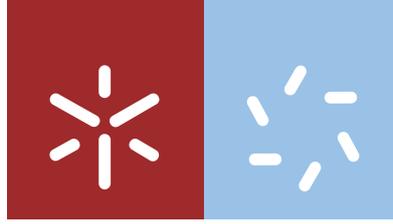


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Luciano Vagner Mata Cruz

**Valorização do património mineiro
associado à Porta de Arga-Lima do
Geoparque Litoral de Viana do Castelo**



Universidade do Minho
Escola de Ciências

Luciano Vagner Mata Cruz

**Valorização do património mineiro
associado à Porta de Arga-Lima do
Geoparque Litoral de Viana do Castelo**

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

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Diamantino Manuel Ínsua
e do
Doutor Ricardo Jorge de Matos Carvalhido

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial
CC BY-NC

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por qualquer conquista e por estar sempre comigo iluminando e me guiando para os melhores caminhos, inclusive a descoberta da Geologia que deu muita felicidade e a cada dia vem dando conquistas especiais em minha vida. Agradeço ao meu orientador Diamantino Pereira pelo conhecimento passado, atenção e conselhos, ao coorientador Dr. Ricardo Carvalhido e ao Professor Brilha pelo apoio e pelos cursos que aprimoraram meus conhecimentos, bem como ao Arqueólogo Bruno Barros que me acompanhou no campo. Agradeço também à Câmara de Viana do Castelo, aos funcionários do geoprocessamento, à Eng. Fabiola e ao Geoparque Litoral Viana do Castelo, em especial, ao Bruno Gonçalves, Virginie Meira e Catarina Morais.

Agradeço à minha família, especialmente aos meus avós e minha mãe por tudo que sou e tenho no momento. À minha irmã e sobrinha por todo carinho e amor que têm por mim. Aos meus tios e primos por sempre estarem apoiando. Aos amigos Zé Eduardo, Adriana e Ana Barbara, aos amigos de turma Andréia, Bruna, Francisca e Marianela. Aos professores Pamplona, Paulo Pereira e funcionários do departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho. A todos os meus amigos especialmente a Fernandinha, Felipe Guimarães, Felipe Seibert, Dira Góes, Ramon Arouca, Eduardo Abrahão, Gilberto Fernandes, Tariciana Cercato, Fernando, Armando, Rita Neto, Thaís Canesin, Cris Covello, Priscila Lopes e a todos que eu tive o prazer de conhecer e conviver.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Valorização do património mineiro associado à Porta de Arga-Lima do Geoparque Litoral de Viana do Castelo

Neste trabalho apresenta-se o património geomineiro do sector norte do Geoparque Litoral de Viana do Castelo, estudado com base na análise de informações relativas a antigas minas e trabalhos de prospecção e pesquisa situadas na região. A metodologia aplicada compreendeu a análise bibliográfica sobre a mineração no território do geoparque, destacando-se, pela sua importância histórica, o campo mineiro de Arga e Lima, principalmente na região de Lanheses e Vila Mou. O trabalho de campo foi também fundamental para a observação e avaliação do estado das antigas minas e outros vestígios de atividade de pesquisa e exploração. Destacam-se as explorações de ouro, provavelmente desde o período romano, de estanho, de volfrâmio no período da II Guerra Mundial, de ferro e de argilas. De forma a contribuir para a divulgação deste património faz-se igualmente uma breve descrição acerca da constituição e uso dos minérios que estão identificados no geoparque, bem como dos modos de exploração em mina subterrânea, a céu aberto e pláceres. A par da descrição dos diversos locais com interesse geomineiro, valoriza-se a história da mineração na região, bem como aspetos de gestão deste património, como por exemplo a segurança, como forma de promover o geoturismo no geoparque. Por fim apresentam-se propostas de dois roteiros geomineiro, baseadas nos sítios identificados e conhecimento adquirido.

Palavras-chave: geomineiro; geoparque; geoturismo; mina; património; sítio; Viana do Castelo.

ABSTRACT

Mining heritage of the Arga-Lima sector of Viana do Castelo Coastal Geopark.

This work presents the geo-mining heritage of the northern sector Viana do Castelo Coastal Geopark, studied based on the analysis of information related to old mines and prospecting and exploitation works located in the region. The applied methodology comprised the literature review on mining in the geopark territory, highlighting, due to its historical importance, the Arga-Lima mining field, mainly in the region of Lanheses and Vila Mou. Fieldwork was also important in observing and assessing the state of the old mines and other evidence of prospecting and exploitation activities. Gold, probably since the Roman period, tin, wolfram in the period of World War II, iron and clays were the most exploited ores. In order to contribute to the dissemination of this heritage, it is also briefly described the constitution and use of ores that are identified in the geopark, as well as the modes of exploration in underground mine, open pit and placer mines. In addition to the description of the various sites with geo-mining interest, the history of mining in the region is valued, as well as management aspects of this heritage, such as safety, as a way to promote geotourism in the geopark. Finally, we present proposals for two geo-mining itineraries based on the identified sites and acquired knowledge.

Keywords: geo-mining; geopark; geotourism; heritage; mine; site; Viana do Castelo.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS.....	1
1.2	ÁREA DE ESTUDO	1
1.3	GEOLOGIA	3
1.4	RECURSOS MINERAIS E MINERAÇÃO.....	7
2	GEOCONSERVAÇÃO E PATRIMÓNIO GEOMINEIRO.....	10
3	OS RECURSOS MINERAIS E A MINERAÇÃO NO GLVC.....	11
3.1	TUNGSTÊNIO.....	12
3.2	ESTANHO	15
3.3	NIÓBIO-TÂNTALO.....	17
3.3.1	TÂNTALO	19
3.3.2	NIÓBIO	19
3.4	OURO.....	20
3.4.1	A BATEIA E O OURO NO PERÍODO ROMANO	20
3.5	FERRO	22
3.6	ARGILA.....	24
3.6.1	A ARTE COM CERÂMICA	25
3.7	A LAVRA EM MINA A CÉU ABERTO.....	26
3.8	LAVRA EM MINA SUBTERRÂNEA	28
3.9	DEPÓSITOS DE PLÁCER	29
4	PROPOSTA DE VALORIZAÇÃO DOS SÍTIOS DE INTERESSE GEOMINEIRO DO GLVC	31
4.1	METODOLOGIA	31
4.2	SÍTIOS GEOMINEIROS	31
4.2.1	MONTE DA CÍVIDADE.....	35
4.2.2	RASAS	36
4.2.3	MADEIRO	40
4.2.4	SENHOR DO SOCORRO	41
4.2.5	ALTO DO LOMBO.....	42
4.2.6	COCHEIRA	45
4.2.7	PEREIRO	47
4.2.8	SERRA DE SANTA LUZIA	49
4.2.9	MEADELA.....	50
4.2.10	LANHESES	52
4.2.11	LUGAR DA ROCHA.....	53
4.2.12	VALE.....	54
4.2.13	COMPANHIA	55
4.3	PROPOSTA DE ITINERÁRIOS	56
5	DISCUSSÃO	60
6	CONCLUSÕES.....	62
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização da área de trabalho, Concelho de Viana do Castelo.....	2
Figura 2 - Vale do Lima a disposição das principais serras na área de trabalho que englobam. Editada do Google Earth®	4
Figura 3 - Mapa geológico da área de estudo, base dados LNEG 1:50000, modificado.	6
Figura 4 - Mapa de ocorrências minerais de Viana do Castelo.....	9
Figura 5 - Itinerário provável da “estrada Real”, percurso romano passando por zona mineira. Editada do Google Earth®	11
Figura 6 - A. volframite encontrada na Auvérnia, França. B. Depósito de tungstênio-estanho-berílio (scheelite-cassiterite-berilo) de veios de quartzo hospedados em xisto intercalado com mármore da série Zagunao do Triássico Inferior, Sichuan, China. Fonte www.mindat.org . .	13
Figura 7 - A. Estanite San José Mine, Ouro City, Cercado Province, Oruro, Bolívia. B. Cassiterite – Esmore Tin Mine, Elsmore, Gough Co., New South Wales, Austrália. Fonte: www.mindat.org	15
Figura 8 - A. Columbite (Mn) Topsham, Sagadahoc Co., Maine, USA. B. Tantalite São Pedro claim, Malacacheta, Minas Gerais, Brasil. Fonte: www.mindat.org	18
Figura 9 - A. Ouro da Mina de Montanha Redonda, Distrito da Montanha Redonda, Toquima Range, Nye Co., Nevada, EUA. Fonte: Mindat.org . B. Bateia de alta eficiência, para prospecção de ouro, por concentração gravítica, com dois tipos de estrias para maior eficiência e precisão. Fonte. gettyimages.pt/Goldpan	21
Figura 10 - A. Magnetita da Tre, Croci, Vetralla, complexo vulcânico Vico, província Viterbo, Lazio, Itália e em B. Mina de Wessels, Hotazel, campo de manganês de Kalahari, Northern Cape, África do Sul. Fonte: www.mindat.org	22
Figura 11 - A. Argila da região Anzoátegui, Venezuela B. Caulinita da Mina de barita de Walton, Walton, Hants Co., Nova Escócia, Canadá Fonte: www.mindat.org	25
Figura 12 - Principais unidades de uma cava em Mina Céu Aberto, rampa de acesso, altura da bancada, largura da Bancada, frente da bancada (lavra), Base de exploração e ângulos de talude. A. Vista vertical da cava. B. vista em perfil X-X da cava.....	26
Figura 13 - Exploração Céu Aberto em Lavra por Bancada. A. Mina de Surubim, lavra em cava para exploração de Cobre na extração de calcopirite e bornite, Bahia-Brasil Fonte: Autor e B. Mina do Pico, lavra em encosta na exploração de Ferro em Itabirito, Minas Gerais Bahia Fonte: Minuto Mais.	27
Figura 14 - Desenho da infraestrutura da mina subterrânea. A. Vista longitudinal e B. vista transversal do corpo mineralizado, das aberturas subterrâneas e divisão da jazida em níveis e subníveis. Fonte: Brigolini Neme <i>et al.</i> 2011.....	29
Figura 15 - A formação de depósitos de plácer residual e plácer eluvial originados pela meteorização. Fonte: Evans, 1993.	30
Figura 16 - Mapa de Concessão Mineira de Viana do Castelo.	34
Figura 17 - Sítio 1: Entrada da galeria “Linha do Vale do Lima” coberta pela vegetação.....	35
Figura 18 - Sítio 2 –Trincheira aberta ao lado da linha de comboio.....	36

Figura 19 - Mapa de relevo com a localização da área de pesquisa de Rasas e seus sítios. Editada do Google Earth®	37
Figura 20 - Sítio 3 - Vale do Cobalta está situado à esquerda, em tracejado vermelho está delineado o formato do vale, aterrado para construção da autoestrada.	37
Figura 21 - Sítio 4 - Depósitos de plácers eluviais cobertos por densa vegetação.	38
Figura 22 - Sítio 5. A. Ribeira do Rio Tinto. B. Sedimento recolhido na Ribeira do Rio tinto com coloração avermelhada, o que indica níveis de Fe presente no mesmo.....	39
Figura 23 - A. Canal de desvio de água da ribeira para o Moinho da Moleira. B. Sítio 6: Moinho da Moleira e estrutura de moagem. C. Sítio 7: Moinho da Farrula coberto pela vegetação. ...	40
Figura 24 - Sítio 8: A. Área aberta utilizada para recreação nas margens do Rio do Seixo. B. Estrutura utilizada para lavagem e seleção do minério.	41
Figura 25 - Sítio 9 A. Capela do Nosso Senhor do Socorro situada no topo da rampa de acesso para a parte inferior da Mina; B. Afloramento contendo teores significativos de ferro.....	42
Figura 26 - Aspectos importantes do Sítio 11: A. Rua do Estanho, principal rua de acesso a área de exploração; B. Miradouro do Alto do Lombo acesso de entrada ao sítio e com aspecto de visuais importantes.	43
Figura 27 - Em A Sítio 12 - chaminé isolada por cordas. Em B) Sítio 13 - chaminé coberta pela comunidade com galhos de forma a prevenir possíveis acidentes.....	44
Figura 28 - Localização dos Sítios 11, 12 13 e 14 na área de concessão, inseridos em área urbana. Editada do Google Earth®	44
Figura 29 - Sítio 14 A. Despenhadeiro que representa um dos acessos às galerias; B. Parte da extensão da área de exploração sem as devidas sinalizações das chaminés.....	45
Figura 30 - Imagem aérea ilustrando a distribuição das sanjas na porção sudoeste de pesquisa no Sítio 15. Editada do Google Earth®.	45
Figura 31 - Sítio 15 A. Imagem aérea ilustrando a distribuição das sanjas na porção nordeste da área pesquisa no Sítio 15. Editada do Google Earth® B. sanja vista de cima; C. sanja e sua extensão para norte.....	46
Figura 32 - Sítio 16 A. cascata do Pereiro e estrutura de moagem; B. painel sobre a cascata do Pereiro em que cita a utilização de seus moinhos.	47
Figura 33 - A. Sítio 17 – Galeria Mina Grande 1; B. Sítio 18 - Galeria Mina Grande 2; C. Sítio 19 - Entrada da galeria; D. Sítio 19 - sanja nas proximidades da galeria; E. Área de acesso às galerias e sanjas dos Sítio 17, 18 e 19.	48
Figura 34 - A. Sítio 20 – Óculo de Santa Luzia; B. Sítio 21 – Pedreira desativada de Santa Luzia.	50
Figura 35 - Sítio 22 - Miradouro da Serra de Santa Luzia, situado no Monumento Natural do Planalto Granítico das Chãs de Santa Luzia.....	50
Figura 36 - A. Sítio 23, afloramento apresentando dobras, no percurso das cascatas; B. Sítio 24, acesso à galeria da Cova.	51
Figura 37 - Sítio 25: A. Vista lateral da antiga Fábrica de Telhas de Lanheses; B. Uso atual da antiga fábrica como armazém.	52

