiros, 1950). A revisão do seu estudo foi iniciada em Meireles (2000b), Meireles & Sá (2001) e fundamentalmente em Sá (2005).

No Alto de Martim Preto ocorre uma concentração maciça de icnofósseis de *Daedalus* spp (fig. 33), o que a torna única em Portugal, daí a importante necessidade de salvaguardar, valorizar e divulgar este local, de nível internacional. É tal a sua importância científica, que a sua relevância é idêntica à das pegadas dos dinossauros das orlas meso-cenozoicas, com elevado interesse ao nível da paleontologia, da sedimentologia, e paleo-ecologia (Sá, 2005). Encontra-se integrado no Parque Natural de Montesinho, na freguesia de Rio de Onor, Guadramil.

Esta concentração de icnofósseis ocorre, pelo menos, numa superfície de estratificação com 30m². O facto de corresponder à charneira de uma dobra anticlinal da fase D₁ varisca de grande amplitude, favoreceu a sua preservação (fig. 33).

Este local apresenta um elevado potencial científico e pedagógico, ostenta um valor cultural, por ser localmente conhecido pelo nome “Pedras Escrevidas”.

O caminho para este local faz-se por caminho florestal e só com veículos todo terreno.



Figura 32 - Perspetiva dos quartzitos do Ordovícico com fósseis; fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/104>).



Figura 33 - Fósseis de *Daedalus* spp; fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/104>).

7. Geossítio: Antiga pedreira de mármore do Sardoal

Mármore é uma rocha metamórfica cristalina e carbonatada, composta por cristais de calcite ou dolomite. Ao nível de rochas, o mármore é das rochas ornamentais, mais valiosa que o nosso país possui.

A sinforma de Espinhosela é, essencialmente, constituída por gnaisses, micaxistos e migmatitos do Alóctone Superior. Nesta sinforma ocorre uma escama tectónica de metaperidotitos e granulitos máficos blastomilonizados. Relacionados com os granulitos, ocorrem metacarbonatos, que a sua origem poderá ter sido em zonas de decompressão das charneiras de dobras pré-câmblicas nas rochas de alto grau de metamórfico (Meireles, 2000a).

Os mármore encontrados no concelho de Bragança, em Parâmio (fig.34, 35, 36), assumem um papel importante, pelo seu interesse para o aumento do conhecimento geológico sobre as rochas da crosta inferior e manto terrestre e dos processos petrogénicos da sua formação, pelo seu interesse didático e pedagógico.

Tendo em conta a raridade deste tipo de ocorrências, este local apresenta um afloramento de classe e interesse internacional já analisado como LIG perante a Câmara Municipal de Bragança e ao Parque Natural de Montesinho (Meireles *et al.*, 2002, 2005).

De salientar, que as reservas geológicas deste afloramento não permitem uma exploração prolongada.

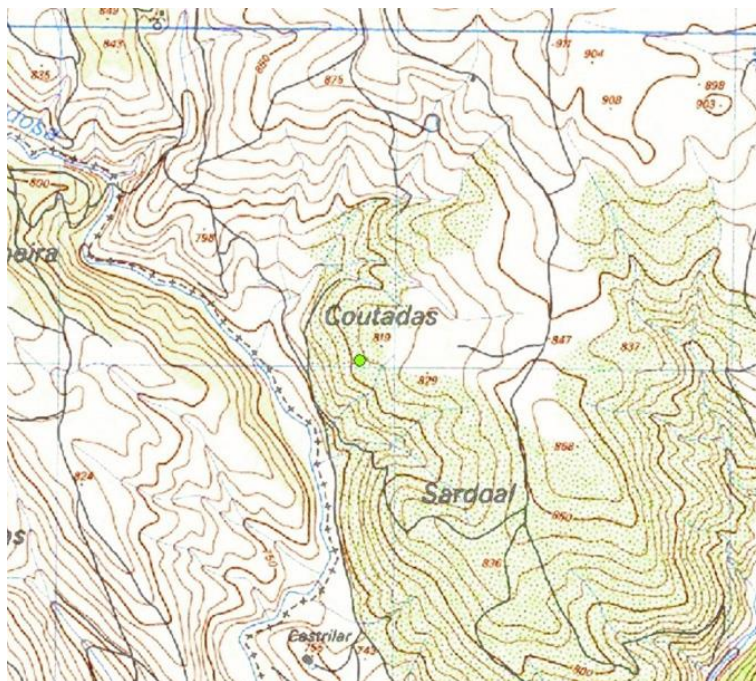


Figura 34 - Localização da antiga pedreira de mármore de Sardoal (círculo verde); base topográfica extraída da carta militar nº24, escala 1:25 000 (Vila verde - Vinhais); fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/124>)



Figura 35 - Estado da antiga pedreira de mármore de Sardoa (fotografia de Carlos Meireles em 1987); fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/124>)



Figura 36 - Metacarbonatos de Sardoa, com níveis anfibólicos, dobrados, armazenados na pedreira de Donai; fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/124>).

8. Geossítio: Antiga pedreira de Serpentinito de Donai

O serpentinito é uma rocha metamórfica de tonalidade verde-escura, com lentículas cinzento-escuras, aspeto metalizado e zonas esverdeadas mais claras, cloríticas.

A mancha de serpentinito de Donai apresenta uma forma elíptica alongada NW-SE; pertence à sequência ofiolítica do Alóctone intermédio do Maciço de Bragança. Este complexo ofiolítico está completamente desmembrado pelos processos tectónicos de obdução e carreamento dos mantos alóctones, do NW Peninsular (Meireles, 2013). Os serpentinitos advêm do metamorfismo hidrotermal de peridotitos do manto subjacente à crosta oceânica inferior. Ocorrem em zonas de acidentes tectónicos onde a atividade dos fluidos é intensa. No caso da pedreira de Donai, este serpentinito ocorre como uma lâmina intercalada tectonicamente em filonitos numa *mélange* tectónica do ofiólito (Meireles, 2013). A textura é porfiroblástica, sendo os porfiroblastos de olivina relíquia no seio de serpentina, talco, clorite, carbonatos e óxidos. Os carbonatos ocorrem como manchas ou veios brancos ou amarelos, a recortar a rocha em várias direções, o que lhe confere mais valor como rocha ornamental, apresentando também óxidos, porém estes retiram valor graças à cor acastanhada que conferem.

A antiga exploração encontra-se, atualmente, abandonada e localiza-se no flanco da encosta, mostrando diaclasamento denso e irregular, facto que consequentemente limita as dimensões úteis dos blocos (fig.37).



Figura 37 - Perspetiva da pedreira abandonada; fonte: base de dados de inventariação de sítios com interesse geológico do LNEG (<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/125>).

9. Património Mineiro

A atividade mineira em Trás-os-Montes teve o seu apogeu no período compreendido entre meados do sec. XIX e o final do séc. XX. Em toda a região transmontana e da área em estudo são evidentes testemunhos e vestígios dessa indústria.

O encerramento de grande parte das explorações deixou um legado, de património edificado e de infraestruturas, que poderia ter sido recuperado, como bons exemplos de arqueologia industrial, tirando partido das potencialidades geoturísticas, culturais e educacionais. Ao invés disso, temos instalações abandonadas e degradadas. Apenas existiu a preocupação, e bem, pela descontaminação das escombreyras, foco de poluição que se acentuou com o abandono da atividade mineira.

A empresa responsável pelas intervenções ambientais e de segurança, em Portugal, é a EDM (Empresa de Desenvolvimento Mineiro, SA).

Em Trás-os-Montes, a EDM foi responsável pela reabilitação ambiental de grande parte das antigas minas da região. No concelho de Bragança interveio na mina de Montesinho, no jazigo de siderite de Guadramil, e nas minas de ouro de França. Esta recuperação foi centrada, fundamentalmente, na segurança de poços e de galerias e recuperação das escombreyras. Contudo, existem situações em que não é perceptível que tenha existido no local uma antiga exploração mineira, nomeadamente a exploração de barite, de Aveleda, completamente aterrada, sem vestígios de afloramentos que permitissem o seu estudo didático.

O património mineiro constitui-se como um testemunho único das explorações mineiras e de como esta atividade económica foi e será importante para a sociedade humana manter a sua vida prática e confortável. Deste modo, é necessário preservar e salvaguardar este património, testemunho da história das comunidades humanas, pelo seu valor histórico, arqueológico, didático.

Para ser possível manter padrões de bem-estar, praticidade e conforto da sociedade atual é necessário compreender a dicotomia, atividade humana ecológica, versus, (por exemplo) atividade mineira consciente; esta tem sempre, para além dos aspetos positivos, impactes ambientais negativos (como qualquer atividade humana), que deverão sempre ser mitigados.

Assim e de acordo com as áreas de potencialidades definidas no Capítulo 3 deste trabalho, temos de forma sucinta:

As áreas existentes no concelho de Bragança para a indústria extrativa encontram-se divididas em áreas licenciadas; áreas condicionadas para a indústria extrativa e áreas com potencial geológico (Meireles *et al.*, 2002) (Anexo II).

Áreas licenciadas:

Dentro do Parque Natural de Montesinho

Depósitos Minerais:

Talco – Concessão de Sete Fontes (C – 46)

Fora do Parque Natural de Montesinho

Depósitos Minerais

Talco – Concessão de Sete Fontes (C – 46)

Massas Minerais:

Rocha Ornamental: Rica – Fé (licença 5161)

Areeiro: Vale do Malho (licença 5558)

Rocha Industrial: Paçô (licença 5755)

Vale de Bogalhos (licença 4896)

Áreas condicionadas para a Indústria Extractiva:

Dentro do Parque Natural de Montesinho:

Depósitos minerais:

Estanho - Portelo;

Ferro - Barreiras Brancas

Fora do Parque Natural de Montesinho:

Depósitos minerais:

Estanho- Teixugueiras

Urânio - Pereiros.

Massas minerais:

Pedreira de Candaira, da Rica Fé, Donai, área de Sortes e de Calvário.

Áreas com potencial geológico:

Dentro do Parque Natural de Montesinho:

Depósitos minerais:

Prata e ouro - Minas de França e Ribeira de Silos;

Cromites e platinóides – Espinhosela;

Sulfuretos - Soutelo – Aveleda.

Massas minerais:

Calcários - Aveleda e Varge;

Ardósias – região de Montesinho;

Serpentinitos - Monte Ladeiro e Soeira;

Areias e argilas - Aveleda;

Rocha ornamental - Alto das Pedreiras (Vila Meã) e Aveleda;

Refractários - Costa Grande.

Fora do Parque Natural de Montesinho:

Depósitos minerais:

Estanho e Tungsténio - Pinela – Coelhooso;

Cromites e Platinóides - Carrazedo e Samil;

Sulfuretos - Zoio.

Massas minerais:

Granitos industriais – áreas de Sorte –Pombares, Pinela, Paredes e Parada;

Serpentinitos – áreas de Monte Ladeiro, Grandais, Meixedo, Serro e S. Pedro de Sarracenos;

Rochas verdes – áreas de Serapicos, Salsas, Rebordãos, Failde e Izeda;

Calcários – áreas de Alfaião – Penacal e Rebordãos;

Inertes - Stª Comba de Rossas; Areia e argila – áreas de Atalaia, Milhão, Izeda, Sendas e Paçô de Sortes.

V. Elaboração de materiais gráficos dos locais relevantes estudados para património geológico da região

1. Introdução

Neste capítulo vão ser apresentados os *flyer's* que foram desenvolvidos no âmbito deste trabalho, de forma a dinamizar e divulgar os locais relevantes da região que foram alvo de estudo. Sensibilizar a população para os pontos positivos que advém do património geológico da região é de extrema importância, visto que estes locais são de interesse económico e até geoturístico por serem testemunho único da geologia regional, dos seus processos e também devido à preservação de alguns deles. É de salientar que a autarquia e a população devem trabalhar em conjunto para a preservação, valorização e divulgação destes locais, daí ser necessário a própria autarquia e população estarem informados e terem meios como este trabalho e os materiais gráficos abaixo apresentados.

2. Elaboração do material gráfico do Geossítio Tojal dos Pereiros

GRANULITOS FÉLICOS

Os granulitos félicos, ao contrário dos máficos, apresentam uma cor clara graças ao predomínio de quartzo e feldspatos. São rochas maciças, de textura granular, duras, onde sobressaem granadas. A sua composição mineralógica é quartzo, plagioclase, granada, diópsido, hornblenda, zoisite, rutile e ilmenite.



Fotografia de Ana Carolina Gonçalves

BLASTOMILONITOS MÁFICOS

São rochas resultantes da deformação e transformação metamórfica dos granulitos máficos quando estas rochas são submetidas a intensas tensões tectónicas e a condições de pressão e temperatura inferiores às originais dos granulitos.



Fotografia de Ana Carolina Gonçalves



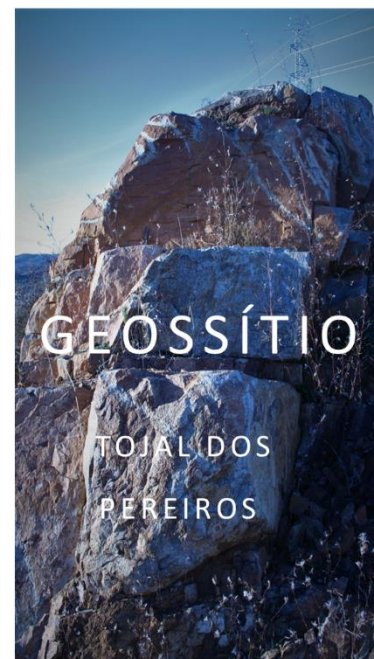
Coordenadas:
Latitude: 41°47'32.22"N
Longitude: 6°46'38.48"W



Município de Bragança
Largo Forte São João de Deus
5300-263 Bragança
www.cm-braganca.pt
geral@cm-braganca.pt

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Rua do Campo Alegre,
4169-007, Porto

Laboratório Nacional de Energia e Geologia
www.lNEG.pt
info@lneg.pt

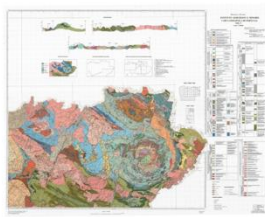


PATRIMÓNIO NATURAL
MUNICÍPIO DE BRAGANÇA

CONTEXTO GEOLÓGICO

A Geologia é a ciência que estuda a evolução da Terra. A partir de estudos geológicos foi possível determinar que a idade das rochas mais antigas da Terra têm cerca de 4 mil milhões de anos e que a posição dos continentes e dos oceanos não foi sempre a que conhecemos nos dias de hoje.