Figura 38 - Sítio 26: A. Baixa das Ervas, área de pesquisa para estanho e entrada do vale Baixa das Ervas; B. Vista do vale da Baixa das Ervas a direita em que se situa a área de concessão de volfrâmio.	53
Figura 39 - Sítio 27 A. Igreja de Nossa Senhora da Rocha; B. Furos para pesquisa utilizados para prospecção mineral.....	53
Figura 40 - Sítio 28 A. Acesso ao local em rochas apresentando xistosidade bem evidente; B. Trincheiras de pesquisas mineral.....	54
Figura 41 - Sítio 29 - Acesso a Galeria coberta pela vegetação nas proximidades da estrada	55
Figura 42 - Ruína das instalações da Companhia que centralizava o comércio mineiro na região.	56
Figura 43 - Vista aérea dos Sítios, e as sugestões de percursos geoturísticos. Em azul o percurso com polo em Lanheses e em vermelho o percurso com polo em Viana do Castelo. Editada do Google Earth®.....	57
Figura 44 - Detalhe da trilha sugerida no polo de Lanheses. Editada do Google Earth®	58
Figura 45 - Detalhe do percurso sugerido no polo Viana do Castelo. Editada do Google Earth®	59
Figura 46 - Área situada entre a Serra de Arga e o rio Lima, com base na análise dos sítios visitados e nos depósitos associados. No Sítio 26. Depósitos de Placeres que estão associados à Serra de Arga e Lima; No Sítio 4. Depósitos de placeres que possivelmente são caracterizados como eluviais; No Sítio 8. Exploração de ouro na ribeira do Rio Seixo; Sítio 9. Mina de Ferro de Nosso Senhor do Socorro e no Sítio 19 galerias de exploração.....	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das unidades geológicas representadas no mapa gerado com dados de Pereira (1989).....	5
Tabela 2 - Tipos de depósitos de ferro e suas principais características (Klemic <i>et al.</i> 1973 <i>apud</i> Walde, 1986).....	24
Tabela 3 - Sítios de interesse geomineiro selecionados.	32
Tabela 4 - Situação dos Sítios em estudo e possíveis medidas a serem tomadas.....	63

Lista de abreviaturas e siglas:

GLVC	Geoparque Litoral de Viana do Castelo
AGLVC	Associação Geoparque Litoral de Viana do Castelo
ZCI	Zona Centro Ibérica
ZGTM	Zona Galiza Trás-os-Montes
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo o estudo do património geomineiro do setor norte do Geoparque Litoral de Viana do Castelo (GLVC), a partir da análise de explorações de minérios ocorridas ao longo da história e do seu reconhecimento em trabalho de campo. Pretende-se que os dados gerados neste estudo tenham uma aplicabilidade nos programas educativos e geoturísticos do GLVC, e promovam o esforço de investigação no tema. As áreas mineiras e os sítios de interesse geomineiro encerram uma riqueza histórica, podendo ser avaliados em relação ao seu potencial turístico, educativo, científico e vulnerabilidade.

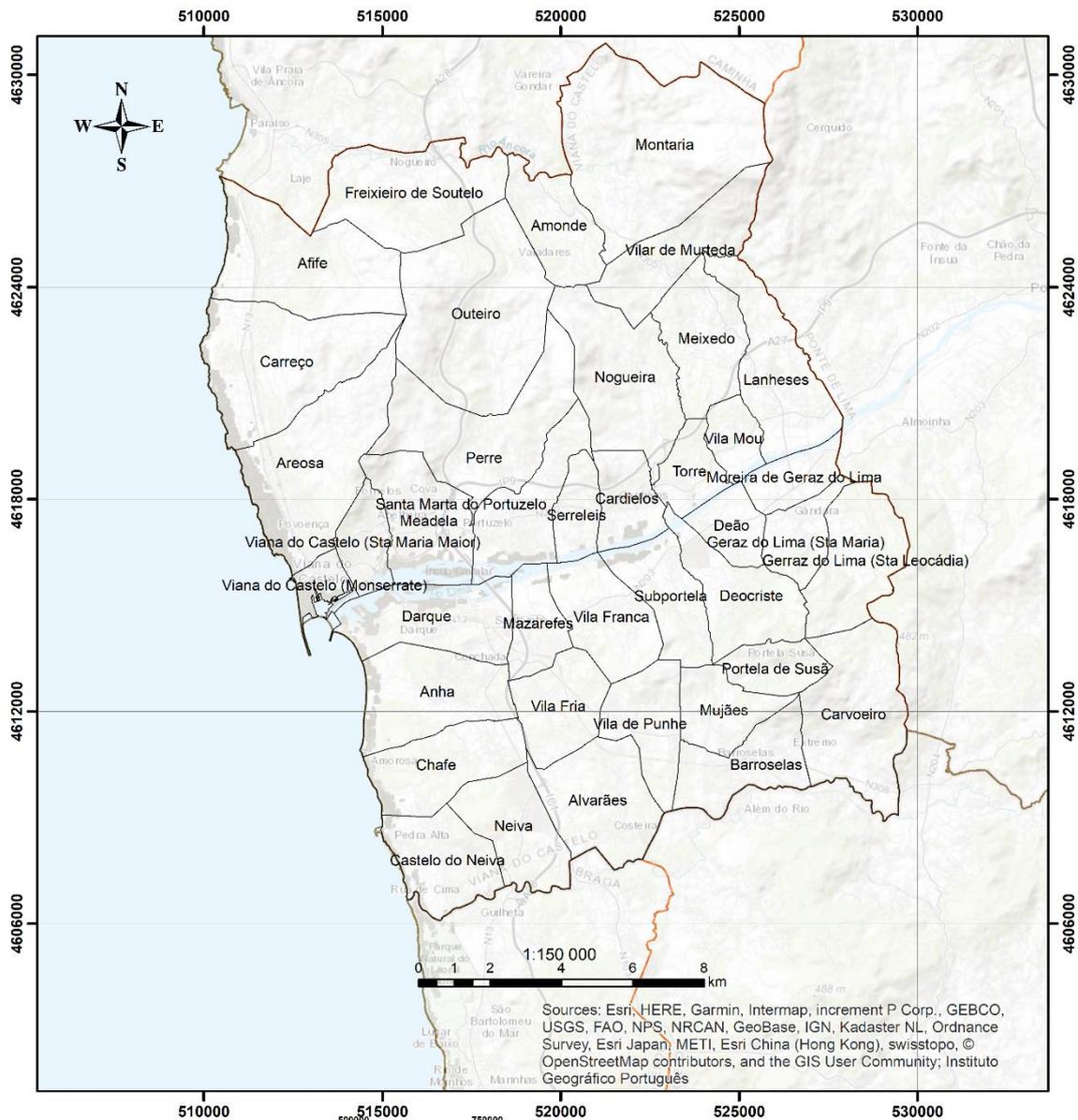
1.2 ÁREA DE ESTUDO

O Geoparque Litoral de Viana do Castelo localiza-se no NW de Portugal continental e tem uma área de 314 km² que abrange área geográfica de Viana do Castelo (Figura 1).

A região foi densamente povoada em tempos pré-históricos, sendo muitos os testemunhos ainda existentes desses remotos antepassados, desde o homem do Paleolítico e do Neolítico, há vestígios da cultura castreja e são evidentes os sinais da ocupação romana. Atualmente o concelho possui aproximadamente 91.000 habitantes.

Na Ribeira Lima se ergueram na idade média e nos séculos seguintes convento, solares igrejas e palácios, estes ainda hoje, constituem motivos de admiração e são potenciais turísticos (Moreira, 2001).

Mapa de Localização de Viana do Castelo



Legenda

Concelho

VIANA DO CASTELO

Enquadramento Nacional

Distrito

Viana do Castelo

<all other values>

País

Espanha

Portugal

Enquadramento Regional

Distritos

Concelhos



Mapa de Localização de Viana do Castelo

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 29N

Projection: Transverse Mercator

Datum: WGS 1984

Author: Luciano Vagner Mata Cruz

Date: 13/01/2020

Figura 1 - Mapa de Localização da área de trabalho, Concelho de Viana do Castelo

O GLVC é gerido pela Associação Geoparque Litoral de Viana do Castelo (AGLVC), associação de direito privado sem fins lucrativos, criada por escritura pública criada por deliberação da Assembleia Municipal de Viana do Castelo de 04-09-2017, com o objeto social e objetivos de (Estatutos da AGLVC, Art. 2):

1. Dinamizar o geoparque como um Território de Ciência, incentivando e apoiando o aprofundamento do conhecimento científico e cultural;
2. Conciliar a conservação do património natural e cultural, com a sua valorização educativa e turística, tendo em vista o desenvolvimento socioeconómico sustentável município de Viana do Castelo;
3. Comunicar os interesses do geoparque, disponibilizando informação acessível e que permita a sua interpretação, e apoiando a sua visitação;
4. Fomentar e apoiar ações inovadoras que sejam geradoras de emprego, qualificadoras do território do geoparque e contribuam para a fixação e desenvolvimento da sua população;
5. Identificar, criar serviços e produtos de qualidade como marca diferenciadora do território;
6. Gerir as infraestruturas que lhe sejam cedidas ou criadas por si.

1.3 GEOLOGIA

A Região de Viana do Castelo é caracterizada por um relevo bastante acidentado, marcado por vales profundos, colinas e elevações de altitude até cerca de 800 metros. O Vale do Lima, com uma extensa planície aluvial que penetra ao longo dos vales afluentes, merece especial destaque. Foi denominado pelos romanos por *fluvium oblivionis*, pois, segundo a tradição, as pessoas que o atravessassem perdiam a memória, e daí ser designado Rio do Esquecimento (Teixeira *et al.* 1972). A zona litoral, com 18 km de extensão é marcada pela presença de uma plataforma aplanada cuja largura máxima é de cerca de 1,5 km, coberta por sedimentos quaternários, onde afloram setorialmente rochas metamórficas e graníticas do substrato varisco.

As áreas mais elevadas estão estruturadas em rochas ígneas, em especial granitos. Destacam-se, na porção sul, a Serra da Padela com altitudes que variam entre os 400 e 500 metros, a Serra da Nora com altitudes que chegam aos 577 metros e a Serra de São Verissimo cujo topo atinge aproximadamente 419 metros. Já a norte do Rio Lima destaca-se a Serra de Arga com vertentes íngremes e topo aplanado um pouco acima dos 800 metros de altitude,

tendo a E a Serra de Antelas com 431 metros. A SW situa-se a Serra de Perre com 474 metros de altitude e a Serra de Santa Luzia com altitude máxima de 549 metros, possuindo uma vertente rígida e abrupta voltada para a orla litoral, limitando assim o interior da plataforma litoral (Figura 2) (Teixeira *et al.* 1972).