As rochas existentes no concelho de Bragança são importantes testemunhos de processos geológicos complexos da evolução do nosso planeta, em que a colisão de dois continentes para formar a Pangeia, levou ao desaparecimento do oceano Rheic e ao transporte por mais de 200 Km de materiais rochosos de diversas proveniências, sobre um dos continentes. Estes materiais vão desde sedimentos dos fundos oceânicos, rochas da crosta oceânica até cerca de 10 Km de profundidade e, ainda, da zona de transição crosta continental inferior-manto superior (40-50 Km de profundidade da Terra), como é o caso do granulito de Tojal dos Pereiros. Estas rochas fazem parte do Maciço de Bragança que, juntamente com os Maciços de Morais, Cabo Ortegal e Ordoñez, situados na Galiza, são testemunho da história complexa do nosso planeta.



Folha 2 da Carta Geológica de Portugal (escala 1:200 000), cedida pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG, 2000).

ROCHAS QUE PERMITEM UMA "VIAGEM AO INTERIOR DA TERRA"

No Tojal dos Pereiros afloram granulitos máficos e félsicos, a que se associam metaperidotitos (gerados no manto terrestre). Os granulitos são rochas de alto grau de metamorfismo, ou seja, formam-se em condições de altas pressões e temperaturas. São raras as ocorrências destas rochas à superfície da Terra, razão que faz deste local uma referência a nível internacional do ponto de vista didático e científico.



Adaptado de Porto Editora. "Descobrir a Terra 7"

Sabia que...?
As granadas presentes nestes afloramentos são provenientes do manto superior. Então, as rochas que contêm estas granadas são rochas cristalizadas próximo do manto superior ou no mesmo.

GRANULITOS MÁFICOS

Os granulitos máficos presentes no Tojal dos Pereiros representam fragmentos da crosta continental inferior-manto superior e correspondem ao evento metamórfico mais antigo do país, ou seja, os granulitos são testemunho dos processos geológicos complexos de evolução da Terra, descritos anteriormente. São, deste modo, consideradas, muito provavelmente, as rochas mais antigas do país, cerca de 1.079 milhões de anos.

Os granulitos máficos caracterizam-se por apresentarem uma textura granular (é possível visualizar os grãos), por serem rochas maciças escuras, onde sobressaem as granadas (mineral de cor vermelho vivo), e onde predominam piroxenas e anfíbolos. A sua mineralogia é composta por diópsido, granada, plagioclase, quartzo, hornblenda, rutilo, ilmenite e calcite.



Fotografia de Ana Carolina Gonçalves.

Figura 38 - Flyer desenvolvido durante o estágio para divulgação do geossítio "Tojal dos Pereiros".

3. Elaboração do material gráfico do Geossítio Castelo de Pinela

Castelo de Pinela

O quartzo (fig.4) é uma rocha metamórfica constituída na sua maioria por quartzo e que tem como rocha original mais comum, um arenito quartzoso.

De acordo com a base geológica publicada (fig.4 e 5), estas rochas fazem parte da Formação dos Quartzitos Superiores - S_{QS} , constituída por quartzofilitos com intercalações de quartzitos (fig.6) de idade silúrica e pertencentes ao Complexo Parautoctone. Em estudos mais recentes, esta unidade é correlacionada com a Formação Valvão, considerada como sendo do Silúrico superior – Devoniano Inferior provável (Meireles, 2013).



Figura 4- Pormenor do quartzo; fotografia de Ana Carolina Gonçalves; dimensão do martelo: 29 cm.



Coordenadas:

41.675561, -6.784586



Município de Bragança
Largo Forte São João de Deus
5300-263 Bragança
www.mbraganca.pt
geral@cm-braganca.pt



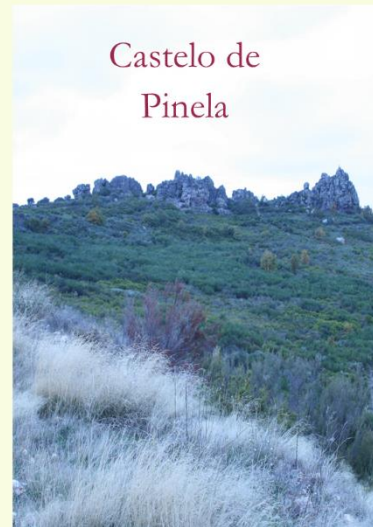
Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto
Rua do Campo Alegre,
4169-007, Porto



Laboratório Nacional de
Energia e Geologia
www.lneg.pt
info@lneg.pt

Município de Bragança

Castelo de Pinela



A riqueza geológica do concelho de Bragança

A paisagem típica da região transmontana, um constante confronto entre as serras, os planaltos e os vales encaixados de rios, resulta da interação da sua geologia complexa com o clima. Graças também à orogenia Alpina, resultante da fraturação do supercontinente Pangea e consequente abertura do oceano Atlântico, falhas foram geradas, e outras reativadas e, em conjunto com a variedade litológica e da tectónica crustal, vão surgir formas novas de relevo, sobrepondo-se a outras, mais antigas.

Desta interação, resultam formas de relevo particulares, como são exemplo as cristas quartzíticas, sejam de idade ordovícica ou silúrica. As falhas vão fraturar a crusta em blocos que se movimentam, quer na vertical, quer na horizontal. Tal é o caso dos deslizamentos esquerdos ao longo de falhas NNE-SSW que constituem os acidentes tectónicos de Verin-Régua-Penacova e de Bragança-Vilariga-Manteigas. Em particular, no caso desta última falha que afeta a região de Bragança, é evidente uma estruturação do relevo em blocos levantados e abatidos. Estes elementos estão bem marcados na paisagem, por exemplo, a serra da Nogueira com 1320 metros, situada a noroeste do “Castelo de Pinela”, que corresponde ao bloco ocidental desta falha, tectonicamente soerguido. Como se constata na observação da paisagem, este bloco ocidental soerguido, continua para norte, na serra de Montesinho, a norte de Bragança.



“Castelo de Pinela”

O “Castelo de Pinela”, localiza-se no concelho de Bragança, mais especificamente no extremo Noroeste da localidade de Pinela.

Para além dos blocos soerguidos, existem os blocos abatidos, como o *graben* (depressão tectónica) que ocorre na zona de Baçal, a norte de Bragança e que continua para sul, no bloco abatido de Santa Comba de Rossas. No bloco oriental desta estrutura tectónica, ocorre o planalto de Parada, entre os 400 m e 700 m, onde se localiza o “Castelo de Pinela”. A nordeste do “Castelo” é possível visualizar outra elevação menor, denominada de Pica Porco (823m).

No contexto da zonografia geológica da Península Ibérica, o “castelo de Pinela” insere-se na Zona Galiza-Trás-os-Montes (ZGTM). Esta zona corresponde ao conjunto de mantos de

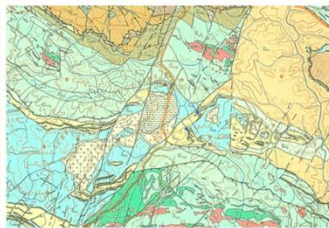


Figura 2 - Amplificação da Folha 2 da Carta Geológica de Portugal, escala 1:200000, cedida pelo Laboratório Nacional da Energia e Geologia (LNEG,2000). As setas indicam a localização aproximada

carreamento do Noroeste Peninsular, gerados durante a colisão dos continentes para a formação do supercontinente Pangea e envolvidos na Orogenia Varisca.

O “Castelo de Pinela”, onde se encontra o marco geodésico “Pinela”, corresponde a uma elevação com 964 metros de cota máxima (fig.3) é um dos exemplos de relevo residual, resistente ao aplainamento, formado por cristas quartzíticas.



Figura 3- Marco geodésico do Castelo de Pinela; fotografia de Ana Carolina Gonçalves; dimensão do martelo: 29 cm.

Figura 39 - Flyer desenvolvido para o afloramento geológico de cristas quartzíticas na zona do “Castelo de Pinela”.

VI. Aplicação: Caracterização das mineralizações de sulfuretos e barite da antiga concessão do Alto da Caroceira, Bragança

1. Introdução

A principal mineralização explorada na antiga concessão do Alto da Caroceira, C-79 no concelho de Bragança era da barite que ocorria em lentículas na sequência vulcanogénica do Silúrico, interestratificada com xistos borra de vinho e tufitos verdes (Meireles, 2000a). É de salientar que além da barite explorada, esta concessão apresenta interesse geológico para níveis de sulfuretos maciços. A área de Soutelo/Aveleda apresenta potencial geológico em mineralizações de sulfuretos polimetálicos - de chumbo e zinco, ricos em prata (e ouro), que estão associados às lentículas de barite (Meireles, 2013).

A exploração de barite, com o número de cadastro C-79, tinha uma área de 49,8712 ha. O primeiro período extrativo remonta a 1960 e foram exploradas as principais lentículas de barite. No segundo período, iniciado em 1998 foram exploradas 4.000 t (comunicação pessoal Engenheiro José Nunes *in* Meireles, 2013). Antes do segundo período de exploração, observavam-se várias lentículas de barite maciça, até 50 cm de espessura, de orientação N100°/80°S no flanco de uma macro dobra E-W da fase D₁/D₃, com mergulho 10°E. Os sulfuretos maciços ocorrem na charneira dessa dobra. As lentículas de barite acompanham as lentículas de sulfuretos (Meireles, 2013) (Fig.42).

Na zona filoniana mineralizada ocorre um “Chapéu de ferro”, sob a forma de uma “carapaça de ferro limonítico”, resultada pela oxidação dos sulfuretos.

Salienta-se que de acordo com o relatório de avaliação da execução do planeamento da Câmara Municipal de Bragança, de julho de 2020, esta antiga concessão encontra-se numa das 13 áreas prioritárias de valorização ambiental, integrando a tipologia de área de intervenção específica para a conservação e valorização do património geológico.

A concessão (41°52'51.14"N; 6°41'54.36"W) situa-se, aproximadamente a 1 Km a sul, da aldeia de Aveleda, perto do vértice geodésico de Campina (746 m), (Fig.43).

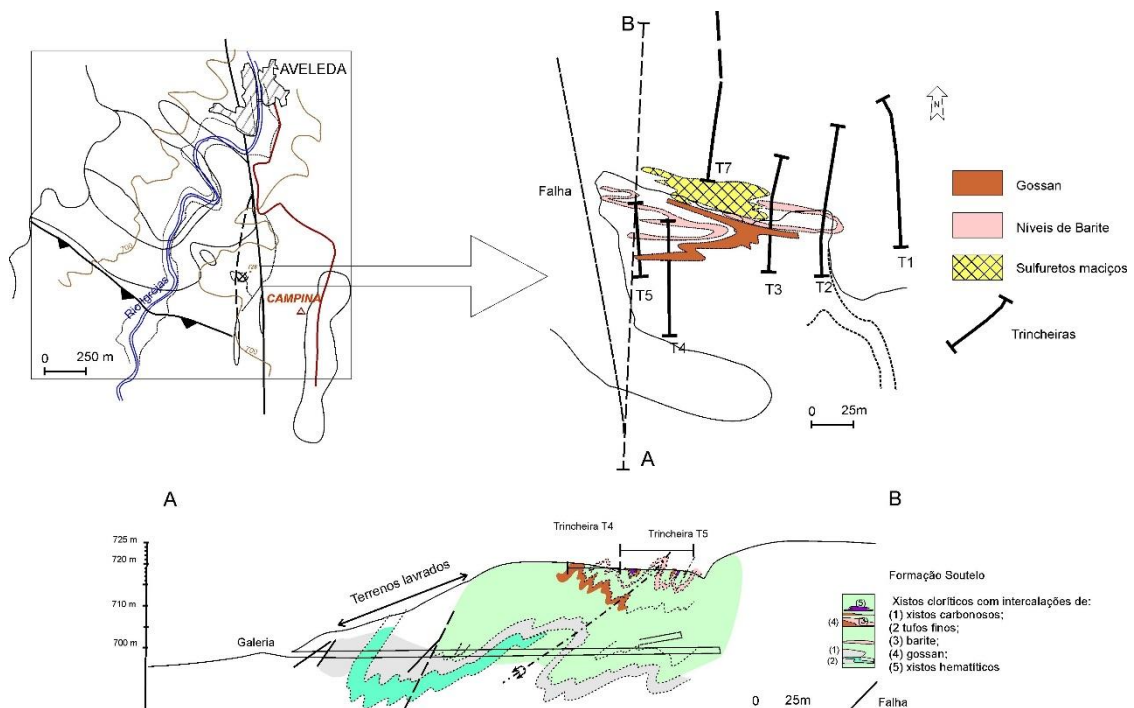


Figura 42 - Exploração de barite do Alto da Caroeira; localização, esboço geológico e corte transversal (dados de campo próprios com adaptação de MAEPA- PROMINAS,1989, retirado de Meireles 2013).