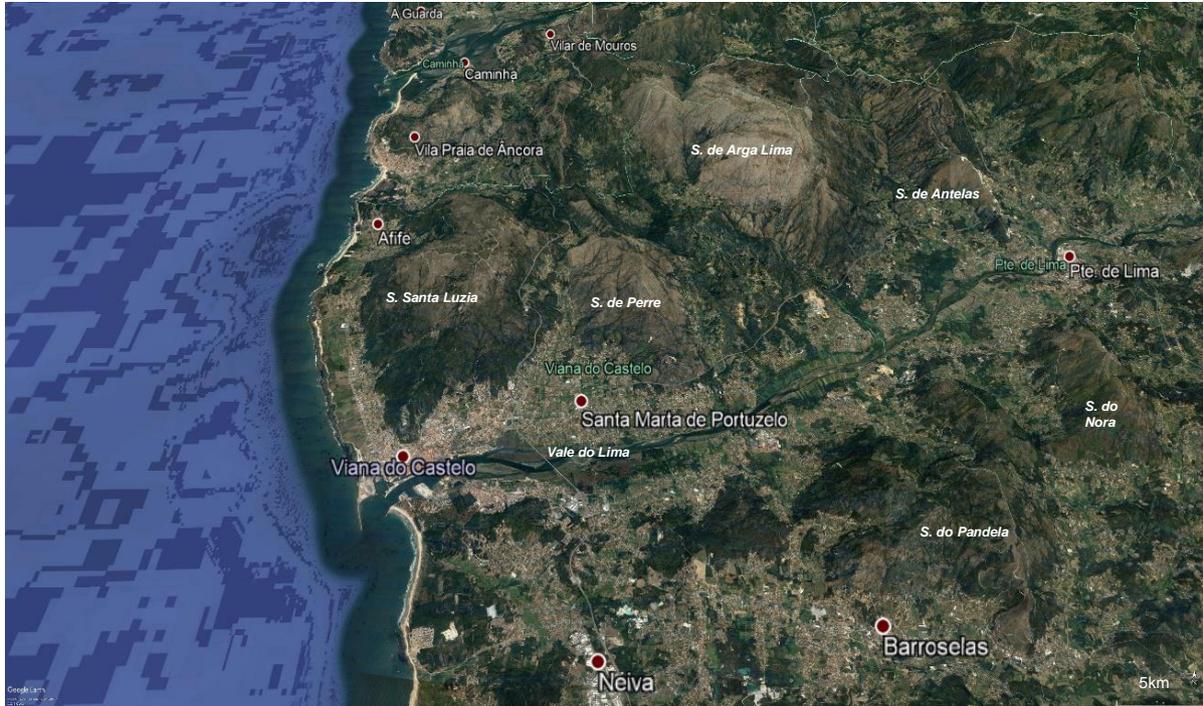


Figura 2 - Vale do Lima a disposição das principais serras na área de trabalho que englobam. Editada do Google Earth®

O vale do Lima que se situa em direção ENE, é caracterizada por vales de afluentes transversais com direções N-S e NE-SW, que na sua maioria se encaixaram em fraturas que afetam as rochas do substrato. Os xistos de idade silúrica ocupam, em geral, os espaços entre os maciços graníticos, chegando aos 300m de altitude. Na mesma região ocorrem também diversas rochas metamórficas indicadas sob a designação de Complexo Xisto-Grauváquico, mais especificamente do Grupo do Douro, de idade câmbria (Moreira 2001) (Tabela 1).

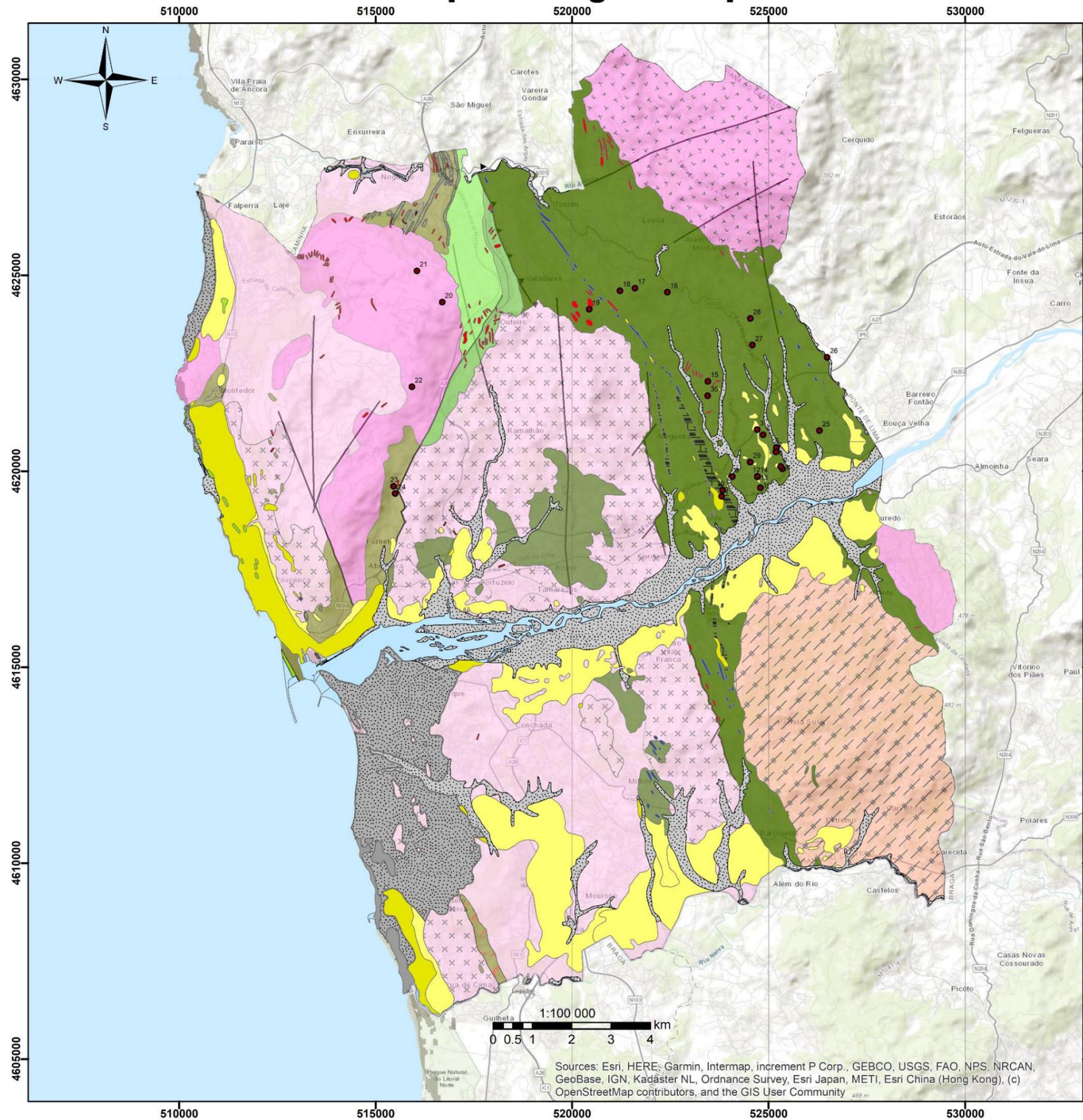
A Tabela 1 apresenta as unidades geológicas obtidas da compilação de dados interpretados, a partir da folha 1 do mapa geológico de Portugal à escala 1/200000 (Pereira, 1989). Fez-se necessário esta compilação dos dados para melhor representar as unidades no último modelo e na geração do mapa geológico da área (Figura 3).

Tabela 1 – Descrição das unidades geológicas representadas no mapa gerado com dados de: Pereira (1989)

Era	Per.	Descrição litológica	
Cenozoico	Quaternário	Holocénicos	Areias e cascalheira de praia e rio.
			Depósitos fluviais e estuarinos não atuais, que acompanham o canal do rio, associado a depósitos atuais.
			Depósitos de dunas fósseis, de dunas atuais e praia atuais.
		Pleistocénico	Depósitos fluviais dos rios e depósitos marinhos da faixa litorânea, cobertos ou não por depósitos de solifluxão periglacial.
Depósitos fluviais e lacustres cobertos ou não por depósitos de solifluxão periglacial.			
Paleozoico	Siltítico		Pelitos e psamitos, skarnitos e vulcanitos, Xistos negros com quartzitos cinzentos e Pelitos e psamitos, Xisto negros com intercalações de ampelitos e liditos (Unidade Minho Central e Ocidental
			Xisto cinzentos, apresenta quartzitos e intercalações de ampelitos e liditos.
			Xisto negros, apresenta quartzitos, fanitos e intercalações de ampelitos e liditos.
	Ordovício		Pelitos e psamitos. Arenitos impuros, carbonosos e apresenta cristas quartzíticas.
			Xistos Carbonosos, ardosíferos e siltíticos. Siltitos e xistos com níveis de óxido de ferro.
			Quartzitos e xistos cinzentos intercalados, Quartzitos maciços conglomerado de matriz quartzítica.
	Cámbrico	Complexo Xisto Grauváquico – (Grupo Douro)	Conglomerado Poligénico com matriz quartzo-pelítica.
			Alternância centimétrica de filitos carbonosos e siltíticos (xistos listrados)
			Micaxistos, gnaisses e migamatitos.
	Rochas eruptivas	Tarditectónicos	Granito monzonítico, de grão médio, porfiróide com duas micas essencialmente biotítico. (Granito de Ponte da Barca)
		Sin-Tarditectónicos	Granito de grão grosseiro de duas micas, com raro megacristais (Granito da Serra de Arga)
			Granito de grão fino de duas micas (Granito de Bouça do Frade)
		Sintectónicos	Granito de grão grosseiro de duas micas (Granito de Santa Luzia)
			Granito de grão médio de duas micas (Granito de Vila Praia de Âncora)
		Filões	Filões de quartzo
	Filões aplito-pegmatíticos e pegmatíticos		

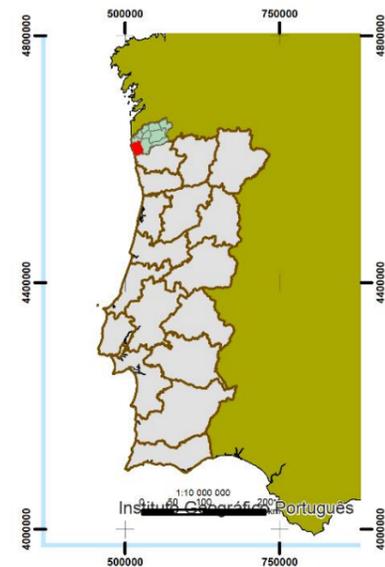
No mapa geológico gerado a partir dos dados da tabela 1 (Figura 3) podemos observar que os sítios de interesse geomineiro se encontram na maioria em terrenos xistosos, na unidade Parautóctone (Unidade do Minho Central e Ocidental), em zonas no contato com filões ou em contatos com sedimentos na porção E e NE do mapa.

Mapa Geológico Simplificado de Viana do Castelo



Legenda

- Sítios
- Rochas sedimentares**
- Holocénico**
- Areia de praia e rio
- ▨ Depósitos fluviais
- ▩ Depósitos de dunas
- Pleistocénico**
- Depósitos fluviais e marinhos
- Depósitos fluviais e lacustres
- Rochas metamórficas**
- Silúrico**
- Intercalações de liditos
- Unidade Minho Central
- Xistos Carbonosos Superiores
- Xistos Carbonosos Inferiores
- Ordovícico**
- Formação Sobrido
- Formação Valongo
- Formação Santa Justa
- Câmbrico - Xisto Grauváquico**
- Micaxistos, Gnaisses e Migmatitos
- Conglomerado poligénico com matriz
- Filitos carbonosos e siltíticos (Xistos listrados)
- Rochas ígneas**
- Granito Sin-Póstectónico**
- ▨ Granito Ponte da Barca
- ▨ Granito Serra de Arga
- ▨ Granito Bouça do Frade
- ▨ Granito Sta. Luzia
- ▨ Granito Vila Praia de Âncora
- Filonianas**
- Pegmatitos e apilito pegmatito.
- Quartzo
- Falha**
- ▲ Convergente
- Falha
- Água**
- Água



Legenda

- Concelho**
- VIANA DO CASTELO
- Enquadramento Nacional**
- Distrito**
- Viana do Castelo
- Pais**
- Espanha
- Portugal

Mapa geológico simplificado de Viana do Castelo
 Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 29N
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 Author: Luciano Vagner Mata Cruz
 Date: 24/01/2020

Figura 3 - Mapa geológico da área de estudo, base dados LNEG 1:50000, modificado.

1.4 RECURSOS MINERAIS E MINERAÇÃO

De acordo com o decreto-lei 90/90, de 16 de março, os recursos existentes na crosta terrestre, genericamente designados por recursos geológicos, podem ser ou não integrados no domínio público do Estado. Assim (Moreira, 2001):

- integram-se no domínio público do Estado os depósitos minerais, os recursos hidrominerais e os recursos geotérmicos;
- não se integram no domínio público do Estado os recursos geológicos que, segundo este decreto-lei, são designados por massas minerais e águas de nascente, podendo ser objeto de propriedade privada.

No GLVC há numerosas ocorrências minerais que constituem vários tipos de recursos, podendo ser agrupados da forma indicada em seguida (Figura 4) (Moreira, 2001).

Recursos integrados no domínio público do Estado:

- mineralizações metálicas (estanho, volfrâmio, titânio, ferro, ouro, prata, zinco, lítio, etc.);
- algumas mineralizações de minerais industriais (quartzo, feldspato e caulino);

Recursos não integrados no domínio público do Estado:

- mineralizações de natureza não metálica (rochas ornamentais e industriais, argilas, areias e saibros).

O número de antigas concessões mineiras situadas no GLVC que constam dos arquivos da Direção Geral de Geologia e Energia ultrapassa a meia centena. Estas concessões destinavam-se à exploração de estanho, volfrâmio, ouro, ferro, quartzo e feldspato (Moreira, 2001).