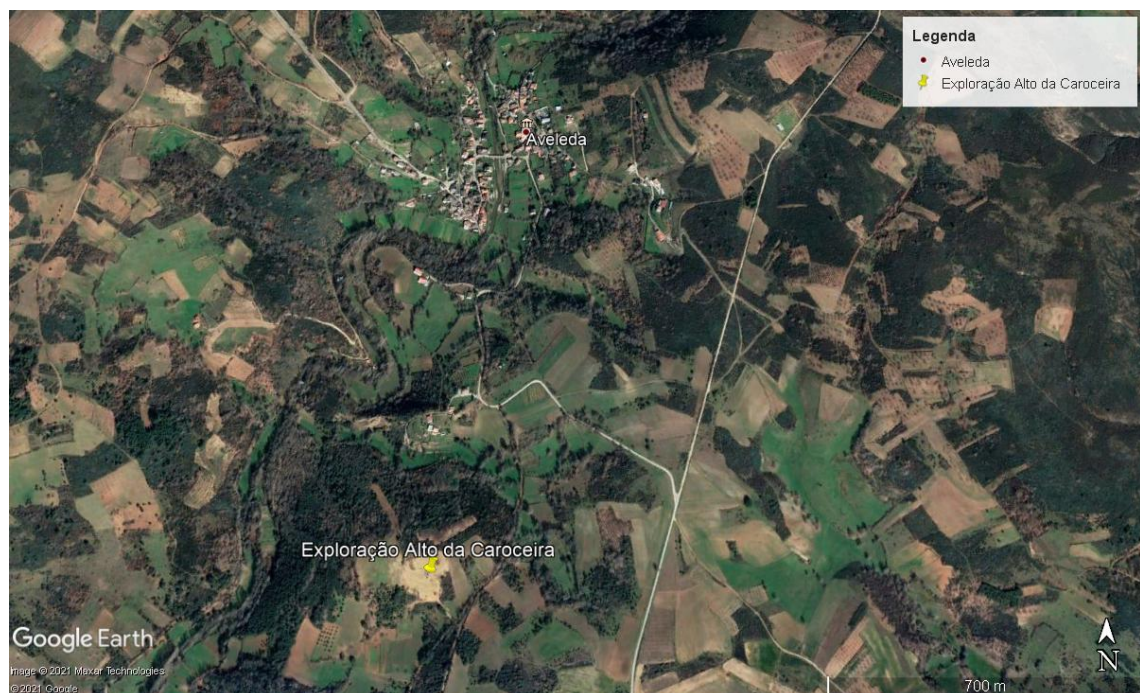


Figura 43 - Localização da exploração mineira de barite Alto da Caroeira (fotografia do Google Earth).

Aquando da saída de campo, foi realizado o percurso supramencionado, sendo que na atualidade não é possível observar a exploração nem seus vestígios uma vez que o terreno se encontra aterrado e com plantações de carvalhos (Fig.44). Nas figuras 45,46 e 47 é possível observar como era a exploração em 1987.



Figura 44 - Área da exploração mineira de barite – Alto da Caroeira em maio de 2021.

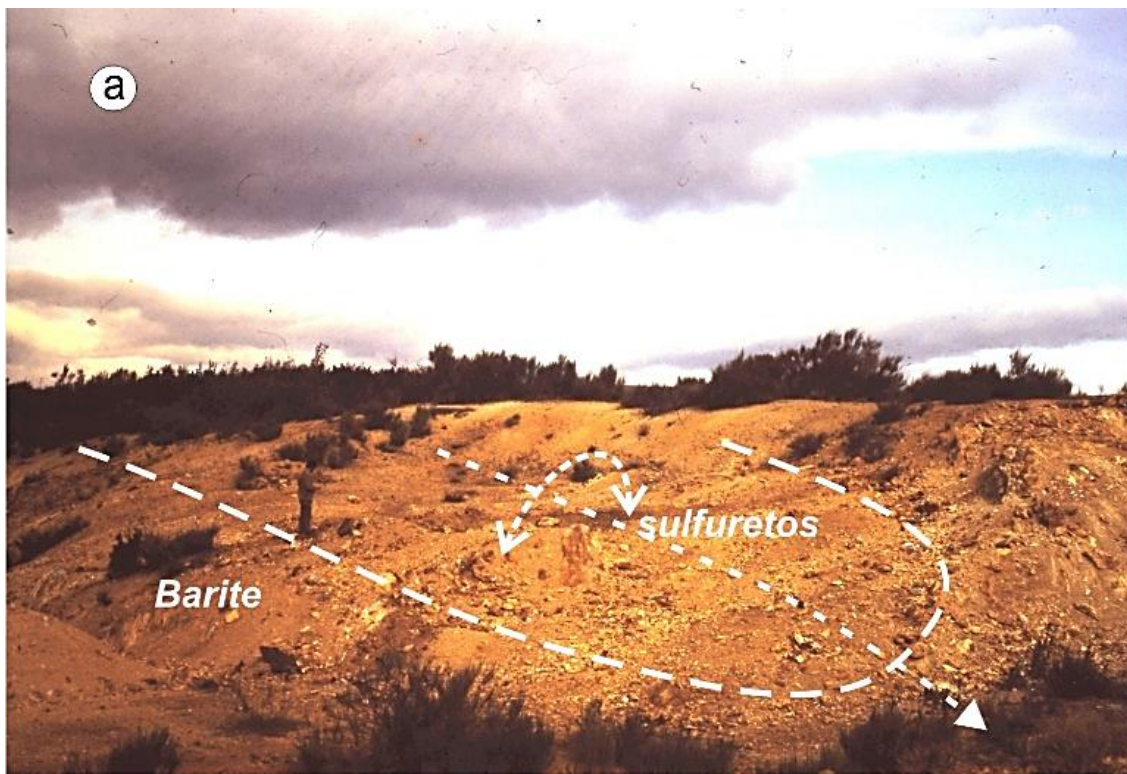


Figura 45 - Exploração mineira para bário do Alto da Caroeira, Aveleda: a) aspeto do céu aberto em 1987, adaptado de Meireles (2013).

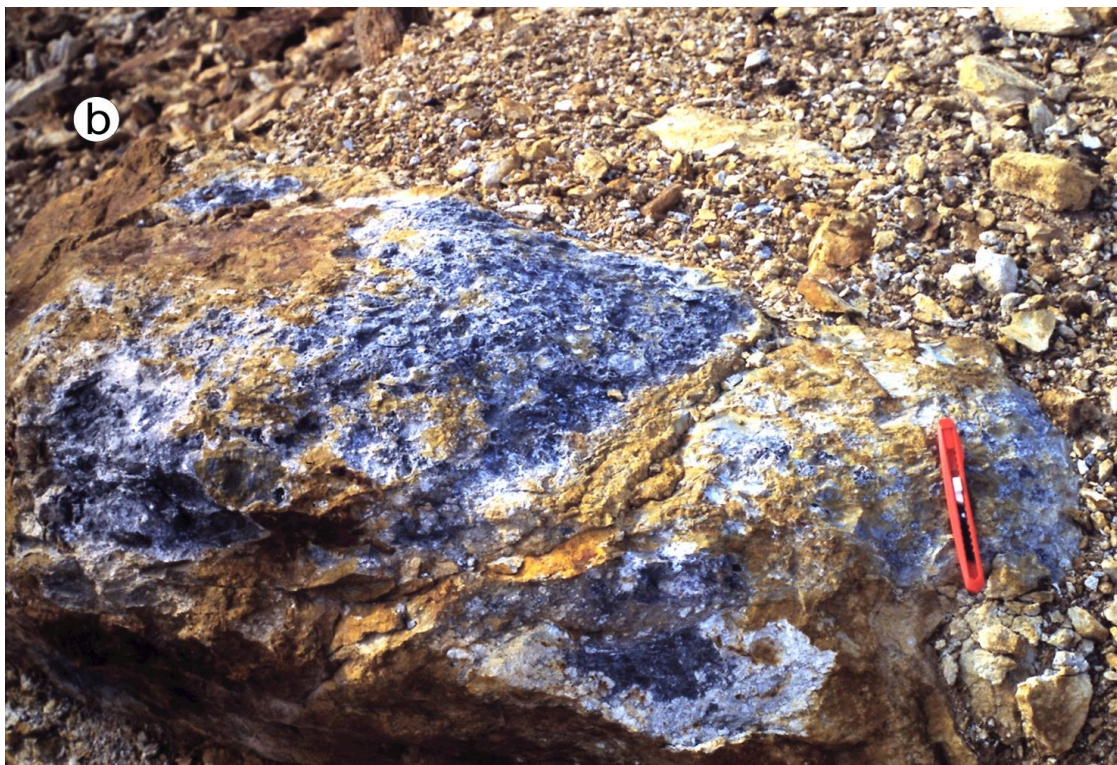


Figura 47 - Exploração mineira para bário do Alto da Caroeira, Aveleda: b) afloramento de sulfuretos maciços, adaptado de Meireles (2013).



Figura 46 - Exploração mineira para bário do Alto da Caroeira, Aveleda: c) aspeto do céu aberto depois de explorada a última massa de barite maciça, adaptado de Meireles (2013).

2. Enquadramento Geológico

A área mineralizada pertence à Formação Soutelo (Meireles, 2013) (Fig.48,49), constituída por xistos sericíticos e tufitos de várias cores (verde-claro, rosados e castanhos), e várias ocorrências de metavulcânitas ácidas. Apresenta uma clara componente vulcanogénica – sedimentar em algumas fácies desta formação, pela existência, nomeadamente, de xistos hematíticos (xistos borra de vinho), xistos sericíticos e tufitos verdes (Meireles, 2000 a).

Em Aveleda/ Alto da Caroeira, a barite ocorria na forma de lentículas métricas interestratificadas com lentículas de sulfuretos num ambiente vulcano-sedimentar (Meireles,2000a).

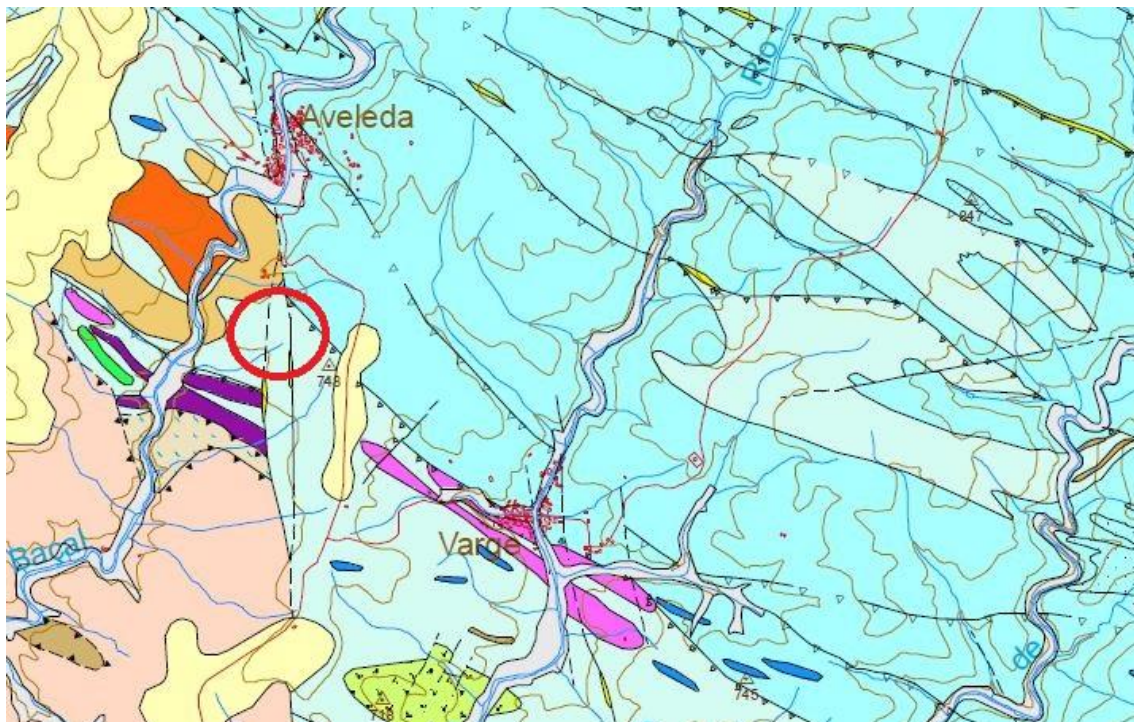


Figura 48 - Excerto do mapa geológico do Sector Nordeste de Bragança (Espinhosela - S. Martinho de Angueira); exploração mineira identificada com círculo vermelho; adaptado de Meireles (2013).

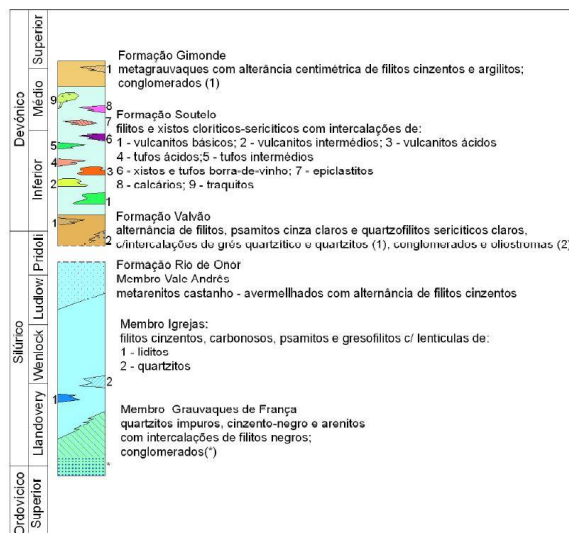


Figura 49 - Excerto da legenda do mapa geológico do Sector Nordeste de Bragança (Espinhosela - S. Martinho de Angueira); adaptado de Meireles, 2013.

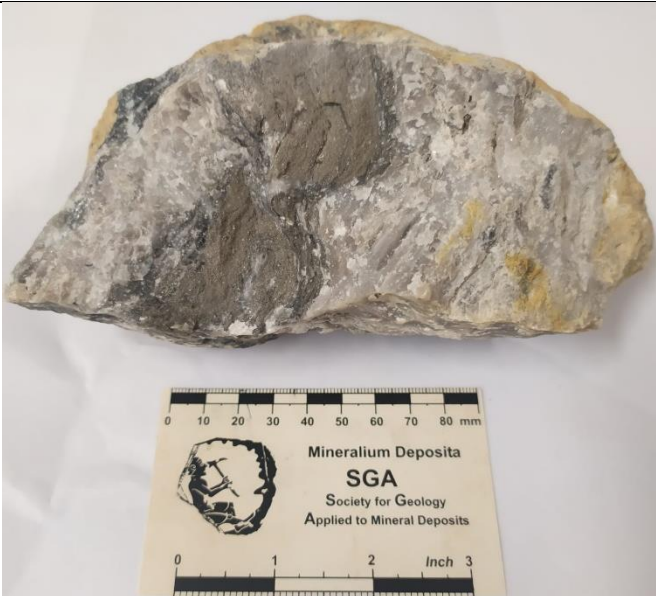
3. Trabalho em campo e de laboratório

3.1 Trabalho em campo

Efetuaram-se visitas de campo ao local da exploração mineira, com o objetivo de conhecer a geologia local e recolher amostras, onde foram recolhidas 15 amostras de barite, sulfuretos e do chapéu de ferro. Destas 15 amostras foram selecionadas 10 representativas do local.