Os vestígios mais antigos da atividade mineira nesta área remontam ao tempo em que a Península Ibérica esteve ocupada pelos romanos, provavelmente destinadas à exploração de ouro. Porém foi na primeira metade do século XX, com destaque para os períodos das duas guerras mundiais, que se concentrou, nesta e noutras regiões de Portugal, uma intensa atividade mineira para extração de estanho, volfrâmio, nióbio e tântalo. Nesta região teve particular importância a exploração de estanho (Moreira, 2001).

As potencialidades em recursos minerais do GLVC estão geologicamente relacionadas com:

- um importante campo filoniano que ocorre na Serra de Arga e numa extensa faixa de metassedimentos que a rodeia, formando distintos zoneamentos aproximadamente concêntricos;

- algumas formações sedimentares, de tipo aluvionar, relacionadas com esse campo filoniano;

- um extenso depósito de caulino sedimentar geneticamente relacionado com um granito da região de Alvarães;

- alguns filões hidrotermais que permitiram exploração de quartzo e feldspato (Moreira, 2001).

Sintetizando, os recursos minerais explorados e as potencialidades do GLVC relacionam-se com:

- Estanho (Sn) que ocorre em filões aplito-pegmatíticos, em aluviões e eluviões com cassiterite;

- Nióbio (Nb) e Tântalo (Ta) que ocorrem em filões aplito-pegmatíticos com columbite-tantalite muitas vezes associada à cassiterite e em aluviões;

- Tungstênio (W) que ocorre em filões de quartzo com volframite (tungstato de ferro e manganês) e em rochas calcossilicatadas com scheelite (tungstato de cálcio);

- Ouro (Au), e metais associados (Pb, Zn, Ag, Bi, Cd) que ocorrem em filões e veios quartzosos, envoltivos da serra de Arga e em aluviões;

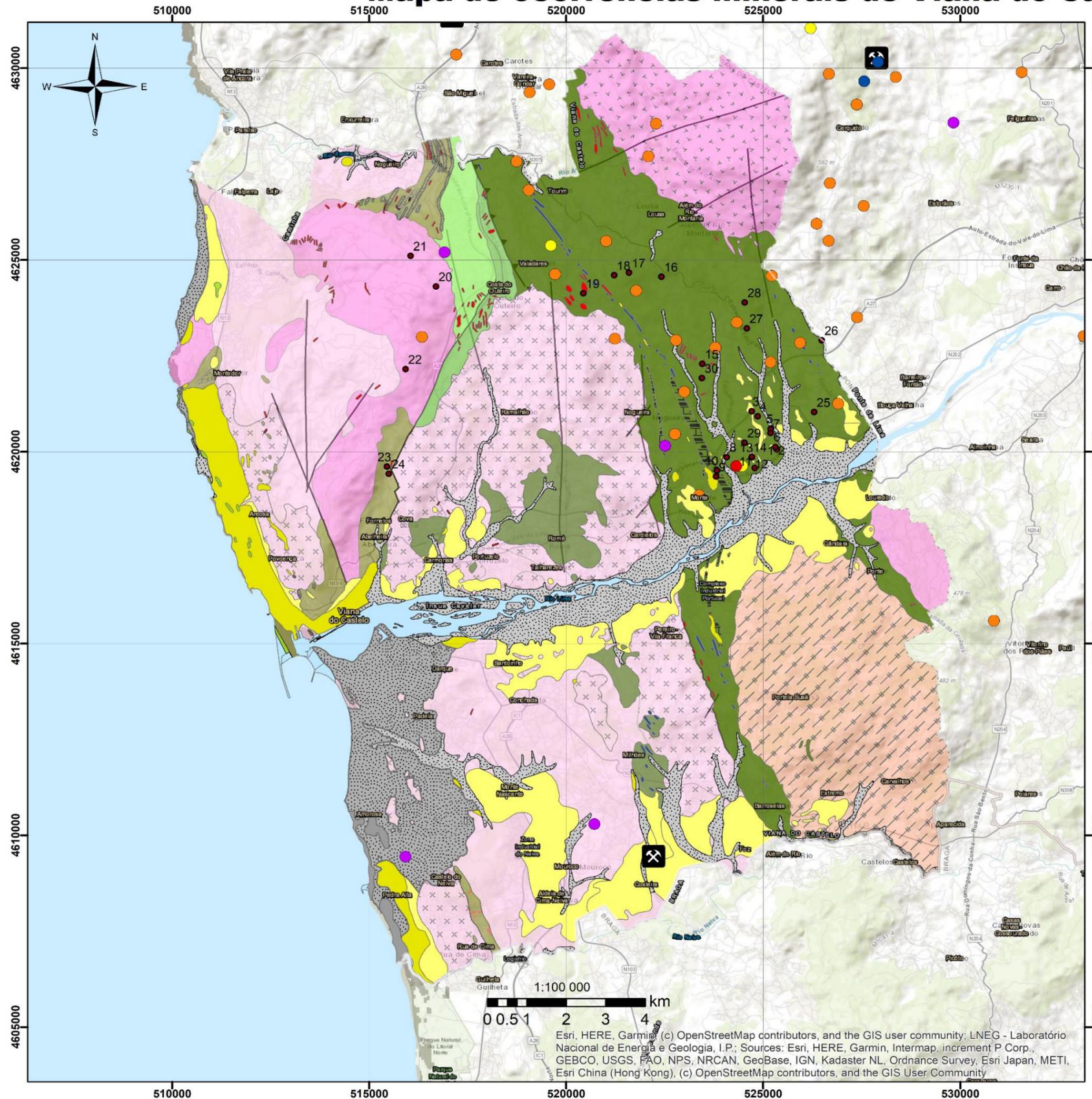
- Quartzo (Q) e Feldspato (F) que ocorrem em massas e filões pegmatíticos;

- Ferro (Fe) com ocorrência em São Salvador da Torre, em bancadas ferríferas de idade paleozoica;

- Lítio (Li) que ocorre em filões pegmatíticos e aplito-pegmatíticos com lepidolite, amblygonite, espodumena ou petalite;

- Caulino, extraído na bacia sedimentar de Alvarães.

Mapa de ocorrências minerais de Viana do Castelo



Legenda

- Pontos**
- Ocorrência Mineral**
 - Au, Ag, As
 - Fe, Mn (Au)
 - Qz e Industriais
 - Sn, W (Nb, Ta, Mo)
 - Ta, Nb, Li, Be, Zr
- Rochas sedimentares**
- Holocénico**
 - Areia de praia e rio
 - Depósitos fluviais
 - Depósitos de dunas
- Pleistocénico**
 - Depósitos fluviais e marinhos
 - Depósitos fluviais e lacustres
- Rochas metamórficas**
- Silúrico**
 - Intercalações de liditos
 - Unidade Minho Central
 - Xistos Carbonosos Superiores
 - Xistos Carbonosos Inferiores
- Ordovícico**
 - Formação Sobrido
 - Formação Valongo
 - Formação Santa Justa
- Cámbrico - Xisto Grauváquico**
 - Micaxistos, Gnaisses e Migmatitos
 - Conglomerado poligénico com matriz
 - Filitos carbonosos e siltíticos (Xistos listrados)
- Rochas ígneas**
- Granito Sin-Póstectónico**
 - Granito Ponte da Barca
 - Granito Serra de Arga
 - Granito Bouça do Frade
 - Granito Sta. Luzia
 - Granito Vila Praia de Âncora
- Filonianas**
 - Pegmatitos e apilito pegmatito.
 - Quartzo
- Falhas**
- Falha**
 - ▲ Convergente
 - Falha
- Água**
 - Água



Legenda

- Concelho**
 - VIANA DO CASTELO
- Enquadramento Nacional**
- Distrito**
 - Viana do Castelo
- Pais**
 - Espanha
 - Portugal

Mapa de ocorrências mineiras de Viana do Castelo

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 29N
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 Author: Luciano Vagner Mata Cruz
 Date: 15/01/2020

Figura 4 - Mapa de ocorrências minerais de Viana do Castelo.

2 GEOCONSERVAÇÃO E PATRIMÓNIO GEOMINEIRO

A geoconservação tem como objetivo a preservação de aspetos significativos da geodiversidade e de processos geológicos, geomorfológicos e do solo, mantendo a evolução natural desses aspetos e processos (Sharples, 2002 *apud* Brilha, 2005). Este autor refere a ideia que as medidas de geoconservação integram o valor intrínseco da geodiversidade, independentemente de estar ou não diretamente relacionado com a vida. Para além do valor intrínseco e do valor ecológico, os valores científico, educativo e económico numa perspectiva sustentável justificam a conservação de muitas ocorrências geológicas.

Numa estratégia de geoconservação deve-se integrar a valorização e divulgação do património geológico, constituído pelo conjunto de geossítios inventariados numa dada região ou território. Com estas ações, os geossítios integram atividades turísticas e educativas que poderão ter impacto na sua conservação. Assim, as ações de geoconservação devem avaliar a vulnerabilidade dos geossítios, assegurando estratégias de conservação e proteção para áreas com alta vulnerabilidade de degradação (Brilha, 2005). Numa perspectiva de divulgação, é fundamental criar meios para a identificação dos valores dos geossítios e de outros locais de interesse educativo e turístico, como painéis, mesas interpretativas, desdobráveis, páginas web e etc.

A expressão património mineiro ou património de mineração refere-se aos vestígios, materiais e imateriais, de um passado ligado à extração mineral, a que se possa atribuir valores culturais, históricos e sociais (Puche Riart *et al.* 1994 *Apud* Sánchez & Marchán, 2013). Em alguns países este tipo de conteúdo é tratado pela Arqueologia Industrial, área do conhecimento mais ampla, que inclui a mineração a partir da Revolução Industrial (Sánchez & Marchán, 2013). No presente caso, em que se referem não só os aspetos mineiros, mas também os aspetos geológicos a eles ligados, referimo-nos a património geomineiro.

A valorização do património mineiro e geomineiro é a consequência do interesse em recuperar o legado da atividade mineira passada de uma região, promovida por iniciativas muito diversas e que surgiu inicialmente em países desenvolvidos com uma forte tradição mineira (Sánchez & Marchán, 2013). Atendendo à sua forte ligação com o património geológico, o património mineiro poderá beneficiar da aplicação de estratégias de geoconservação, com as suas diferentes etapas, de forma a garantir a sua conservação, mas também o seu uso sustentável em ações de geoturismo e educativas.

3 OS RECURSOS MINERAIS E A MINERAÇÃO NO GLVC

Os jazigos de estanho (Sn) e volfrâmio (W) que se distribuem pela Zona Centro Ibérica (ZCI) e Zona Galiza Trás-os-Montes (ZGTM) definem a chamada “Província metalogenética estanho-tungstífera Ibérica» (Neiva, 1944), que por sua vez pertence à «Província setentrional” (Thadeu, 1965 *apud* Noronha *et al*, 2011). Um dos aspetos interessantes do estudo desta província metalogenética relaciona-se com a evolução da mineração e políticas com ela relacionada. Salienta-se a evolução das vias de comunicação, desde a “via imperial” romana, posteriormente conhecida como “via pública” na Idade Média. Esta via ligava povoações próximas numa economia fechada e senhorial. Em épocas seguintes foi adotado o nome de “estrada real” (Almeida, 1968 *apud* Lima, 2006), com um traço minhoto provável que se descreve em seguida.

“Saindo de Braga pelo lado ocidental, atravessava o Rio Cávado entre Manhente e Areias de Vilar e dirigindo-se para NW ultrapassava o Rio Lima na região de São Salvador da Torre. Subindo por Nogueira e Orbacém passava em Amonde, cruzando o Rio Âncora na ponte de Tourim que tem alicerces romanos (com tabuleiro substituído no séc. XVIII). Prosseguindo, a via após passar em Gondar, Chão do Porto (Dém) e Azevedo, chegava a Caminha pela Corredoura” (Lima, 2006) (Figura 5).