3.2 Trabalho laboratorial

Estudo macroscópico. As amostras recolhidas foram analisadas a olho nu e com a lupa, sendo possível perceber a um nível preliminar qual o tipo de rocha, os possíveis minerais constituintes e as relações texturais tipológicas da mineralização.

Designação das amostras	Fotografia das amostras
Ave_1- Barite, galena e pirite	

Ave_2- Barite,
galena e pirite



Ave_3 – Barite e
galena



Ave_4- Cristais de barite



Ave_5
1- Scorodite
(arsenato)
2- Pirite (sulfureto
de ferro)



Ave_6- pirite



“Chápeu de ferro”

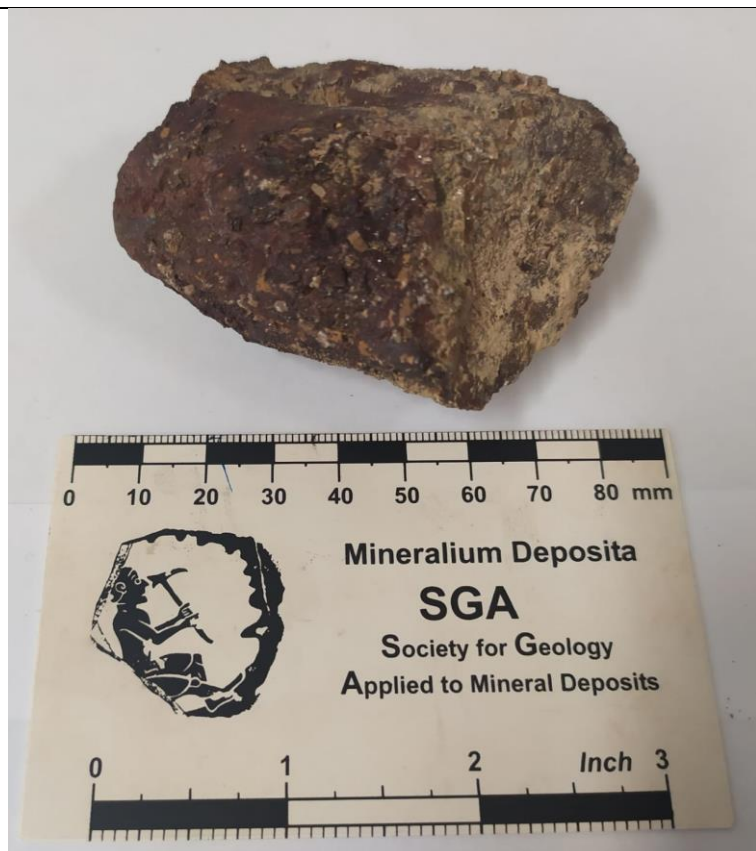
Ave_7

- 1- Óxidos de manganês
- 2- Óxidos de ferro e cristais de barite



Ave_8-

Microbrecha com óxidos de ferro e cristais de barite; as mineralizações decorreram ao longo de um plano de falha.



Lupa binocular. A lupa binocular (fig.50) corresponde a uma lupa dupla que permite ver as amostras com visão estereoscópica; a imagem obtida, ao contrário dos microscópios não é invertida e as amostras não necessitaram de nenhuma preparação para serem visualizadas na lupa. Com recurso da lupa binocular “Leica M205 C” com a câmara fotográfica Leica ICC50 HD acoplada do Departamento de Geologia, Ambiente e Ordenamento do Território (DGAOT) da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) e utilizando o software para capturar as imagens LAS X foi possível observar, pormenorizadamente, e fotografar 1 amostra de sulfuretos, 1 amostra de barite e 1 amostra onde era visível o contacto entre as diferentes mineralizações existentes no jazigo.



Figura 50 - Lupa binocular “Leica M205 C”.

Preparação de amostras. As amostras recolhidas foram cortadas segundo planos preferenciais no laboratório de preparação de amostras do Departamento de Geologia, Ambiente e Ordenamento do Território (DGAOT) da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), preparando-se duas lâminas e duas superfícies polidas.

Estudo petrográfico por microscopia ótica de luz polarizada refletida e transmitida. Esta técnica analítica é utilizada para realizar o estudo petrográfico de minerais opacos e exige a realização de superfícies polidas. As análises microscópicas realizadas, no âmbito deste trabalho, foram efetuadas no microscópio petrográfico de luz polarizada transmitida e refletida Leica DM 2500 P com a câmara fotográfica Leica ICC50 HD acoplada do Departamento de Geologia, Ambiente e Ordenamento do

Território (DGAOT) da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) e utilizando o software para capturar as imagens LAS X (fig.51).



Figura 51 - Microscópio petrográfico de luz polarizada transmitida e refletida “Leica DM 2500 P” com a câmara fotográfica “Leica Flexacam C1” acoplada.

4. Caracterização mineralógica das mineralizações de Pb – Zn e da barite

Para a realização do estudo microscópico das mineralizações de sulfuretos e barite, foram analisadas superfícies polidas ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida.

Amostra SP1. Na figura 52 é possível observar o contacto entre a galena (cor cinzento-escuro) e calcite e barite. A galena apresenta inclusões de calcite e pirite.

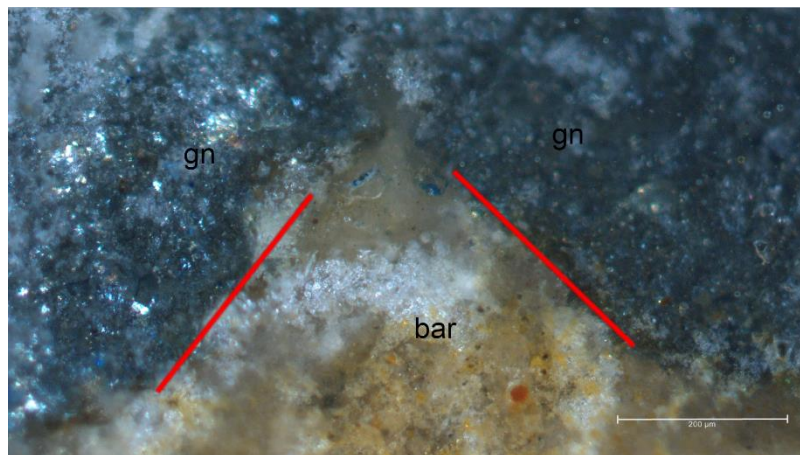


Figura 52 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida em nicóis paralelos, onde é possível observar o contacto (a vermelho) entre a galena (gn) e calcite e a barite (bar).

Amostra SP2. Na figura 53, observa-se a barite em paragénese com óxidos de ferro e na figura 54, observa-se a barite em paragénese com a galena. A fotografia foi tirada em nicóis paralelos (A) e cruzados (B).

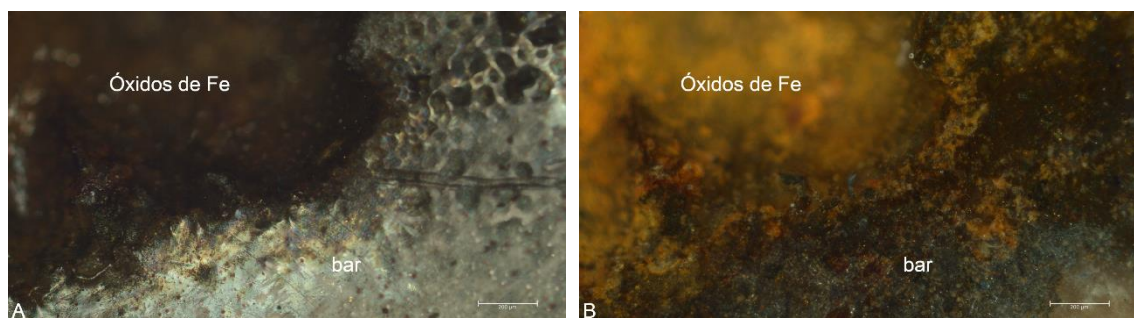


Figura 53 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é observável o contacto entre a barite (bar) e óxidos de ferro (Fe) em nicóis paralelos(A) e em nicóis cruzados(B).

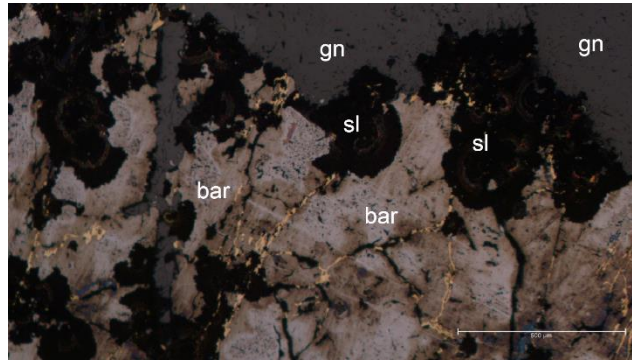


Figura 54 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é observável o contacto entre a barite (bar) com alguma pirite, a amarelo, esfalerite (sl) e galena (gn) em nicóis paralelos.

Na figura 55, em nicóis paralelos, é possível observar o contacto da barite (bar) com a galena (gn). Próximo desse contacto observam-se alguns cristais com tonalidades azuis que correspondem a precipitação de carbonatos (azurite) e alguns sulfuretos como a pirite.



Figura 55 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é observável o contacto entre a barite (bar) e galena (gn), em nicóis paralelos.

Na figura 56 é possível observar as zonas de precipitação de carbonatos de cobre (azurite), a azul, pirite e galena.

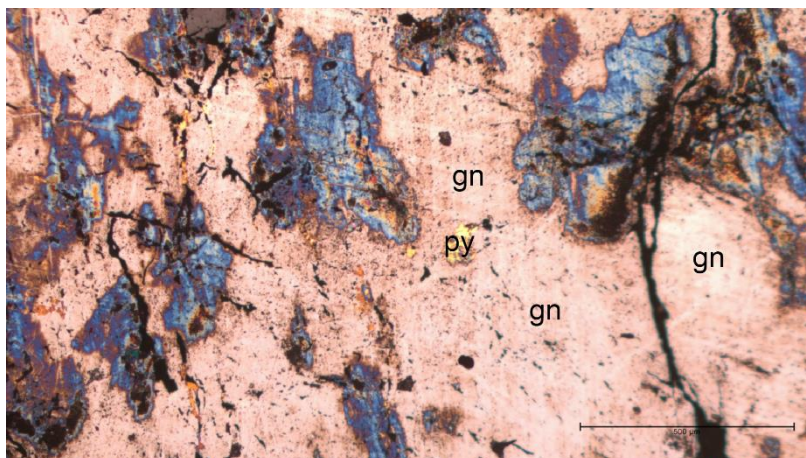


Figura 56 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida em nicóis paralelos, onde é possível observar cristais anédricos de pirite (py) e galena (gn).

.Na figura 57 é possível observar a galena (gn) e cristais subédricos pirite (py), sendo que esta última apresenta características de oxidação.

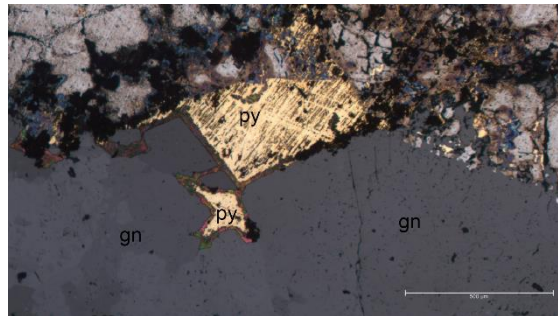


Figura 57 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida em nicóis paralelos, onde é possível observar zonas de oxidação de sulfuretos e ainda alguns cristais subédricos de pirite (py) e galena (gn).

Na figura 58 é possível observar cristais de galena (apresenta defeitos de polimento) em nicóis paralelos.

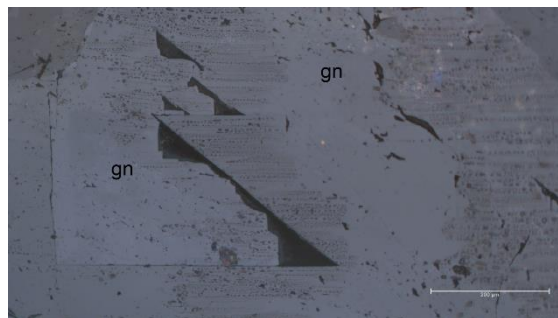


Figura 58 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é possível observar cristais de galena (gn) em nicóis paralelos.

Na figura 59 é possível observar os contactos entre os três sulfuretos associados a esta mineralização de barite: a pirite, a galena e a esfalerite, em nicóis paralelos.

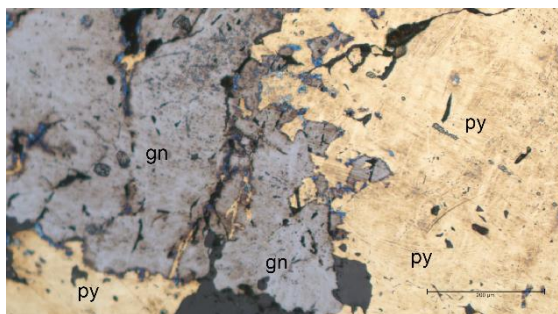


Figura 59 - Imagem obtida ao microscópio petrográfico de luz polarizada refletida, onde é possível observar cristais de galena (gn), pirite (py) e esfalerite em nicóis paralelos.

A imagem 60 foi obtida com recurso à lupa binocular e é possível observar um cristal subédrico de barite (bar) rodeado pela mineralização de galena (gn); são também perceptíveis alguns cristais de pirite (tonalidade dourada).

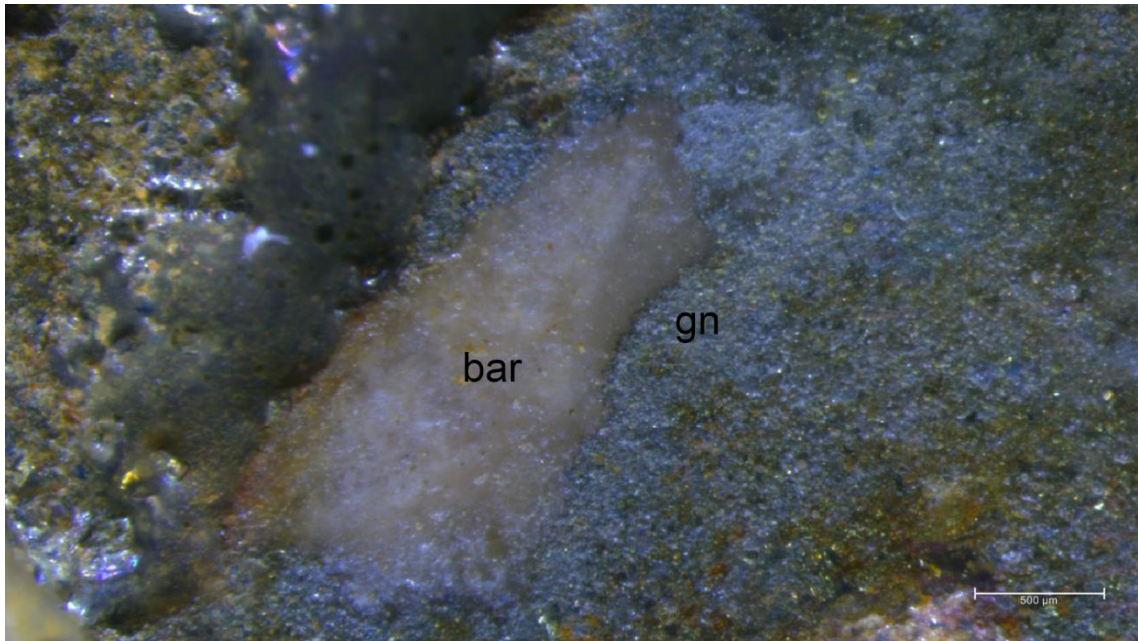


Figura 60 - Imagem obtida à lupa binocular, onde é possível observar um cristal de barite (bar) rodeado pela galena (gn).

5. Caracterização mineralógica da barite.

Nas amostras que contém barite, recolhidas durante a saída de campo e realizando uma análise macroscópica é notório que a barite aparece associada a sulfuretos, seja a sulfuretos de ferro, como é o caso da pirite, seja a sulfuretos de chumbo e zinco, como são o caso da galena e da esfalerite.

Existem três amostras de mão: ave_1; ave_2 e ave_3, onde é possível observar a barite associada aos sulfuretos e uma amostra ave_4, que foi observada também à lupa binocular, uma vez que os cristais de barite são bastante perceptíveis.

A amostra ave_1 (Fig.61), corresponde a barite (brilho vítreo) quase na sua totalidade sendo possível observar pirite (brilho metálico e cor acinzentada) no centro e veios de galena (cor negra) a rodear a pirite e ao longo da barite, sendo possível verificar a associação entre os sulfuretos e a barite.

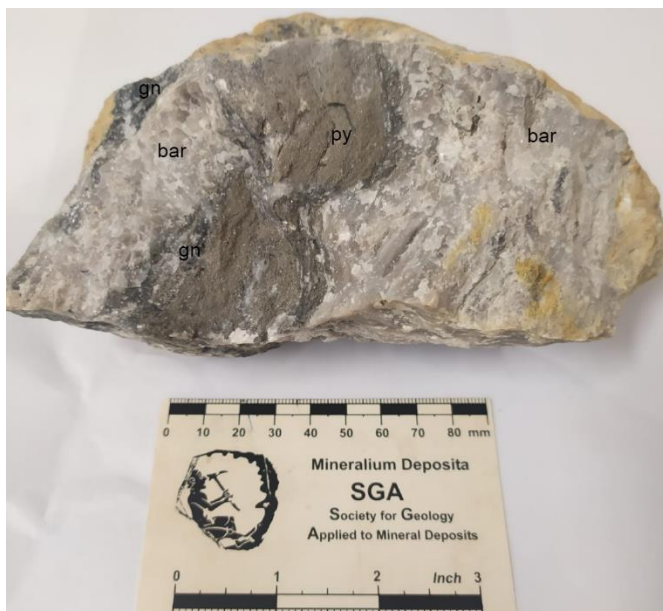


Figura 61 - Amostra ave_1 onde é observável a barite (bar), pirite (py) e galena (gn).

A amostra ave_2 (Fig.62), apresenta dois veios de galena (cor negra), sendo na sua maioria constituída na sua maioria por pirite e barite (cor branca).

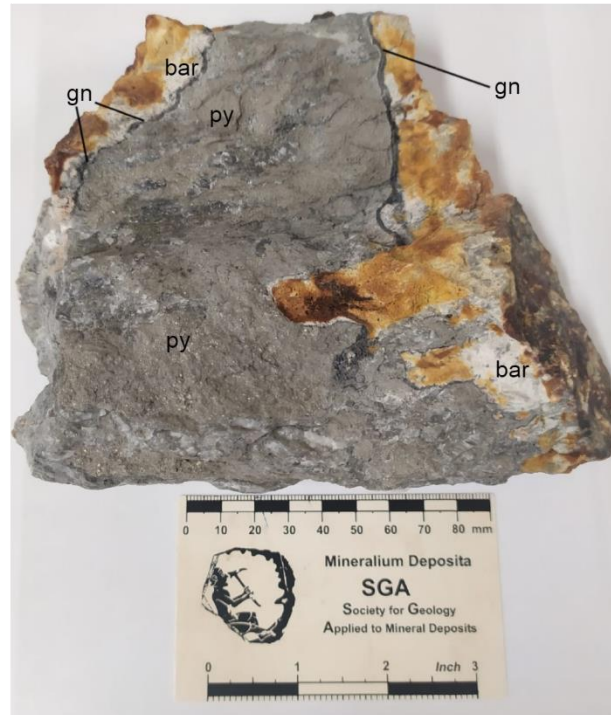


Figura 62 - Amostra ave_2 onde é observável a barite (bar), pirite (py) e galena (gn).

A amostra ave_3 (Fig.63) é constituída maioritariamente por barite (cor branca), sendo possível observar veios de cor negra que correspondem a galena.



Figura 63 - Amostra ave_3 onde é observável a barite (bar), pirite (py) e galena (gn).

A amostra ave_4 (fig.64) corresponde a uma amostra de barite em que os cristais estão bem desenvolvidos e aleatoriamente distribuídos, apresentando diferentes planos cristalográficos; esta amostra foi também observada à lupa binocular, de maneira a obter imagens pormenorizadas dos cristais.



Figura 64 - Amostra ave_4 onde são perceptíveis cristais de barite bem definidos.

Como foi referido anteriormente, a amostra ave_4 foi observada à lupa binocular, sendo possível ver os cristais de barite distribuídos aleatoriamente; as faces destes cristais são prismáticas paralelas sendo perceptível nas extremidades a forma de losângica, em alguns cristais essa forma não é perfeita e por vezes impercetível (Figs. 65, 66, 67, 68, 69); a barite pertence ao sistema ortorrômbico e à classe bipiramidal.



Figura 65 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho).



Figura 66 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho).



Figura 67 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho).



Figura 69 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho).



Figura 68 - Imagem obtida à lupa binocular de cristais de barite; cristais com configuração em losângica (círculo vermelho).

6. Caracterização geológica das zonas de oxidação

As zonas de oxidação de uma mineralização de sulfuretos são conhecidas na literatura de especialidade como o “chapéu de ferro” ou “Gossan”. Estes processos de oxidação e consequente enriquecimento supergénico de jazigos de sulfuretos estão inteiramente ligados ao regime e circulação das águas meteóricas no interior da Terra ao longo das fracturas e fissuras.

A zona de oxidação encontra-se acima do nível freático e corresponde a uma zona insaturada, abaixo da qual, existe uma grande/elevada circulação de água. Esta zona, geralmente, prolonga-se até ao nível freático, podendo ultrapassá-lo. Quando ocorrem casos anormais de profundidade, os mesmos podem ser explicados através do contexto geológico do local, da litologia ou da estruturação da mesma. Na zona de oxidação, a mineralização primária perde através de processos de lixiviação, grande parte dos seus constituintes químicos, como a sua composição mineralógica, a sua estrutura e a sua composição química.

Os efeitos do processo de oxidação fazem-se sentir a grandes profundidades. As soluções, que lixiviaram os constituintes da mineralização primária, são também responsáveis pelo seu transporte descendente até ao nível freático. Abaixo desta zona, encontra-se a zona de enriquecimento.

Segundo Routhier (1963), é possível representar o esquema da oxidação e enriquecimento supergénico de um depósito mineral com sulfuretos através da figura 70.

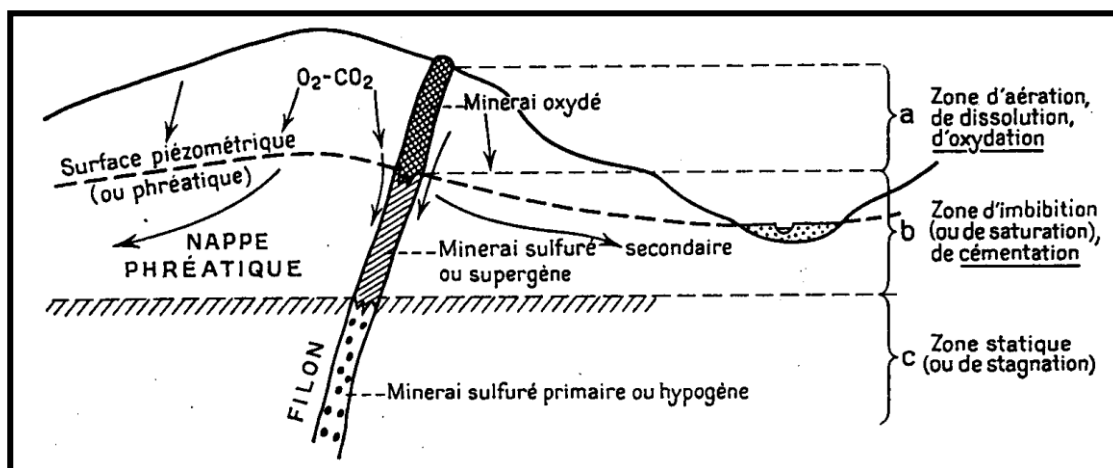


Figura 70 - Esquema representativo da oxidação e enriquecimento supergénico de um depósito mineral com sulfuretos (Routhier, 1963).

A nível macroscópico, as amostras recolhidas referentes ao chapéu de ferro apresentam características evidentes de oxidação, característicos desta formação, como é possível observar na figura 71.



Figura 71 - Amostras referentes ao chapéu de ferro.

Numa das amostras é possível observar óxidos de ferro e cristais de barite (Fig. 72) e na outra amostra observam-se óxidos de manganês(fig.73).



Figura 72 - amostra com óxidos de ferro e cristais de barite.



Figura 73 - amostra com óxidos de manganês.

7. Discussão

A pressão sobre os recursos está em permanente aumento devido a vários fatores como: o aumento da população global, a industrialização, a digitalização, o aumento da demanda dos países em desenvolvimento e a transição para a neutralidade climática com metais, minerais e materiais bióticos usados em tecnologias e produtos de baixa emissão. A organização para a cooperação e desenvolvimento económico (OCDE) estima que a procura global por materiais aumentará para mais do dobro, dos 79 mil milhões de toneladas atualmente para 167 mil milhões de toneladas em 2060; esta procura/competição por recursos será ainda maior na próxima década. Todos estes factos preveem que a dependência de matérias-primas críticas poderá brevemente substituir a dependência atual do petróleo (European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020)).

De maneira a dar resposta ao aumento da população e à constante preocupação de garantir matérias-primas valiosas para a economia da UE, em 2008, a Comissão Europeia lançou a iniciativa de Matérias-primas (RMI). Esta iniciativa teve como ação prioritária estabelecer uma lista de matérias-primas críticas (*Critical Raw Materials*) ao nível da UE. A primeira lista foi publicada em 2011 e, a mesma é atualizada a cada três anos, de maneira a avaliar a criticidade das matérias-primas para a UE (European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020)).

As matérias-primas críticas são aquelas consideradas como tendo grande importância económica para a EU, apresentando um elevado risco de abastecimento. Dentro da avaliação realizada em 2020 a 83 matérias-primas individuais, 30 foram consideradas como matérias-primas críticas incluindo a barite. A barite foi considerada matéria-prima crítica enquanto mineral industrial e de construção, tornando-se essencial para a economia da Comunidade Europeia (European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020)).

A figura 74 apresenta os resultados gerais da avaliação de criticidade de 2020. Nesta figura, as matérias-primas críticas (CRMs), estão destacadas por pontos vermelhos e encontram-se localizadas dentro da zona de criticidade ($SR \geq 1$ e $EI \geq 2,8$). O risco de abastecimento (SR) é calculado com base em fatores que medem o risco de interrupções no abastecimento de um determinado mineral; a importância económica (EI) é calculada com base na importância de um determinado material na EU para aplicações de uso final e no desempenho de seus substitutos nessas aplicações. Os pontos azuis correspondem às matérias-primas não críticas (European Commission,

Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020)). A barite apresenta um SR entre 1-2 e um EI entre 3-3,5.

Nos estados-membros europeus ocorre muito pouca extração de matérias-primas não energéticas, como o exemplo da barite onde a China domina o abastecimento das matérias-primas, daí ser importante garantir o fornecimento destas, uma vez que são cruciais para a riqueza e sobrevivência das indústrias europeias e os respetivos empregos e economia associados (European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020)).