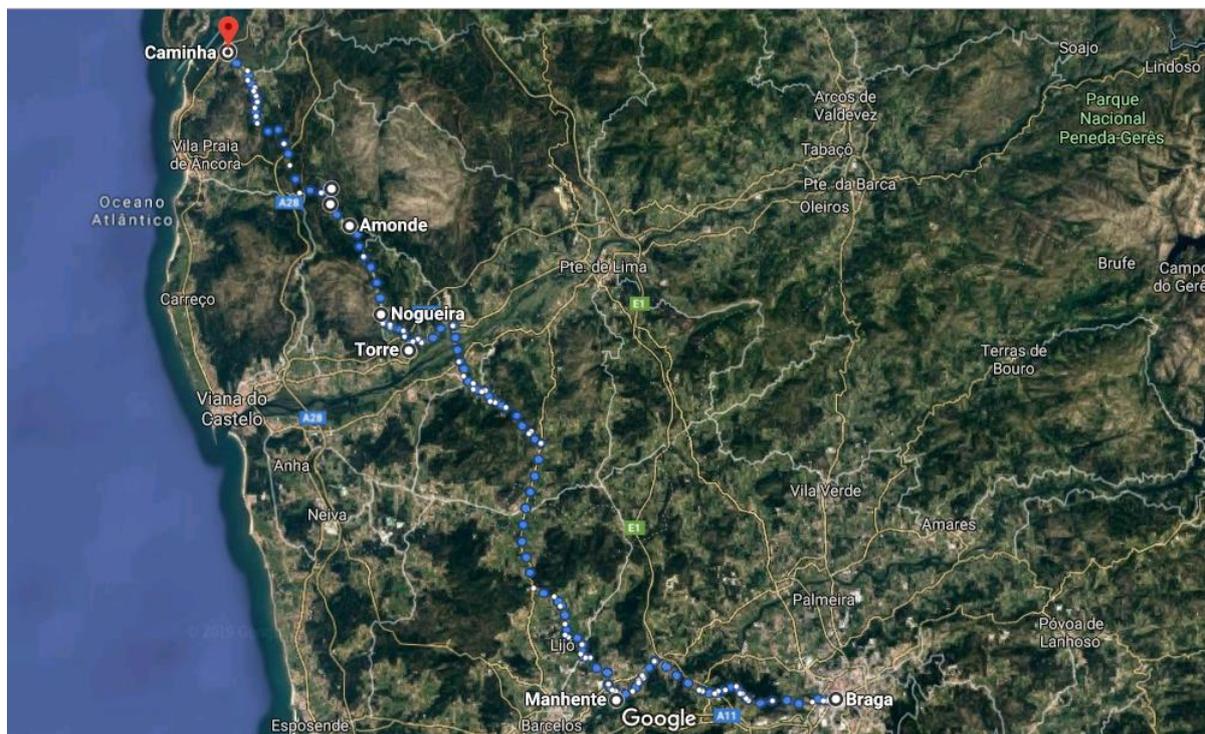


Figura 5 - Itinerário provável da “estrada Real”, percurso romano passando por zona mineira. Editada do Google Earth®

Minho, topónimo atribuído ao rio que limita a norte província com o mesmo nome, com origem latina, poderá também ter uma conotação mineira, podendo derivar do latim *mínio* – designação ainda hoje atribuída ao óxido de chumbo cor de fogo, eventualmente relacionado com a exploração mineira romana próximo das margens do rio. Apesar de não serem conhecidos atualmente depósitos significativos de chumbo perto da fronteira portuguesa, parece ser mais aceitável a explicação (Campos, 1944 *apud* Lima, 2006), de que a cor frequentemente ocre da água do rio Minho seria resultante da frequente lavagem do material aluvionar e consequente designação *minium* pelos romanos (Saunier, 1910 *apud* Lima, 2006).

3.1 TUNGSTÊNIO

No ano de 1783, os irmãos D’Elheryar conseguiram obter pela primeira vez o tungsténio metálico que denominaram de *Wolfram*, a partir do mineral volframite. Outros processos foram desenvolvidos para a obtenção do tungsténio em 1847 e 1857, mas o metal continuou sem ter aplicações (Costa, 2001).

O tungsténio é um elemento químico metálico de transição do grupo VI da tabela periódica, considerado entre os elementos mais raros da crosta terrestre. A sua valência mais estável e comum é o grau de oxidação +6, podendo assumir as valências +2, +3, +4, +5 e 0, sendo assim um elemento de transição apresentando comportamento químico complexo (Willig, 1986). Na sua forma metálica pura apresenta peso específico de 19,35 g/cm³ e um dos mais elevados pontos de fusão, 3.419°C.

As suas principais características são: a elevada resistência à tração, o baixo coeficiente de expansão térmica, a elevada energia de sublimação e a razoável condutibilidade térmica e elétrica (Pohl, 2011).

O teor de tungsténio em rochas aumenta diretamente proporcional com o teor de sílica, ocorrendo em rochas ultramáficas teores entre 0.1 e 0.8 ppm e em rochas graníticas em média de 1.5 ppm (Krauskopf, 1979 *apud* Willig, 1986). Já a distribuição dos depósitos está correlacionada com rochas ígneas ácidas, tanto plutónicas, subvulcânicas e vulcânicas, em ambientes tectónicos que foram submetidos a intensos esforços compressivos (Willig, 1986).

Atualmente são conhecidos cerca de 20 minerais contendo tungsténio, sendo os dois mais importantes a volframite (Figura 6A) e a scheelite (Figura 6B). A volframite e a scheelite formam séries isomórficas, pois podem-se associar a outros elementos químicos constituindo diversos minerais (Pohl, 2011).

A volframite ($[\text{Fe},\text{Mn}] \text{WO}_4$), é um mineral metálico que forma uma solução sólida rica em ferro e manganês. Quando sua composição contém 0 a 20% de Mn é chamada de ferberite; com 80 a 100% de Mn é chamado de ubnerite (Willig, 1986). A volframite é identificada pela sua cor escura (preto ao castanho), pelo brilho submetálico, clivagem perfeita, fratura irregular e dureza intermediária. A volframite é encontrada com maior frequência em depósitos filonianos (filões hidrotermais de quartzo), mas também pode estar em depósitos associados a pórfiros graníticos e a granitos graisenizados, ou seja, como co-produto ou subproduto com outros metais e em outros depósitos menos importantes. Normalmente os minerais associados incluem: a cassiterita, molibdenite, minerais de bismuto, scheelite, quartzo, berilo, calcopirite, pirite, turmalina, flúor-apatite, topázio, entre outros (Cano *et al*, 2009).

Na scheelite (CaWO_4) o tungstênio pode ser parcialmente substituído por molibdênio, formando a série scheelite (CaWO_4) – powellite $\text{Ca}(\text{Mo},\text{W})\text{O}_4$ (Willig, 1986).

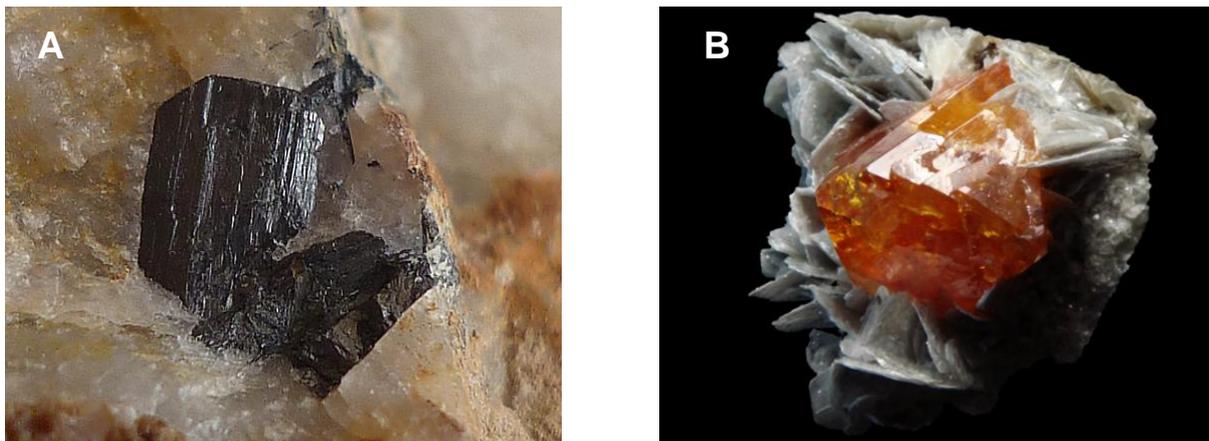


Figura 6 - A. volframite encontrada na Auvérnia, França. B. Depósito de tungstênio-estanho-berílio (scheelite-cassiterite-berilo) de veios de quartzo hospedados em xisto intercalado com mármore da série Zagunao do Triássico Inferior, Sichuan, China. Fonte www.mindat.org.

No que permite caracterizar os depósitos, 90% da produção mundial de tungstênio está associada a duas categorias:

- Filões hidrotermais de quartzo, ricos em minerais do grupo da volframite, encaixados quer em rochas intrusivas quer em rochas metamórficas, fraturadas pela ascensão de intrusões de natureza ácidas;

- Escarnitos ou tactitos portadores de scheelite, formados pela ação, sob um elevado regime térmico, de fluidos residuais ricos em sílica sobre rochas carbonatadas, situadas em seqüências calcárias dobradas da crosta (Willig, 1986).

Os principais depósitos mundiais de minério de tungstênio estão localizados na Argentina, Austrália, Áustria, Bolívia, Brasil, Burma, Canadá, Cazaquistão, China, Coreia do Norte, Coreia do Sul, França, Espanha, Estados Unidos, Índia, Japão, Malásia, México, Mongólia, Nova Zelândia, Peru, Portugal, República Tcheca, Ruanda, Rússia, Suécia, Tailândia, Turquia, Uganda, Vietnã do Norte, Zaire e outros (Cano *et al.* 2009).

O tungstênio possui propriedades particulares como metal, mas também possui qualidades especiais que o fazem um componente vital em muitas superligas, aços especiais de alta resistência e instrumentos industriais de corte e perfuração. É bem conhecida a sua aplicação em filamentos de lâmpadas e em armamento, nomeadamente obuses e blindagens.

O tungstênio, constituiu um produto fundamental para a produção de armamento durante a II Guerra Mundial. O alto ponto de fusão do W permitiu criar ligas metálicas mais resistentes à temperatura gerada pelas armas metralhadoras em desenvolvimento deste a I Guerra Mundial e ligas mais resistentes à penetração de munições em veículos blindados.

Em 1939 Portugal manteve uma posição neutra referente a que bloco iria apoiar na II Guerra Mundial. Os Aliados, de que fazem parte a Inglaterra e mais tarde os EUA, entre outros países, opuseram-se à política expansionista da Alemanha e posteriormente da Itália e do Japão que constituíram uma frente conhecida por Eixo.

A visão de Salazar foi expressa perante a Assembleia Nacional, tendo declarado: *“Ouço que a algumas pessoas as preocupa sobretudo saber as consequências que da guerra advirão para as democracias ou para os regimes de autoridade, e por aí determinam os seus íntimos desejos. Atrevo-me a dizer que a situação é indigna de nós, primeiro porque só os povos que não sabem governar-se é que estão à espera de saber como os outros se governam (...), segundo, porque ou nesta guerra se não discute nada, ou estão em jogo problemas de tal transcendência que a seu lado parece trágica ou ridícula a preocupação de situações políticas - porque infelizmente é disto que se trata!”* Inference-se que Salazar entendia que Portugal pouco tinha a ver com a política europeia, sendo a sua preocupação afastar ao máximo possível Portugal deste conflito.

Sem uma aplicação do tungstênio na indústria, as ocorrências de volfrâmio em Portugal estavam praticamente intactas até ao início da II Guerra Mundial. Com a imensa procura para abastecer a indústria do armamento, dá-se início em Portugal continental a uma campanha de exploração do volfrâmio. Na postura de neutralidade, Portugal vende o minério volfrâmio para os dois lados da guerra, o que gera diversos protestos dos ingleses. Em resposta, o governo

português faz a contraproposta de deixar de vender o volfrâmio tanto aos alemães quanto aos ingleses, o que de fato não foi aceite (Pereira C, 2010). Nesta postura, ao longo da II Guerra Mundial desenvolve-se uma intensa atividade de exploração mineira que gera uma riqueza ímpar, nomeadamente em alguns novos exploradores. Um pouco por todo o norte e centro de Portugal são conhecidas histórias de minas de volfrâmio, de novos ricos a elas associados e de uma nova forma de subsistência da população mais pobre.

3.2 ESTANHO

Representado pelo símbolo Sn, o estanho é um elemento químico metálico de transição do grupo 14 da tabela periódica, considerado um dos elementos mais raros da crosta terrestre. O estanho é um metal com baixa ductilidade e baixo ponto de fusão, possui características intrínsecas que é determinante para a sua importância, pois trata-se de um metal resistente à corrosão e evita a eletrólise.

O estanho pode ser extraído dos minerais estanite ($\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$) (Figura. 7A) que, com 27% de Sn, possui densidade 4,4, e cassiterite (SnO_2) (Figura. 7B), o mais importante mineral, apresentando 78% de Sn e uma densidade entre 6,8 e 7,1.

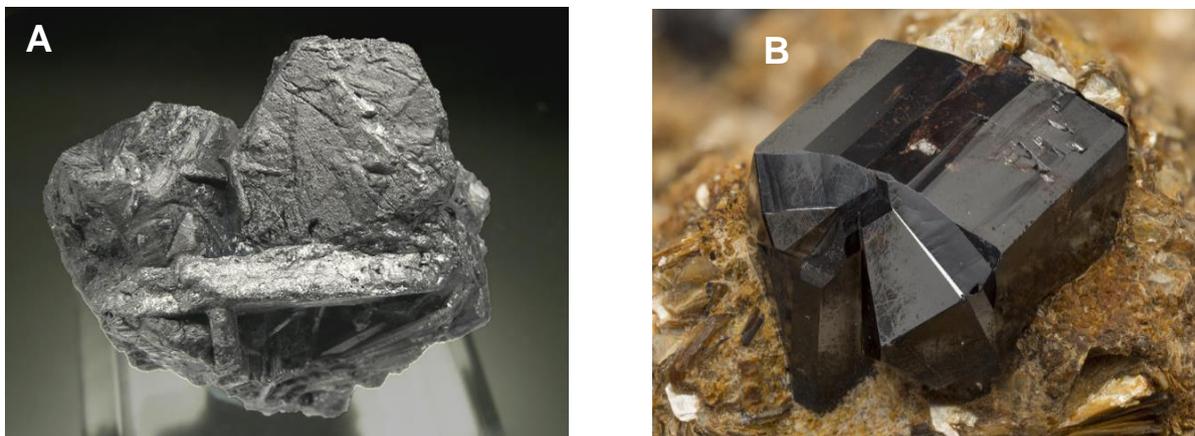


Figura 7 - A. Estanite San José Mine, Ouro City, Cercado Province, Oruro, Bolivia. B. Cassiterite – Esmore Tin Mine, Elsmore, Gough Co., New South Wales, Australia. Fonte: www.mindat.org.

As rochas ultramáficas contém em média 0,15 ppm e as rochas máficas 1,2 ppm de Sn (Jochum *et al.* 1993 *apud* Pohl, 2011). Com uma abundância crustal de 2-3 ppm, a concentração máxima ocorre dentro do ambiente ígneo, particularmente em associação com rochas granitoides que têm um conteúdo médio de 3,5 a 3,6 ppm de Sn (Taylor, 1979)

A maioria do estanho em granito ocorre próximo aos limites de placas ativas, facto que coloca países como a Bolívia, o Peru, a Birmânia e a Indonésia, como fontes de quase 50% da produção mundial de estanho (Schwartz *et al*, 1995 *apud* Pohl, 2011). Outros contextos significativos incluem eventos colisionais orogênicos como o Varisco Português, o cinturão Kibara mesoproterozóico na África e o orógeno mesozoico do sul da China (Pohl, 1994 *apud* Pohl, 2011).

Os depósitos primários de estanho com significado económico variam de ortomagmáticos marginal, passando por dominantes hidrotermais magmáticos (intrusivos e vulcânicos) a vulcanogênicos-exalativo. Os tipos de depósitos de estanho significativos são Lehmann, 1990; Linnen & Samson, 2005 (Pohl, 2011):

- ✓ porções apicais enriquecidas com elementos raros de granitos altamente fraccionados (por exemplo Shuiximiao no sudeste da China);
- ✓ pegmatitos de elemento raro com cassiterite como principal minério e subprodutos Ta, Be e Li (Greenbushes W.A.);
- ✓ corpos endograníticos magmático-hidrotermal em cúpulas de granito (por exemplo, Erzgebirge, Alemanha);
- ✓ veios de quartzo magmático-hidrotermal dentro e acima de intrusões férteis (San Rafael, Peru);
- ✓ Skarn magmático-hidrotermal e minério de contato metassomático (Dachang, China);
- ✓ depósitos hidrotermais vulcanogênicos, epizonais (Cerro Rico de Potosi, Bolívia);
- ✓ subproduto de estanho em minério de sulfureto maciço vulcanogeno-exalativo (Neves Corvo, Portugal);
- ✓ pórfiros de estanho (Bolívia) como potenciais futuros recursos de degradação;
- ✓ pláceres de estanho (Malásia, Nigéria, África Central).

O uso de estanho é múltiplo devido a inúmeras combinações possíveis. O metal de estanho não é tóxico, é macio e derrete em baixas temperaturas (ponto de fusão 231,9 °C; densidade 7,29 g/cm³). As suas propriedades são facilmente modificadas formando diversas ligas, sendo as mais comuns (Pohl, 2011):

- de bronze (Sn com Cu), que já era usado na antiga Mesopotâmia (~3500 a.C.);
- estanho solda (Sn com Pb) usada na antiguidade romana, mas ainda hoje usado em aplicações eletrónicas;
- latão de estanho (Sn com Zn);

Ligas com Al, Si, Sb e muitos outros metais são desenvolvimentos mais recentes. As ligas são empregues em eletrodomésticos, veículos, máquinas e edifícios. Ligas de estanho-zircónio são utilizados em reatores nucleares. A maior parte de produção é consumida para estanhagem, especialmente de recipientes para alimentos e bebidas, e soldas sem chumbo. Produtos químicos de estanho incluem SnF em creme dentário, amálgama (Ag-Cu-Zn-Sn-Hg) em medicina, enchimentos em plásticos e produtos químicos não-tóxicos para proteção de madeira. De todos os metais, o estanho tem o mais amplo campo de usos. Embora o estanho seja ambientalmente benigno, deve atender-se que a arsenopirite geralmente faz parte da sua paragénese, o que se faz necessário o monitoramento de arsênico presente nas minas de estanho (Pohl, 2011).

A cassiterite é um óxido de estanho (SnO_2) e ocorre na forma de cristais de cor entre castanho e translúcido. A sua génese está diretamente relacionada com processos de diferenciação magmática, associadas por sua vez, preferencialmente a rochas graníticas. Porém, grandes fontes económicas de cassiterite, estão associados a depósitos de pláceres, originados de rochas fontes mineralizadas, que sofreram erosão, transporte e sedimentação. Conclui-se que de forma geral as mineralizações estão associadas a dois grupos rochosos: ígneas, onde ocorre uma mineralização primária associada aos granitos e sedimentares, acumulações residuais em colúviões e aluviões (pláceres) (Rodrigues, 2009).

A cassiterita geralmente contém uma pequena quantidade de ferro em substituição de estanho e como elemento secundário podem aparecer Ta, Nb, Ge, Sc, Zr, Ga, Be, Hf, Em, W, Mn e V, alguns dos quais podem ser valiosos subprodutos. A cassiterita uraniforme, pelas suas características e resistência à alteração, é útil para datação precisa de U-Pb (Pohl, 2011).

3.3 NIÓBIO-TÂNTALO

Apesar de alguns autores adotarem a terminologia colúmbio (Figura 8A), a União Internacional de Química recomenda o uso do nome nióbio, em homenagem a deusa Niobe, filha de Tântalo, segundo a mitologia grega. O tântalo e o nióbio são dois metais similares importantes pelas suas propriedades físicas, úteis em certas aplicações metalúrgicas, eletrónicas, químicas e nucleares. Já o nome tântalo (Figura 8B) provém do latim: *tantalum* e foi descoberto na Suécia, por Anders G. Ekeberg em 1802 e isolado por Jöns Berzelius em 1820. Até meado do século XIX os químicos acreditavam que o tântalo (Ta) e nióbio (Nb) eram

o mesmo elemento, até que Marignac em 1844 comprovou a natureza química diferente desses elementos (Rodrigues, 2009).

Mais de 90 espécies minerais de nióbio e tântalo são conhecidas. Sendo as mais importantes:

- ✓ Columbite – tantalite – $(\text{Fe, Mn})(\text{Nb, Ta}_2)\text{O}_6$
- ✓ Euxenite $(\text{Y, Ca, Ce, U, Th})(\text{Nb, Ti, Ta})_2\text{O}_6$
- ✓ Fergusonite $(\text{Y, Er, Ce, Fe, Th})(\text{Nb, Ti, Ta})\text{O}_4$
- ✓ Ixiolite $(\text{Ta, Nb, Sn, Fe, Mn})_4\text{O}_8$
- ✓ Microlite $(\text{Na, Ca})_2(\text{Ta, Nb})_2(\text{O, OH, F})_7$

O nióbio e o tântalo possuem forte afinidade geoquímica, estão estreitamente associados e quase sempre encontrados juntos na maioria das rochas e minerais em que ocorrem. Os valores mais elevados de Nb-Ta, formando depósitos com valor econômico, são encontrados em rochas graníticas, granitos alcalinos, sienitos nefelínicos, rochas ultramáficas relacionadas a complexos alcalinos, pegmatitos e carbonatitos. Os maiores valores de tântalo ocorrem em granitos albitizados e pegmatitos, enquanto os maiores valores de nióbio ocorrem em carbonatitos que apresentam baixos valores de tântalo (Shobbenhaus, 1986).

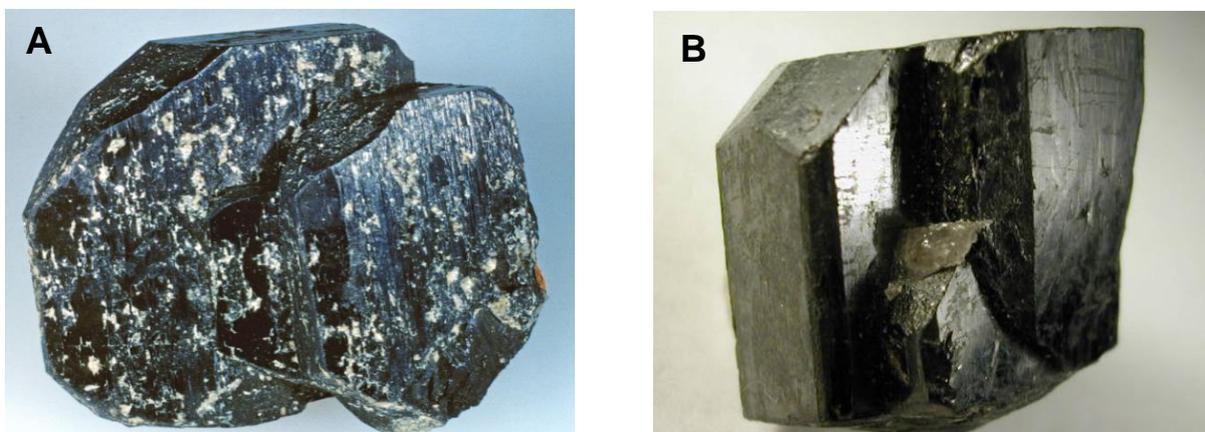


Figura 8 - A. Columbite (Mn) Topsham, Sagadahoc Co., Maine, USA. B. Tantalite São Pedro claim, Malacacheta, Minas Gerais, Brasil. Fonte: www.mindat.org.

A paragênese mineral columbite-tantalite favorece a sua exploração associada com a cassiterita, berilo, quartzo entre outros, principalmente nas condições de co-produto, tendo como minerais indicadores a albite, o lítio e o berilo. Concentrações significativas de minerais de Ta-Nb têm sido obtidas em vários tipos de depósitos residuais e de plácer. Embora depósitos

desses tipos sejam relativamente pequenos, estes podem ser numerosos numa área de exploração e constituir assim uma área economicamente importante (Schobbenhaus, 1986)

3.3.1 Tântalo

O tântalo é relativamente raro na crosta terrestre. Estima-se que a abundância seja da ordem de 1,7 ppm, sendo mais reduzida nas águas do mar (0.002 ppb). A tantalite, principal mineral-minério, pode ser encontrada na composição dos meteoritos carbonados, com teores de 20 ppb, especulando-se uma abundância no Universo de 0.08 ppb. Apresenta características notáveis com seu elevado ponto de fusão 2.993°C e sua resistência a ataques químicos (Rodrigues, 2009).

As suas características de inércia química, elevadas resistência, dureza e ductilidade, associadas às propriedades elétricas (capacitância) do óxido de tântalo, tornam-no importante para a produção de componentes eletrônicos (capacitores), de equipamentos químicos resistentes à corrosão, fornos de altas temperaturas, de contêdores e canalizações para a permutação de metais líquidos em reatores nucleares, de placas e fios para processos cirúrgicos. Porém, a prevalência no uso do tântalo está na fabricação de retificadores para conversão de correntes elétricas alternada e contínua, bem como capacitores (componentes armazenadores de energia) usados na indústria eletrônica (Rodrigues, 2009).

No passado recente, a maioria da produção de tântalo era derivada como subproduto ou coproduto da mineração de cassiterita (SnO_2), normalmente na forma de columbite-tantalite. Entretanto, as condições atrativas dos preços de Ta_2O_5 , na segunda metade da década de 90, incentivaram sobremaneira a sobrevida de antigas minas, independentemente do estanho (Rodrigues, 2009).

3.3.2 Nióbio

O nióbio, descoberto no começo do século XIX pelo britânico Charles Hatchet, é uma das substâncias de mais baixa concentração na crosta terrestre, na proporção de 24 ppm. O nióbio (Nb) é o elemento 41 na tabela periódica dos elementos químicos e é classificado como metal de transição. A sua densidade é de $8,57 \text{ g/cm}^3$ e seu grau de dureza na escala de Mohs é de 6 numa escala de um a dez. O seu ponto de fusão é de 2468°C e o seu ponto de ebulição é de 4744°C (Junior, 2009).

O nióbio possui muitas utilidades e aplicações em diversos ramos econômicos, da siderurgia à tecnologia. A aplicação mais comum do nióbio, ao contrário dos demais metais refratários, encontra uso principalmente na siderurgia e ocasionalmente no segmento não

metalúrgico. Também na fabricação de aços inoxidáveis tanto à base de carbono como à base de ferro, o aço férrico, responsável por 10% do consumo mundial de nióbio. A principal utilidade deste tipo de aço está na produção de tubos de escape para automóveis. O aço inoxidável com nióbio garante melhor desempenho nas condições de trabalho em temperatura elevada, garantindo maior durabilidade à peça (Junior, 2009).