É de salientar que: os CMRs têm uma grande importância económica para a EU, mas também um alto risco de abastecimento; a EU é dependente de importações estrangeiras para mais de 80% das matérias-primas necessárias para a sua indústria e economia, daí ter sido necessário a criação de uma lista para assegurar o fornecimento dos CMRs, uma vez que a maior parte dos países que importam têm sempre um limite de importações de maneira a conseguirem além de importar para a EU, manter a economia nacional sempre com abastecimento garantido. Vale a pena ainda sublinhar que todas as matérias-primas, mesmo as que não são classificadas como críticas, são importantes para a economia europeia (European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020)).

Sendo a barite um mineral industrial em que algumas das suas aplicações centram-se: na cerâmica e como carga em papel, tintas, borrachas, plásticos e em lamas de sondagem para transportar pelo furo (sentido ascendente), os detritos da perfuração e lubrificar e arrefecer os elementos perfurantes; em medicina também é usado como agente de contraste em diagnóstico do aparelho digestivo por raios-X; e na indústria química, entre outras aplicações (Galopim de Carvalho, 2008), torna-se perceptível a importância deste mineral na economia da Comunidade Europeia.

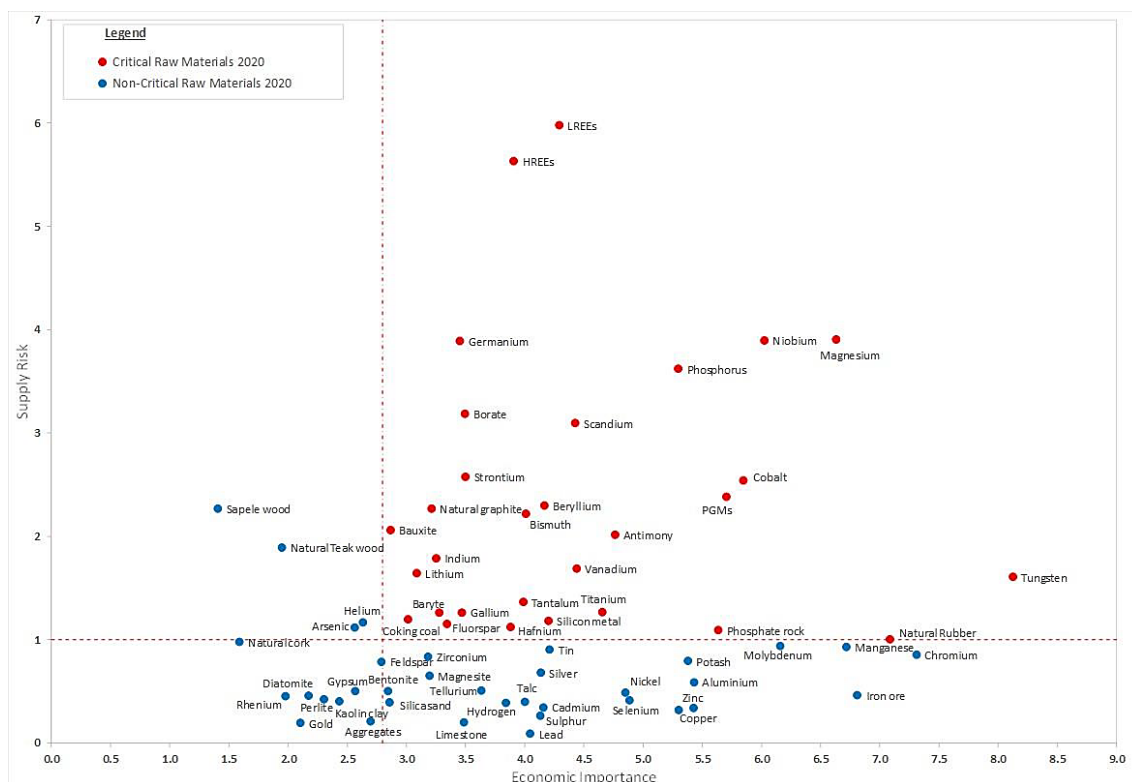


Figura 74 - Importância económica e os riscos de abastecimento com matérias-primas minerais na CEE (Report EU 2020).

Condições de formação da barite.

O mineral ocorre como mineral de ganga em veios (filões) hidrotermais de sulfuretos. A barite, frequentemente, ocorre associada a minerais de Pb, Zn, pirite, quartzo e carbonatos. Aparece também como um mineral primário em depósitos submarinos vulcanogénicos de sulfuretos. Pode alterar-se para witherita ou para carbonatos e outros sulfatos.

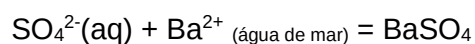
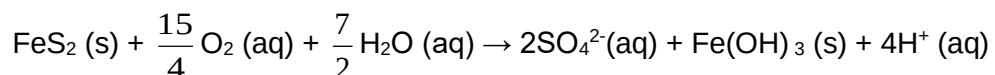
Os principais sulfuretos identificados, nas amostras recolhidas em campo, são a galena e pirite acompanhadas pelo quartzo, calcite e barite.

Os dados isotópicos de Pb apresentados por Neiva *et al.*, (2008), para mineralizações localizadas em NE de Trás-os-Montes, levaram-na a concluir que as razões isotópicas refletem remobilização de Pb proveniente dos metassedimentos, que compõe a crosta superior, relacionado com a circulação de fluidos hidrotermais derivados dos processos metamórficos da orogenia Hercínica.

As condições geológicas, que permitiram a cristalização da barite (BaSO_4) junto da galena (PbS), encontram-se relacionadas com as características físico-químicas do próprio fluido mineralizante (?) de baixa temperatura $150^\circ\text{-}100^\circ\text{C}$ e de elevada

salinidade (provavelmente a volta de 20 per mil, de acordo com os dados publicados pelo Marques de Sá, 2012).

Teoricamente, tratou-se de um fluido hidrotermal quente ($T^{\circ}\text{C} = 200^{\circ}\text{C}$) misturado com um fluido aquoso frio (água de mar) rico em Ba, Ca, Sr. Na primeira fase, precipitou a galena diretamente do fluido hidrotermal quente e, posteriormente, a barite através da reação entre o Ba da água de mar e o sulfato (SO_4^{2-}) resultante da oxidação da pirite, segundo a reação:



VII. Conclusões

Terminado este trabalho de dissertação, ressalva-se os aspetos mais importantes que nele foram abordados, as principais conclusões que deste resultaram e ainda algumas propostas para a preservação, valorização e dinamização dos aspetos mais interessantes e únicos do concelho.

Os objetivos deste trabalho centraram-se na gestão e avaliação do património geológico do concelho de Bragança, contribuindo para demonstrar as potencialidades da sua geodiversidade em todas as vertentes económicas, desde as potencialidades mineiras, tendo sido elaborado um capítulo de aplicação deste estudo a uma mina inativa, até geoturísticas.

Ao longo do desenvolvimento desta dissertação foi realizada uma descrição dos recursos geológicos presentes no conselho e o potencial geológico e económico do mesmo; foram também realizados diferentes trabalhos de acordo com o local e o objetivo pretendido; houve locais onde foi realizada uma identificação geológica e material para divulgação do mesmo; locais onde foram realizados estudos geológicos e houve uma área onde foi realizada uma cartografia geológica. Assim, serão descritos de forma sucinta alguns dos trabalhos desenvolvidos e resultados obtidos.

No afloramento junto ao teatro municipal da cidade de Bragança foi realizado um estudo geológico, em que se verificou que se tratava de um afloramento de dunito serpentinizado e fraturado, tendo sido realizado um diagrama de rosetas e verificado a existência de 3 famílias de diáclases, e existência de flancos de uma dobra. Para este local foi elaborado material gráfico, dada a importância e vulnerabilidade do afloramento, com o objetivo de mostrar a importância do mesmo e incentivar a sua preservação e valorização.

Na área do convento de São Francisco foi elaborada uma cartografia litológica. Verificou-se que a litologia presente nas galerias era a mesma litologia na restante área, sendo que esta encontra-se “limitada” por uma escama tectónica que foi possível visualizar dentro de uma das duas galerias visitadas.

Relativamente ao património geológico, como referido anteriormente, são apresentadas algumas propostas de modo a promover a preservação e valorização dos aspetos mais interessantes e únicos do concelho.

Sugere-se a criação de roteiros geológicos enquadrados nos diferentes níveis de escolaridade, assim como no geoturismo, por forma a divulgar e sensibilizar a

sociedade para a importância da geologia, dos recursos geológicos e explorações mineiras.

Recomenda-se a elaboração de *flyer's*, painéis interpretativos, entre outros, de forma a divulgar os locais de interesse geológico que foram mencionados ao longo deste trabalho. Para melhor fundamentação científicas destes materiais, é necessário desenvolver mais estudos científicos, como por exemplo, o estudo petrográfico das rochas que constituem as galerias do convento de São Francisco e dos taludes associadas às mesmas, referidas nesta dissertação.

Em relação ao património mineiro propõe-se a preservação de uma ou mais minas e pedreiras (das que se encontram em melhor estado de conservação - concretamente a limpeza da pedreira de Serpentinito de Donai e, posterior criação de um local de estudo didático e de lazer), de modo a demonstrar à população/sociedade que é possível a coexistência de explorações mineiras, com os ideais e preocupações da população em geral, em relação ao ambiente. Demonstrativo dessa coexistência no concelho, a exploração mineira de talco, que continua a laborar, integrada no Parque Natural de Montesinho.

Relativamente ao estudo realizado na mina de barite, Alto da Caroeira, foi possível, a partir das amostras recolhidas e das técnicas analíticas utilizadas, obter informação referente à última fase de deposição de sulfuretos e barite. Nas superfícies polidas a barite aparece associada à galena com calcite. A pirite mostrava sinais evidentes de oxidação, o que comprova que a paragénese deste jazigo será: pirite-barite-galena; a deposição da barite foi resultado de uma fase hidrotermal do jazigo, onde um fluído hidrotermal quente oxidou a pirite, que cedeu o sulfato e que posteriormente com a entrada de água do mar, formou-se sulfato de bário (barite).

Foi ainda, perceptível a importância dos recursos geológicos para a economia do próprio concelho, assim como nacional, mas também para a Comunidade Europeia, que inclui a barite como uma matéria-prima crítica, salientando-se a extrema importância de realizar estudos de prospeção por forma a desenvolver a atividade mineira de Portugal e noutros países, de maneira a contribuir positivamente para a economia europeia.

Devido à riqueza deste concelho, em termos geológicos e económicos, salienta-se a importância do objetivo deste trabalho, de sensibilizar a autarquia a efetuar um melhor aproveitamento dos seus recursos geológicos, das suas potencialidades e do seu património geológico.

VIII. Glossário

Este glossário foi elaborado com base no site do LNEG
<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geolex/#!/index>

Aluvião - Depósito sedimentar, constituído por sedimentos geralmente grosseiros, provenientes da “destruição” de rochas que são transportados pela corrente dos rios e ribeiros, e aí depositados;

Anticlinal- corresponde a uma dobra com convexidade para cima; as rochas mais antigas encontram-se no núcleo desta dobra;

Antiforma – dobra que converge para cima;

Blasto – Cristal que se formou por ação metamórfica, em estado sólido;

Carreamento - Falha geológica inversa pouco inclinada ($< 15^\circ$), que decorre de um campo de tensões compressivo; o seu movimento origina deslocação de material que pode atingir dezenas de quilómetros;

Charneira – zona onde a dobra atinge a sua curvatura máxima;

Cisalhamento – deformação resultante de um campo de tensões, onde não existe variação no volume da rocha;

Crusta terrestre – corresponde à parte externa da litosfera; é formada maioritariamente por rochas ígneas e encontra-se dividida em crosta continental e crosta oceânica;

Deformação - corresponde ao comportamento/mudança das rochas quando aplicada uma tensão;

Dobra – é a resposta das rochas quando sujeitas a tensões compressivas; trata-se de uma manifestação da deformação dúctil das rochas;

Dunito- Rocha ígnea plutónica, ultramáfica constituída maioritariamente por olivina ($> 90\%$);

Eluvião – material detrítico originado por desagregação e que permanece *in situ*;

Estratificação – Estrutura na qual os sedimentos se encontram depositados, em camadas ou estratos;

Estratiforme – Depósito no qual o minério se dispõe em camadas/estratos;

Gnaiss – rocha metamórfica constituída por feldspato potássico, plagioclase e biotite; apresenta um bandado com alternância de bandas claras (quartzo-feldspáticas) e bandas escuras constituídas pelos elementos máficos (biotite);

Mélange tectónica – corpo rochoso constituído por fragmentos de rocha de vários tamanhos e proveniências, com aspeto brechóide e matriz fina originado por cisalhamento ao longo da zona de subducção;

Metaperidotito – o peridotito corresponde a uma rocha ígnea, plutónica, ultramáfica, com valores de olivina > a 40%; utiliza-se o prefixo, meta, para designar a, rocha ígnea alterada, na qual é ainda possível observar traços do peridotito;

Nappe - Película rochosa de espessura intermédia e de grande extensão, com idade superior às rochas subjacentes, (mais novas). As falhas inversas, e principalmente, os carreamentos, responsáveis pelo transporte das rochas mais antigas (alóctones) sobre as mais recentes;

Obducção – sobreposição da crosta oceânica sobre a crosta continental, quando ocorre colisão de placas e subducção associada. A secção de crosta oceânica que cavalga o continente designa-se ofiólito;

Orogenia -Processo geológico que origina a formação de cadeias montanhosas;

Orógeno – corresponde à região na qual se encontram rochas deformadas pela ação de um evento tectónico;

Placer – depósitos formados pela concentração de minerais, aglomerados pela ação de correntes fluviais, eólicas, glaciares ou marinhas;

Rochas ultrabásicas – rochas ígneas com teores em sílica < a 45%;

Rochas ultramáficas – rochas ígneas compostas maioritariamente por minerais máficos, p.e. a olivina;

Sinforma – dobra côncava;

stockwork – rede de pequenos veios e filonetes preenchidos com minérios passíveis de serem explorados;

Subducção – fenómeno onde ocorre a descida da placa mais densa sob a mais leve;

Textura porfiroblástica – textura de rochas metamórficas, na qual é possível observar blastos no seio de uma matriz mais fina;

Vergência- sentido de transporte que ocorre nas rochas ou estruturas, em consequência de um campo de tensões;

Zona de cisalhamento – área ao longo da qual o material rochoso se encontra altamente deformado e metamorfizado; nas quais, frequentemente se encontram jazidas de minerais metálicos.

IX. Referências bibliográficas

Arenas, R., Farias, P., Gallastegui, G., Gil Ibarguchi, J. I., González Lodeiro, F., Klein, E., Marquínez, J., Martín Parra, L. M., Martínez Catalán, J. R., Ortega, E., Pablo Maciá, J. G. De Peinado, M. & Rodríguez-Fernández, L. R. (1988) - *Características geológicas y significado de los dominios que componen la Zona de Galicia - Tras-os-Montes*. II Congr. Geol. España, *Simpósios*, 75-84.

Billiton Portuguesa (1981) – Relatório dos trabalhos realizados no 1º semestre de 1981 relativo à área de Macedo de Cavaleiros. In: Arquivos do L.N.E.G., S. Mamede de Infesta), agosto, 8 pp., 149 Anexos.

Billiton Portuguesa (1982a) – Relatório dos trabalhos realizados no 2º semestre de 1981 relativo à área de Macedo de Cavaleiros (In: Arquivo Técnico do L.N.E.G., S. Mamede de Infesta), 15 pp, 205 Anexos.

Billiton Portuguesa (1982b) – Relatório dos trabalhos realizados no 1º semestre de 1982 relativo à área de Macedo de Cavaleiros (In: Arquivo Técnico do L.N.E.G., S. Mamede de Infesta), 9 pp., 177 Anexos.

Bridges, J. C., Prichard, H. M., Neary, C. R. & Meireles, C. A. (1993) - *Platinum-group element mineralization in chromite-rich rocks of Bragança massif, northern Portugal*. Trans. Inst. Min. Metall. (Sect. B: Appl. earth sci.), 102, B103-B113.

Burnay Bank (1910) - *Internal Report of Mining Concessions*, (relat. inédito), in Circunscrição Mineira do Norte, Porto.

Burnay Bank (1948) - *Internal Report of Mining Concessions*, (relat. inédito), in Circunscrição Mineira do Norte, Porto.

Cachão, M.; Marques da Silva, C.; Santos, A.; Santos, V. & Galopim de Carvalho (1998) – Património Paleontológico Português: critérios para a sua definição, Actas do V Congresso Nacional de Geologia, tema G, Património Geológico, Comum. Inst. Geol. Mineiro, 84 (fasc. 2), 22-25

Carvalho, A. D. (1979) - Breves referências sobre Jazigos Auríferos Portugueses. Bol. Minas, Lisboa, 16 (3/4): p. 139-150.

Cerveira, A. M. (1967) – As minas de Montesinho. Bol. de Minas, vol.4, nº 4, p.211-224.

Conde, L., Pereira, V., Ribeiro, & Thadeu, D. (1971) – Jazigos hipogénicos de estanho e volfrâmio. I Chilage, Madrid – Lisboa, 81 pp.

Cotelo Neiva, J.M. & Gouveia, J. (1950) – *Características dos minérios do jazigo de ferro de Guadramil*. Est. Not. Trab. S. F. M., Porto, 6(1-4), 107-115.

Elízaga Muñoz, E. (1988) - *Georecursos Culturales, In Geologia Ambiental*, Inst. Tec. Geomineiro España, Madrid, 85-100.

European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020)

Farias, P., Gallastegui, G., González Lodeiro, M., Marquínez, J., Martín Parra, L. M., Martínez Catalán, J. R., Pablo Maciá, J.G. & Rodríguez Fernández, L. R. (1987) - *Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafía a y estructura de Galicia Central*.

Filipe, A., Inverno, C. M. C., Oliveira, D. P. S., Santana, H., Matos, J. X., Farinha Ramos, J., Carvalho, J., Batista, M. J., Sardinha, R., Salgueiro, R., Lisboa, V., Leite, M. (2010). *Recursos Minerais – O Potencial de Portugal*. LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, LGM – Laboratório de Geologia e Minas, Lisboa, 74 p

Fox, D.J. (1969) – Tin mining in Spain and Portugal. *II Tech. Conf. on Tin*, Bangkok, International Tin Council, Dept. Mineral Resources.

Galopim de Carvalho, A. M., (1989) – Exomuseu de Geologia, 1º Encontro Nacional Ambiente, Turismo e Cultura. Sintra, 1-4.

Galopim de Carvalho, A. M., (1998) – *Geomonumentos – Uma reflexão sobre a sua classificação num projecto alargado de defesa e valorização do Património Natural*, Actas V Congresso Nacional Geologia, tema G, Património Geológico, Comum. do Inst. Geol. Mineiro, 84 (fasc. 2), 3-5.

Galopim de Carvalho, A. M., (2008) – Introdução ao estudo dos minerais. Âncora Editora, 362p.

Gouveia, J. A. C. & Ferreira, F. M. (1950) – *Notícia sobre o valor económico de jazigo de Guadramil*. Est. Not. e Trab. do S. F. M., Porto, 6(1-4), 116-131.

Gouveia, J.A. C. (1956) – O jazigo de ferro de Guadramil. *Est. Not. Trab. do Serv. Fom. Min.*, **11**(3-4), 119-145.

Iglésias, M. P. L., Ribeiro, M. L. & Ribeiro, A. (1983). *La interpretacion aloctonista de la estructura del Noroeste Peninsular*. In: Comba, J. A. (Coord.), Geologia de España.

Libro Jubilar J.M. Rios, Geologia de España, Tomo I, Inst. Geol. y Minero España, Madrid, 459-467.

Ínsua, G., Bobos, I. & Meireles, C. (2018) - Estudo geológico do Alóctone Superior da região de Alimonde (bragança): implicações na geologia económica da região, Universidade do Porto 177 p.

Lemos de Sousa, M.J. & Noronha, F. (1998) – A Classificação–Quadro Internacional das Nações Unidas para reservas /recursos (versão de 1997). *Bol. Minas*, Lisboa, 35(3), 259-275.

Lima, M. F. (1996) – Itinerários Geológicos do Alto Minho – estudo de locais de interesse geológico, Tese de Mestrado, Univ. Minho, 215 p.

Lunar, R., Capote, R., Izquierdo, B. G., Monterrubio, S., Moreno, T., Gibbons, W., Prichard, H., Gil Ibarguchi, J. I., Ábalos, B., Puellas, P., Santos Zaldegui, J. F.,

Marques de Sá, C., 2012. Jazigos Filoneanos Hidrotermais de Pb-Zn-Cu-Ag – Contribuição para a metalogenia da Península Ibérica. FCUP, 372p.

Marques, F. (1994) - Estudo estrutural das rochas infracrustais do manto de soco do SW do Maciço de Bragança (Trás-os-Montes). Tese de Doutoramento, Depart. Geol. Univ. Lisboa, 196 pp.

Matte, Ph. (2001) – The variscan collage and orogeny (480-290 Ma) and the tectonic definition of the Armorica microplate: a review. *Terra Nova*, 13(2), 122-128.

Medeiros, A. C. (1950) - Geologia *do jazigo de ferro de Guadramil*. Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro. Vol. I, fasc. 1-4 p. 82-106

Meireles, C. (1991) - Síntese sobre os modelos metalogénicos das ocorrências de ouro em Portugal – Relat. Interno, D.G.G.M, 42 p.

Meireles, C. (2000a) - Carta Geológica de Portugal na Escala 1/50.000 e notícia explicativa da Folha 3-D (Espinhosela). Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 64 pp.

Meireles, C. (2000b) – Carta Geológica de Portugal na Escala 1/50 000 e Notícia Explicativa da Folha 4-C (Deilão), 2ª Ed., Inst. Geol Mineiro, Lisboa, 28 pp.

Meireles, C. A. P. (2013) - *Litoestratigrafia do Paleozóico do sector a nordeste de Bragança (Trás-os-Montes)*. Serie Nova Terra. Instituto Universitário de Geologia “Isidro Parga Pondal”, Univ. Coruña. Nº 42, 471 p., 5 Anexos, 1 mapa geol.

Meireles, C. & Carvalho, J. (1992) - Proposta de enquadramento metalogénico das ocorrências de Au em Portugal. Painel apresentado na XIV Reunião de Geologia e Mineria do NO Peninsular, Laxe, Corunha.

Meireles, C., Dias, G., Brilha, J. & Pereira, P. (2005) - Recursos Geológicos e o Património Geológico do Parque Natural de Montesinho. Contributo para o seu Plano de Ordenamento. 49 pp., I-V Anexos.

Meireles, C., Pereira, E., Castro, P. G., Ribeiro, A., Santos, J. F. & Munhá, J. M. U. (2004) – *Cr-PGE mineralization, petrology and tectonics of the allochthonous complexes of NW Spain and Portugal*. In: 32nd Int. Geol. Congress, Field Trip Guide Book – B04. Leader: Lunar, R.. Associate leaders: Gil Ibarguchi, J. I., Moreno, T. & Meireles, C. 48 pp.

Meireles, C., Moreira, A., Pereira, A. P., Parra, A. & Martins, L. P. (2002) -*Nota Explicativa do Mapa de Condicionantes dos Recursos Geológicos, Plano Director Municipal de Bragança*. Relatório Interno do Instituto Geológico e Mineiro, Porto. 39 pp., VI anexos.

Meireles, C. & Sá, A. A (2001) - As Pedras Escrevidas do Alto do Martim Preto (Guadramil): mistério esclarecido. II Seminário de Recursos Naturais do Nordeste Transmontano. Comum. Oral, Escola Superior de Educação, Bragança.

European Commission, EIP on Raw Materials, Raw Materials Scoreboard 2018

Moro Benito, M.C, Pérez del Villar, L. & Cembranos Pérez, M.L. (1994) – Stratiform barite ore deposits in Palaeozoic rocks, province of Zamora (Spain). In: Seltrmann, Kampf & Moller (Eds.). *Metallogeny of Collisional Orogens*, 376-382.

Neiva, A.M.R., Andrés, P., Ramos, J.M.F., 2008. - Antimony quartz and antimony-gold quartz veins from northern Portugal. *Ore Geology Reviews*, 34, 533-546.

Noronha, F., Farinha Ramos, J.M., Moreira, A.D., Oliveira, M.J.C. & Machado Leite, M.R.M. (2006a) – Recurso Geológicos. In: Pereira, E. (Coord.). *Notícia Explicativa da Folha 2, Carta Geológica de Portugal, esc. 1:200.000.*, I.N.E.T.I., Lisboa, 77-119.

Parra, A., Borralho, V., Nascimento, J. & Marques, A. (1990) – Minas de Montezinho, Cálculo das Reservas de Estanho. Rel. Interno, D.G.G.M., Lisboa, 46 pp, 5 mapas.

Pereira, E. & Meireles, C. (1998) – Metais preciosos em Portugal; situação da investigação geológica e mineira. *Est. Notas Trab., Inst.Geol. Mineiro*, t. 40, pp. 3-34.

Pereira, E. S., Ribeiro, A., & Meireles, C. (1993) - Cisalhamentos hercínicos e controlo das mineralizações na Zona Centro Ibérica, em Portugal. Cuad. Lab. Xeol. Laxe, Coruña, nº 18, 89-119.

Pereira, E.S., Coord. (2006) – Notícia Explicativa da Carta Geológica de Portugal à escala 1:200.000, Folha 2, Inst. Nac. Eng. Tec. Inov., Lisboa, 119 pp.

Pereira, E.S., Iglésias, M. & Ribeiro, A. (1984) – Leucogranitos – "stockscheider" e o controlo estrutural da mineralização na mina de Montesinho – Bragança. Comun. Serv. Geol. Portugal, **70**(1), 11-22.

Ribeiro, A., Pereira E. & Dias, R. (1990)- *Structure of the Centro-Iberian Allochthon in the northwestern of the Iberian Peninsula*. In: Dallmeyer, R. D. & Martínez-Garcia, E. (Eds.). Pre-Mesozoic Geology of Iberia, Springer Verlag, Heidelberg, 220-236.

Ribeiro, A., Pereira, E., Ribeiro, M. L. & Castro, P. (2006) - *Unidades Alóctones da região de Morais (Trás-os-Montes Oriental)*. In: Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. & Kullberg, C. (Eds.), Geologia de Portugal no Contexto da Ibéria (pp. 1–27). Univ. Évora, Évora, 85-105.

Rodrigues, J., Pereira, E., Ribeiro, A., (2013) - *Complexo de Mantos Parautóctones do NE de Portugal: Estrutura interna e Tectonoestratigrafia*. In: Geologia de Portugal (R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha & J. Kullberg Eds.). Escolar Editora, 275-332.

Rodrigues, J., Ribeiro, A., Pereira, E. & Meireles, C. (2003) - *Organização tectonoestratigráfica do complexo parautóctone do NE de Portugal: uma proposta*. VI Cong. Nac. Geol., Ciências da Terra (UNL), Lisboa, nº esp. V, CD-ROM, D77-D79.

Routhier, P. (1963) - Les Gisements Métallifères: Géologie et Principes de Recherche, Masson, Paris, 2 volumes. 1282.

Sá, A. A. (2005) - *Bioestratigrafia do Ordovícico do nordeste de Portugal*. Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. 571 pp.

Sá, A.A., Gutiérrez-Marco, J.C. & Meireles, C. (2008) – The “written stones” of the Montesinho Natural Park: where palaeontology meets popular legend. (Abstract) International Geol. Congress, Oslo.

Santos, J.; Marques, F.; Munhá, J.; Ribeiro, A. & Tassinari, C. (1997) - First dating of a Precambrian (1.0 to 1.1 Ga) HP/PT metamorphic event in the uppermost

allochthonous unit of the Bragança Massif (Iberian Variscan Chain, northern Portugal). Terra Nova. Vol. 9, Abstracts Supplement 1, 497.