3.4 OURO

O ouro, do latim *aurum*, é um elemento químico representado pelo símbolo Au, situado no grupo 11 da tabela periódica. Na natureza, ocorre como um mineral metálico de cor amarela, denso e brilhante; o mais maleável e dúctil dentre todos os metais podendo um grama ser laminado em uma extensão de, aproximadamente, um metro quadrado. À temperatura ambiente, encontra-se no estado sólido com densidade de $19,3 \text{ g/cm}^3$ a 20°C . Possui ponto de fusão a 1064°C e emite vapores violeta quando submetido à temperatura mais elevada até atingir o seu ponto de ebulição a 2856°C (Oliveira, 2009).

O ouro pertence ao grupo dos minerais que cristalizam no sistema octaédrico. São raros os cristais perfeitos, não apresenta clivagem e é um dos poucos metais encontrados na natureza no estado nativo (Figura 9A). Existem outros 19 minerais nos quais o ouro se combina com outros elementos, sendo a maioria rara ou raríssima. A maior parte destes minerais são classificados como teluretos, sendo os mais frequentes a calaverite (AuTe_2) e a silvanite ($(\text{Ag,Au})\text{Te}_2$). Os demais minerais de ouro existentes são: krennerite ($(\text{Au,Ag})\text{Te}_2$); petzite (Ag_3AuTe_2); kostovite (AuCuTe_4); aurostibite (AuSb_2); maldonite (Au_2Bi); montbrayite ($(\text{Au,Sb})_2\text{Te}_3$) e muthmannite ($(\text{Ag,Au})\text{Te}$), entre outros (Oliveira, 2009).

3.4.1 A bateia e o ouro no período romano

A bateia é um instrumento de trabalho essencial na garimpagem de ouro, normalmente de forma circular e côncava (Figura 9B). Poderá ter outras tipologias, como seja o caso das duas encontradas nas minas de Aljustrel (Algares), com um aspeto retangular e em madeira (Martins, 2008).



Figura 9 - A. Ouro da Mina de Montanha Redonda, Distrito da Montanha Redonda, Toquima Range, Nye Co., Nevada, EUA. Fonte: Mindat.org. B. Bateia de alta eficiência, para prospecção de ouro, por concentração gravítica, com dois tipos de estrias para maior eficiência e precisão. Fonte. gettyimages.pt/Goldpan.

O seu uso faz-se com a ajuda das mãos ou pás, deslocando uma quantidade de sedimento para o interior da bateia, apartando-se as que à partida são estéreis, normalmente as mais grossas. Imprime-se um movimento rotativo à bateia, que juntamente com a ajuda da água vai lavando as areias, e conseqüentemente depositando as mais pesadas no fundo. O ouro tem uma densidade de 19,32, e como tal, ele se deposita no fundo da bateia, que periodicamente terá de ser limpa removendo-se daí o ouro existente (Perea Caveda e Sánchez-Palencia, 1995 *apud* Martins, 2008).

Os romanos, durante suas conquistas, aplicaram os seus conhecimentos e tradição mineira, passando através desta atividade a ter avanços em diversas áreas, como a topografia e hidráulica. Assim, foi possível a realização de trabalhos de grande envergadura desconhecidos na época, e ao mesmo tempo, uma exploração racional dos jazigos, necessariamente apoiada por um rudimentar, mas efetivo conhecimento geológico adquirido de forma empírica (Silva *et al.* 2008).

Os jazigos auríferos na Península Ibérica são diversos, encontrando-se em filões de quartzo auríferos onde o ouro surge na forma de concentrado, associado aos sulfuretos, podendo por vezes surgir disseminado na rocha encaixante. Através do processo de erosão, formaram-se concentrações em aluviões que podem ter diferentes origens: glacial, lacustre, fluvial. Estes depósitos podem conter areias, argilas e calhaus rolados, e o ouro surge sob a forma de palhetas ou pepitas. Sendo assim, podem classificar-se os jazigos auríferos do período romano em quatro categorias: os pláceres em aluviões atuais de rios, em terraços fluviais mais antigos, os filões de quartzo auríferos, e as rochas geradoras (Domergue, 1970 *Apud* Silva *et al.* 2008).

Para os depósitos em plácer de rios, o ouro encontra-se separado da ganga, em forma de palhetas ou pepitas, pelo que uma simples lavagem é suficiente para separá-lo das areias e cascalhos. Estes foram designados por Plínio “O Velho” por areias auríferas (*detritus*), depósitos explorados à bateia e usados para determinar teores de um corpo mineralizado nas proximidades (*talutium*) (Silva *et al.* 2008).

O ouro em filões de quartzo e disseminado em rocha, ocorre no estado livre podendo ser visível ou não, ou estar associado a outros minerais metálicos no estado de sulfuretos. Plínio “O Velho” denominava estas ocorrências como filões de quartzo enriquecidos em ouro (*marmoris glareae inhaerens*) descritos em trincheiras (*canalicium*) e canais (*canaliense*) (Silva *et al.* 2008).

3.5 FERRO

O ferro é um dos elementos mais abundantes da litosfera, em proporções de 4,2%. Aproximadamente 300 minerais possuem ferro como componente essencial, mas só os óxidos apresentam grandes proporções. Depois da redução dos óxidos, o ferro é utilizado principalmente para confecção de aços (Jesus, 2009).

Os minérios de ferro com maior importância são:

- Magnetita (Fe_3O_4) (Figura 10A), de cor preta, brilho metálico e fortemente magnético, contém 72% de Fe e está presente normalmente em rochas magmáticas básicas;

- Hematita (Fe_2O_3) (Figura 10B), de cor preta a avermelhada dependendo da sua granulometria, não magnética, contém 70% de Fe; pode ser encontrada principalmente em formações ferríferas bandadas (BIF) do Pré-Cambriano, associada com goethita-limonita em cangas ou em minérios oolíticos; associadas a goethita, calcita e quartzo clástico; e em arenitos e quartzitos ferruginosos com material de cimentação (Walde, 1986).

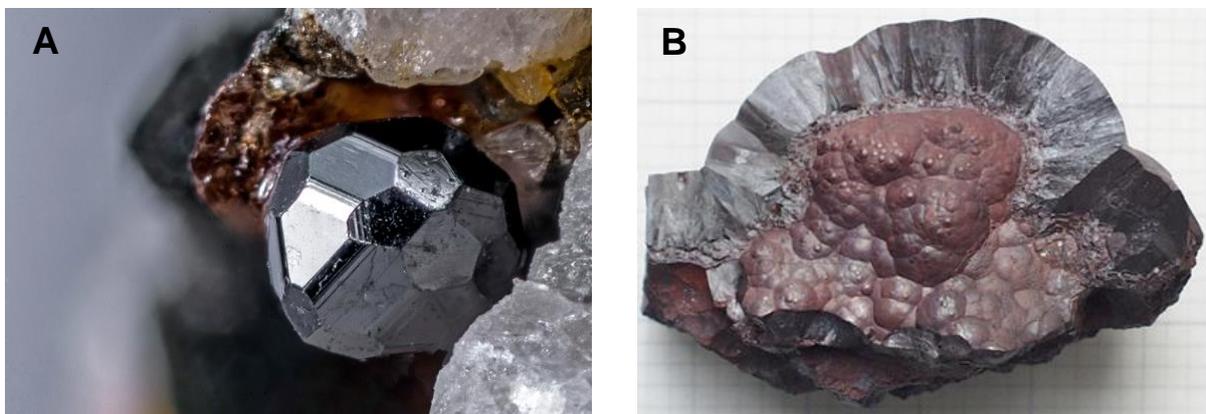


Figura 10 - A. Magnetita da Tre, Croci, Vetralla, complexo vulcânico Vico, província Viterbo, Lazio, Itália e em B. Mina de Wessels, Hotazel, campo de manganês de Kalahari, Northern Cape, África do Sul. Fonte: www.mindat.org.

O ferro é um metal de transição na tabela periódica e sendo alto o conteúdo em quase todas as rochas e na crosta continental. Os estados de oxidação variável do ferro, na natureza são de grande importância: ferro nativo (Fe^0), ferroso (Fe^{2+}) e ferro férrico (Fe^{3+}). Ferro reduzido é comumente ferro móvel e o ferro oxidado imóvel, este último presente em enormes massas de ferro no ciclo exógeno dos processos da Terra.

As jazidas de minério de ferro têm uma ampla distribuição na Terra em diferentes épocas geológicas, tendo particular importância os depósitos do Pré-câmbrico. As jazidas podem classificar-se em quatro tipos principais descritos em seguida (James em 1966 *apud* Walde, 1986) e representado por suas principais características na Tabela 2 (Klemic *et al.* 1973).

- ✓ Depósitos Sedimentares Acamadados – São conhecidos como Banded Iron Formation – BIF, formações importantes que na maioria dos casos ocorrem em rochas pré-câmblicas, constituindo as maiores reservas de ferro. Trata-se de uma rocha laminada, composta por leitos alternados de sílica, hematita-magnetita, além de carbonatos e silicatos de ferro. O teor de ferro pode variar de 20% a 35%.
- ✓ Depósitos relacionados com atividade ígnea – O ferro pode ser concentrado durante a cristalização. A forma mais comum acontece quando o metal é um constituinte de fluidos (gases e líquidos aquosos) que escapam do magma ativo, depositando minerais de ferro em rochas da vizinhança.
- ✓ Depósitos formados por Soluções Hidrotermais – A origem hidrotermal resulta de fluidos originados no magma em fase de cristalização. Distinguem-se em dois grupos: aqueles onde o ferro é derivado de fontes distantes, transportado e depositado em rochas vizinhas não-ferruginosas e aqueles nos quais os fluidos enriquecem rochas já ferruginosas.
- ✓ Depósitos resultantes de alteração e acúmulo à superfície – Vários depósitos dessa origem apresentam enriquecimento na superfície ou pouco abaixo dela. Estes depósitos podem ser divididos em: 1) Laterites, produtos característicos de alteração do clima húmido tropical; 2) enriquecimento residual de depósitos com baixa concentração de ferro.

Tabela 2 - Tipos de depósitos de ferro e suas principais características (Klemic *et al.* 1973 *apud* Walde, 1986)

Tipos de Depósitos	Principais Minérios de Ferro	Teor de Ferro	Importância
I-Depósitos sedimentares			
1. Formações ferríferas (<i>BIF</i>) Itabirito (Labrador, Quadrilátero Ferrífero e Carajás)	magnetite, hematite e siderite	30%	maior
2. <i>Ironstone</i> (Inglaterra, França, Luxemburgo e Chile)	limonite, hematite, siderite e chamoisite	30%	menor
3. <i>Miscellaneous</i>	areias pretas limonite, siderite, magnetite e ilmenite	varia	menor
II – Depósitos relacionados a atividades ígneas			
1. Segregação magmática (Kiruna-Suécia)	magnetite	65%	razoável
2. Processos pirometassomáticos (Japão, União Soviética e EUA)	magnetite e hematite	45%	menor
III – Depósitos hidrotermais			
1. Substituição em rochas não-ferruginosas (Buena Vista-EUA)	magnetite, hematite e siderite	30%	menor
2. Enriquecimento em rochas ferruginosas (Lago Superior-EUA)	hematite e magnetite	68%	maior
IV – Depósitos resultantes de alteração superficial			
1. Laterites (Cuba e Filipinas)	limonite e hematite	45%	menor
2. Enriquecimento em depósitos com baixa concentração e ferro (Lago Superior, Quadrilátero Ferrífero, Carajás e Urucum)	limonite e hematite	55%	maior

No GLVC os depósitos de Fe estão associados à Mina de Senhor do Socorro, a primeira área mineira a ser demarcada e com concessão em 1876 (Gomes *et al.*, 2015). O depósito está associado a enriquecimentos de ferro em concentrações metassedimentares dispersas, algumas das quais foram exploradas. O ferro ocorre sob a forma de hematite e goethite em bancadas de quartzo ferruginosas de orientação NW-SE de idade paleozoica, localizadas em São Salvador da Torre (Lima, 2006).

Apenas nesta mina este tipo de material hematítico-liminítico foi utilizado para aproveitamento de Fe. As indicações da sua extensão e produtividade são escassas e a produção declarada foi pouco expressiva no Bol. Minas de 1940. Na década de 1930 foi retomada a exploração, existido ainda sanjas e uma galeria, demarcadas em mapas de fiscalização de trabalhos (Dossier 115, AV, 1938) e reconhecíveis junto da capela de Nosso Senhor do Socorro (Alves, 2014).

3.6 ARGILA

O termo argila *lato sensu* é empregue para designar um material inorgânico natural, de aspeto terroso, de comportamento plástico quando adicionado a uma determinada quantidade de água (Junior *et al.* 2005) (Figura 11A).