Teixeira, R. J. S. & Gomes, M. E. P. (2013) - *O serpentinito de Donai - Uma rocha ornamental exótica única em Portugal*. Boletim Cultural ESCCB, Vila Real. Nº 19

Turrión Peláez, L. F. (1988) – Estudio geológico y metalogenico de las mineralizaciones de manganeso asociadas al sinforme de Alcañices (Zamora). Tesis Licen., Univ. Salamanca, 144 pp.

Turrión Peláez, L.F. & Moro Benito, M.C. (1989b) – Las mineralizaciones de Mn volcánico – sedimentarias de S Vicente de La Cabeza (Zamora). *Bol. Soc. Esp. Mineralogia.*, **12**, 303-313.

Vera, J. A. (2004). Geología de España. Sociedad Geológica de España, Instituto Geológico y Minero de España. 21-25.

Base de dados LNEG:

Inventariação de Sítios com Interesse Geológico:
<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geossitios/#!/> - acedido em abril de 2021.

Léxico de termos Geológicos: <https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/geolex/#!/> - acedido em abril de 2021;

Sistema de Informação de Ocorrências e Recursos Minerais Portugueses:
<https://geoportal.lneg.pt/pt/bds/siorminp/#!/> - acedido em março de 2021;

Site da Direção Geral da Geologia e Engenharia:

<https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/geologia/>

Anexo I – Esquema litológico da área do convento de São Francisco



Anexo II – Potencialidades do concelho de Bragança

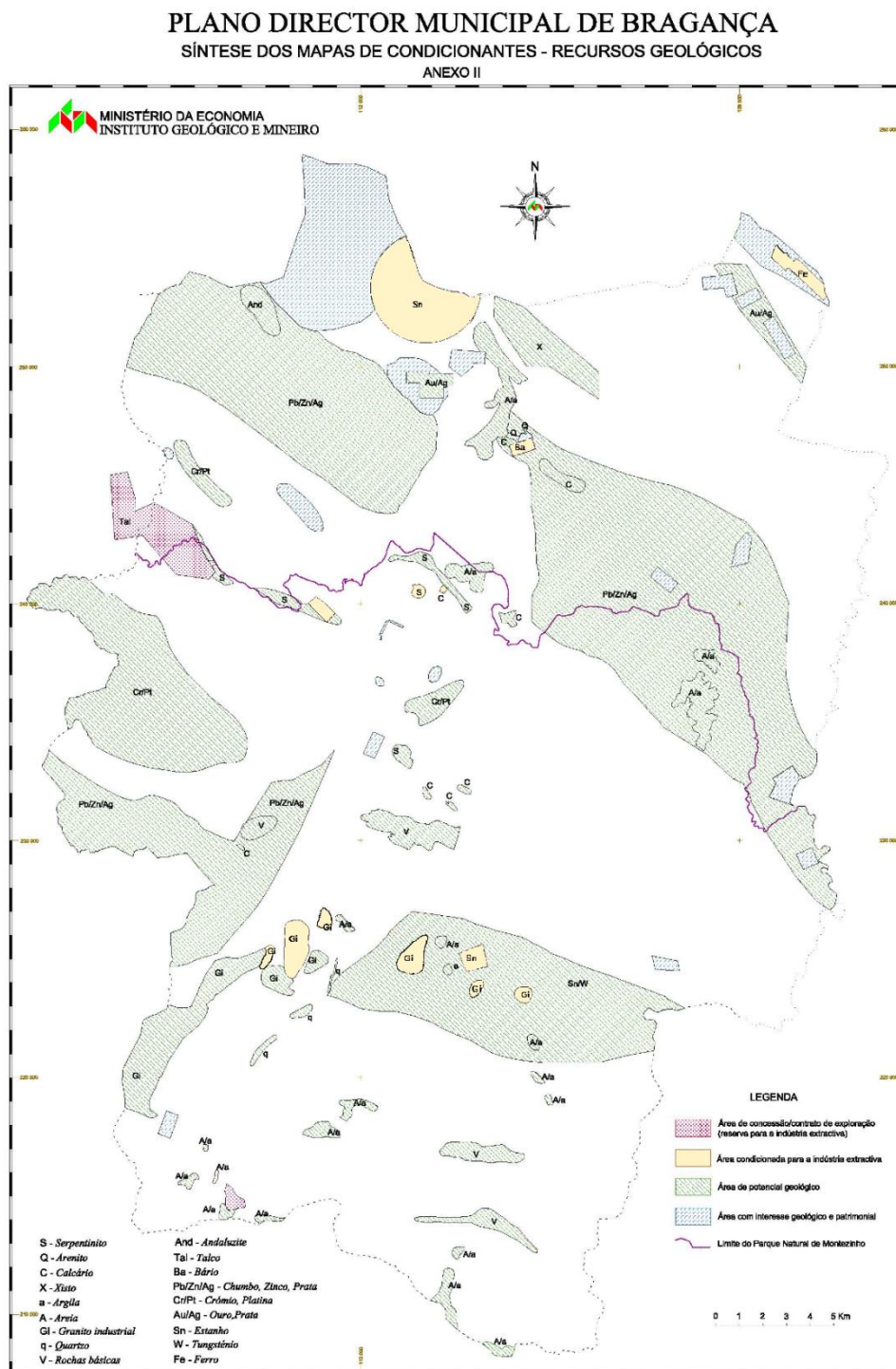


Figura 75 - Mapa de condicionantes do concelho de Bragança; retirado e adaptado do relatório do IGM para o PDM de Bragança de outubro de 2002.

Anexo III – Mapa das potencialidades e litologia do concelho de Bragança

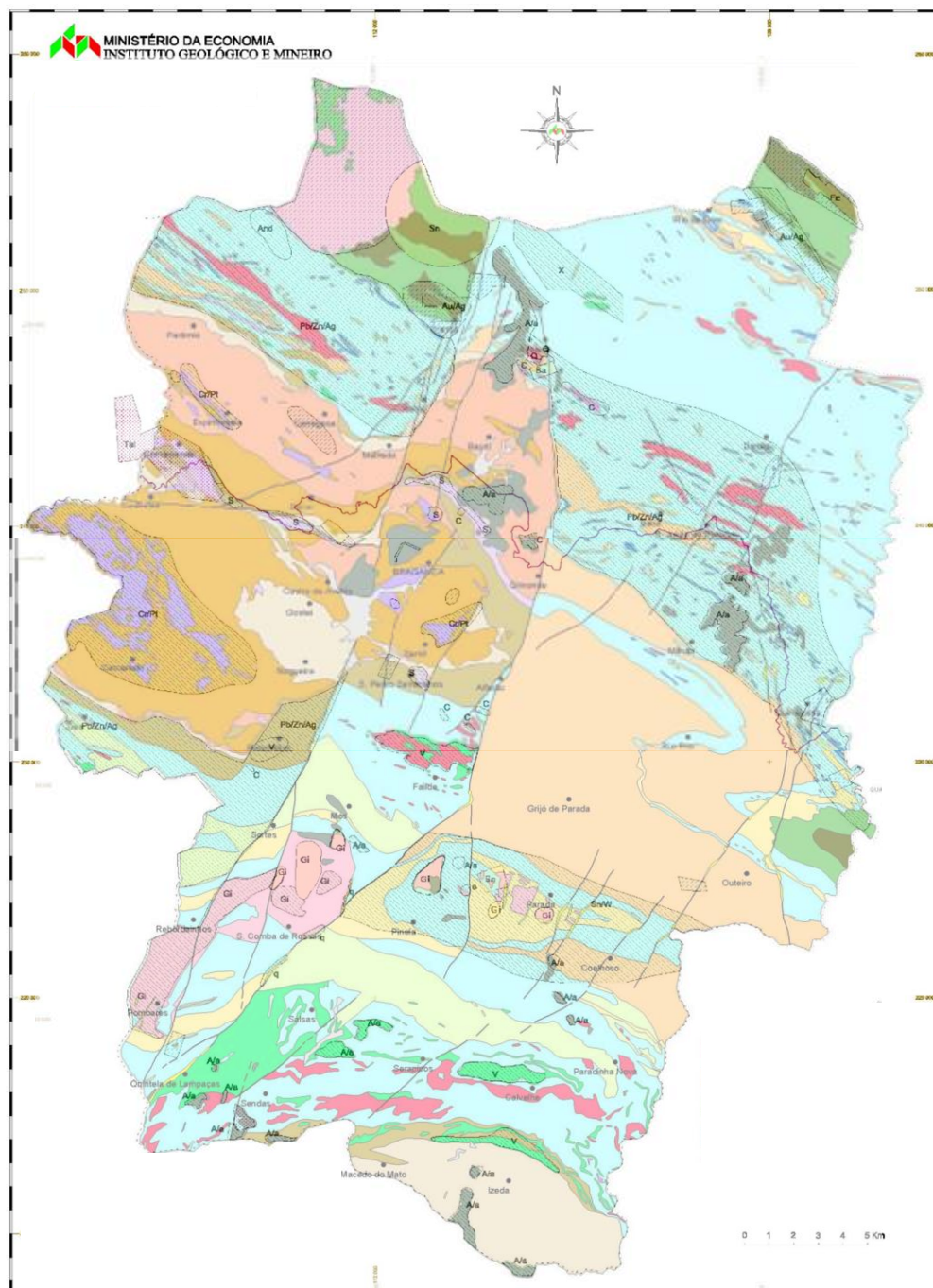


Figura 76 – Sobreposição do mapa de condicionantes e da carta litológica do concelho de Bragança, retirado e adaptado do relatório do IGM para o PDM de Bragança de outubro de 2002.



Figura 77 - Legenda do mapa resultante da sobreposição do mapa de condicionantes e da carta litológica do concelho de Bragança, retirado e adaptado do relatório do IGM para o PDM de Bragança de outubro de 2002.

Anexo IV- Localização dos Geossítios do concelho de Bragança

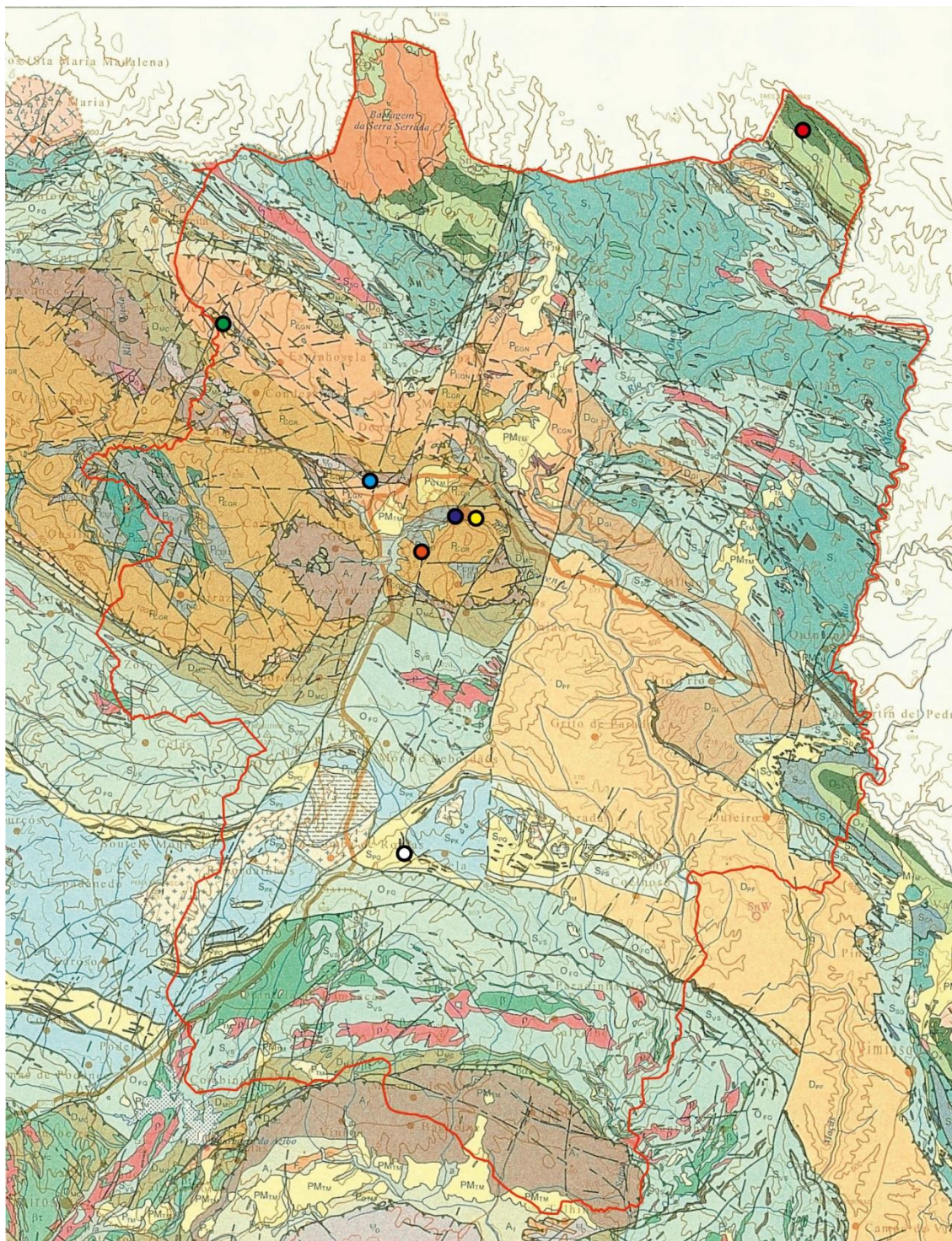


Figura 78 – Excerto editado da Folha 2 da Carta Geológica de Portugal, escala 1:200000, cedida pelo Laboratório Nacional da Energia e Geologia (LNEG,2000).

Geossítio: Castelo de
Afloramento de dunito junto ao Teatro Municipal de
Geossítio: “Pedras
Geossítio: Pedreira de serpentinito de
Geossítio: Convento de São Francisco
Geossítio: Pedreira de mármore de
Geossítio: Tojal dos