Do ponto de vista sedimentológico e granulométrico, a fração argila corresponde ao conjunto de partículas inferiores a $2\mu\text{m}$ ou $4\mu\text{m}$, segundo as escalas de Attemberg e Wentworth. Mineralogicamente a maioria destas partículas finas são compostas por minerais do grupo das argilas e proporções variadas de outros minerais como quartzo, feldspato, micas, minerais opacos e outros. Os argilominerais pertencem ao grupo dos filossilicatos formando estruturas em cadeias tetraédricas (T) de silício e octaédricas (O) de alumínio. Constituem assim unidades estruturadas na proporção 1:1 (TO) ou 2:1 (TOT). Estas unidades estruturais destes arranjos e seu espaçamento basal é identificável sob análise de difratometria de raios X (DRX) (Junior *et al.* 2005).

No Pliocénico e no Quaternário os depósitos siliciclásticos constituem importantes recursos em argilas comuns. Na província do Minho destacam-se as ocorrências do vale do Rio Minho entre Valença e Vila Nova de Cerveira, exploradas principalmente além fronteira na região de Porriño e da bacia sedimentar de Alvarães no território do GLVC. A Formação de Alvarães (Pliocénico superior) é constituída, na base, principalmente por argilas vermelhas do Membro da Chasqueira e, a topo, por argilas caulíníticas (Figura 11B) e areias caulíníticas do Membro de Teodoro. Além do aproveitamento dos caulinos e areia, as argilas vermelhas têm aplicação em cerâmica estrutural (Alves, 1999 *apud* Lisboa, 2014)).

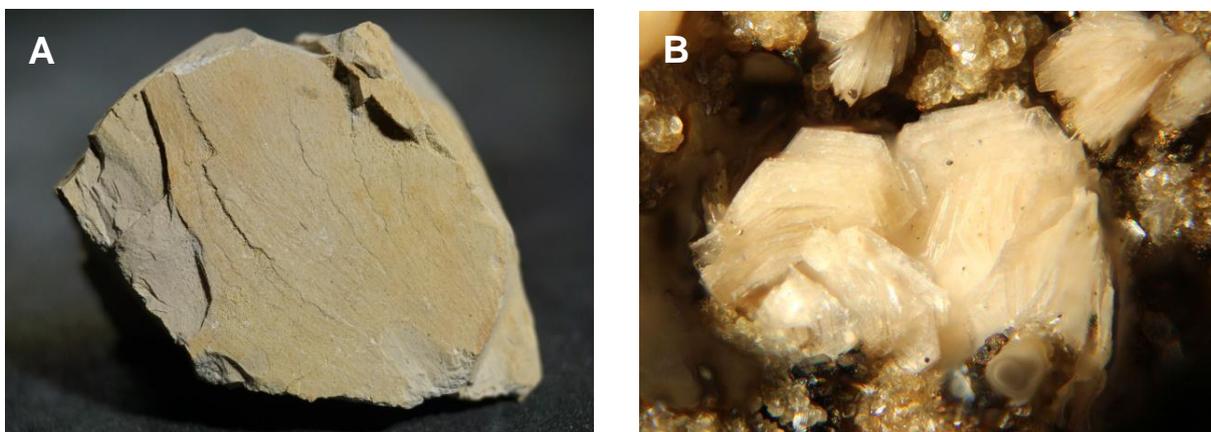


Figura 11 - A. Argila da região Anzoátegui, Venezuela B. Caulinita da Mina de barita de Walton, Walton, Hants Co., Nova Escócia, Canadá Fonte: www.mindat.org.

3.6.1 A Arte com Cerâmica

A produção de cerâmica é condicionada pelo contexto geológico e pelas matérias-primas existentes em cada local, pelo que, a tipologia produtiva vai variar. Diferentes tipos de matéria prima são direcionados para diferentes tipologias de produtos. As argilas comuns, areia, calcário e caulino são importantes para revestimento, pavimentos ou louças sanitárias. No norte

de Portugal, principalmente no litoral, existiram melhores condições para a acumulação destes materiais durante o Cenozoico, explorados por exemplo nas proximidades de Viana do Castelo e Aveiro.

A partir do século XVII e em especial no período pombalino, a maior produção registada aconteceu em Viana do Castelo, Gaia e Porto. Nesta região do Norte presume-se que foram os fenícios, no século X a.C. que trouxeram a técnica de modelar objetos de barro. Na Vila de Eixo (distrito de Aveiro) foi encontrado um forno cerâmico romano que, ao que tudo indica, servia para fabrico de produtos para a construção civil.

3.7 A LAVRA EM MINA A CÉU ABERTO

As tecnologias de lavra a céu aberto podem ser classificadas de acordo com o uso de métodos mecânicos ou hidráulicos (Hartman, 1987). Nos métodos mecânicos pode-se ter a lavra por bancadas com desmonte por explosivos ou desmonte mecânico, lavra por tiras, lavra de rochas ornamentais e cantaria e por métodos auxiliares (Souza, 1994 *apud* Lima *et al.* 2004).

Em lavra por bancadas, existem alguns termos específicos que permitem caracterizar a atividade, alguns dos quais identificados na Figura 12.

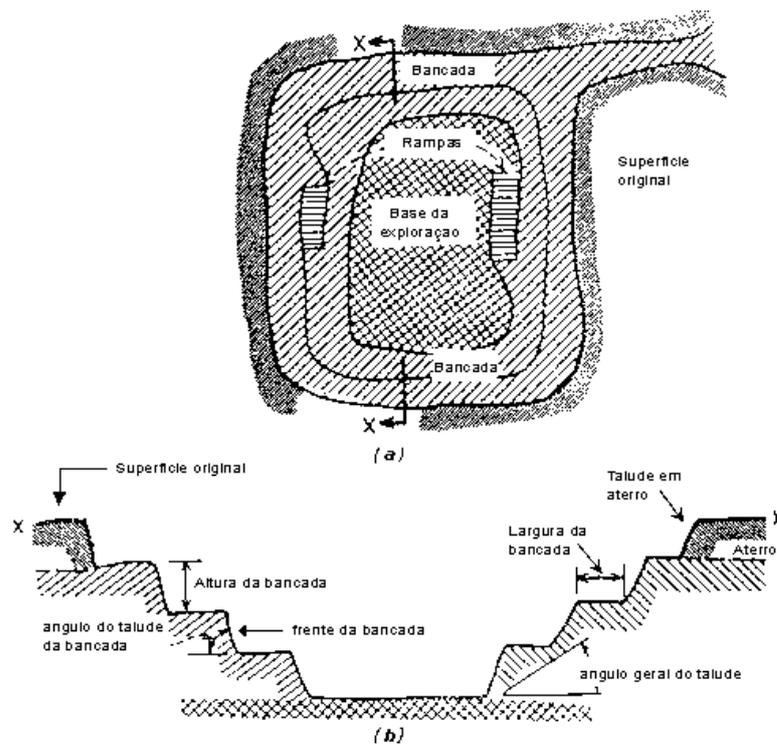


Figura 12 - Principais unidades de uma cava em Mina Céu Aberto, rampa de acesso, altura da bancada, largura da Bancada, frente da bancada (lavra), Base de exploração e ângulos de talude. A. Vista vertical da cava. B. vista em perfil X-X da cava.

A lavra por bancadas pode ser tanto em encosta quanto em cava (Figura 13). A lavra em encosta está acima do nível de escoamento da drenagem, e faz-se sem acumular água. Já a lavra em cava está abaixo da cota topográfica original, tornando a mina um grande reservatório, necessitando-se de bombeamento para o esgotamento da água (Lima *et al.* 2004).

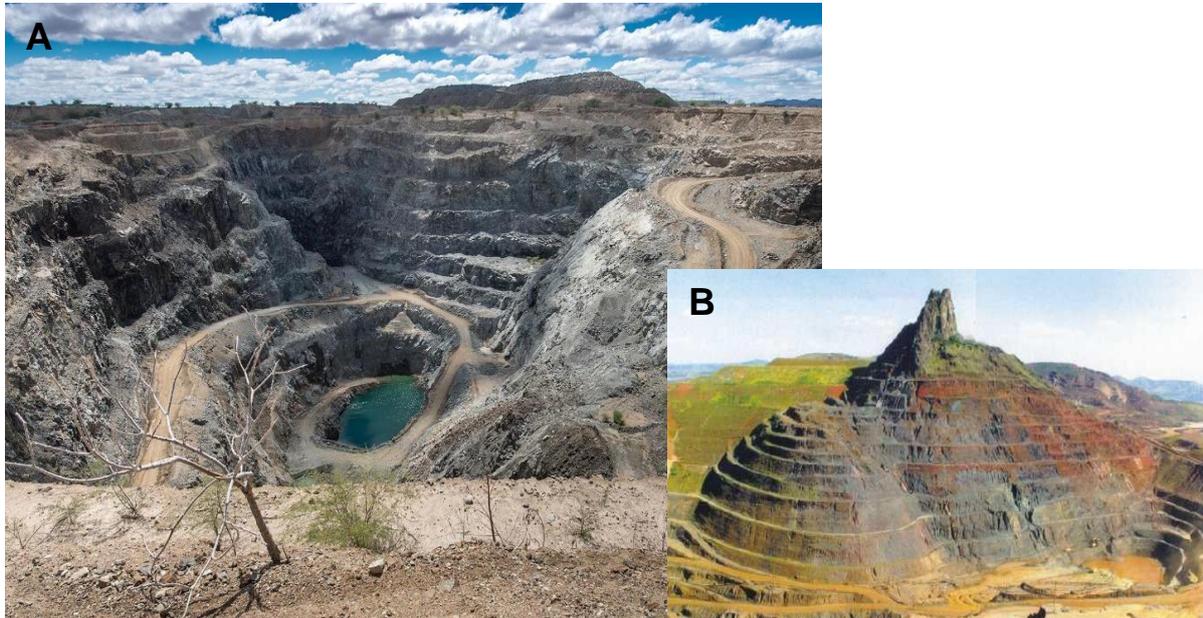


Figura 13 - Exploração Céu Aberto em Lavra por Bancada. A. Mina de Surubim, lavra em cava para exploração de Cobre na extração de calcopirite e bornite, Bahia-Brasil Fonte: Autor e B. Mina do Pico, lavra em encosta na exploração de Ferro em Itabirito, Minas Gerais Bahia Fonte: Minuto Mais.

A sequência clássica das operações unitárias deste método de lavra é a seguinte:

- a) Desmatamento: retirada da vegetação conforme o avanço da lavra;
- b) Decapeamento: retirada de material estéril - cobertura de solo, argila ou rocha alterada;
- c) Desmonte de rocha: perfuração, carregamento com explosivos e detonação da rocha;
- d) Carregamento da rocha desmontada em caminhões ou equivalentes;
- e) Transporte da rocha até à oficina de beneficiamento ou pátio de estocagem e também o transporte de material estéril até ao depósito de estéril (bota-fora) retirado no decapeamento.

As principais vantagens da lavra por bancadas são (Souza, 1994 *apud* Lima 2004):

- a drenagem natural e transporte descendente quando em encosta;
- alta produtividade (grande mecanização e pouca mão de obra);
- baixo custo operacional;
- produção em grande escala, período em geral curto para início das operações;
- mão de obra não especializada;

- cadência flexível;
- desenvolvimento e acessos simples;
- permite boa estabilidade dos taludes;
- segurança e higiene satisfatórias.

As desvantagens do método são (Souza, 1994 *apud* Lima, 2004).:

- limitado pela profundidade;
- limitado pela relação estéril/minério;
- grande investimento de capital;
- problemas ambientais;
- mais adequado a grandes jazidas;
- sujeito a condições climáticas (melhor dito, meteorológicas).

3.8 LAVRA EM MINA SUBTERRÂNEA

O critério essencial para definir o tipo de lavra adotado em uma mina, é o menor custo. Obviamente, para se obter melhor aproveitamento do minério, existem outras variáveis que podem determinar o método de lavra, sendo algumas destas o tipo de minério, a localização geográfica da mina, na situação geológica, ou o tempo determinante para lavra, entre outros.

Normalmente antes de desenvolver uma mina subterrânea é lavrado o minério necessário em céu aberto, se possível. A lavra desenvolvida no subsolo faz-se em função de dois condicionantes: a geometria do corpo (inclinação e espessura); as características de resistência e estabilidade dos maciços que constituem o minério e suas encaixantes. As variações do método ocorrem sob a forma de abertura de poços, túneis e galerias nos maciços encaixantes ou aplicação de métodos e técnicas mais sofisticadas como realce auto-portantes (câmaras e pilares, subníveis e VCR – *Vertical Crater Retreat*) (Figura 14) (Neme *et al.* 2011).

Após a definição do método de extração, muitos projetos detalhados para acessos e condicionamento das minas têm que ser desenvolvidos e executados. As etapas básicas diferindo conforme o método escolhido são:

- ✓ Acesso ao corpo de minério, através de galerias, poços (*shaft*) ou rampas inclinadas.
- ✓ Desmonte de rocha com explosivos, executando a perfuração, carregamento e detonação.
- ✓ Saneamento da frente desmontada (lavagem e ventilação).
- ✓ Carregamento e transporte do minério.
- ✓ Precauções de segurança.

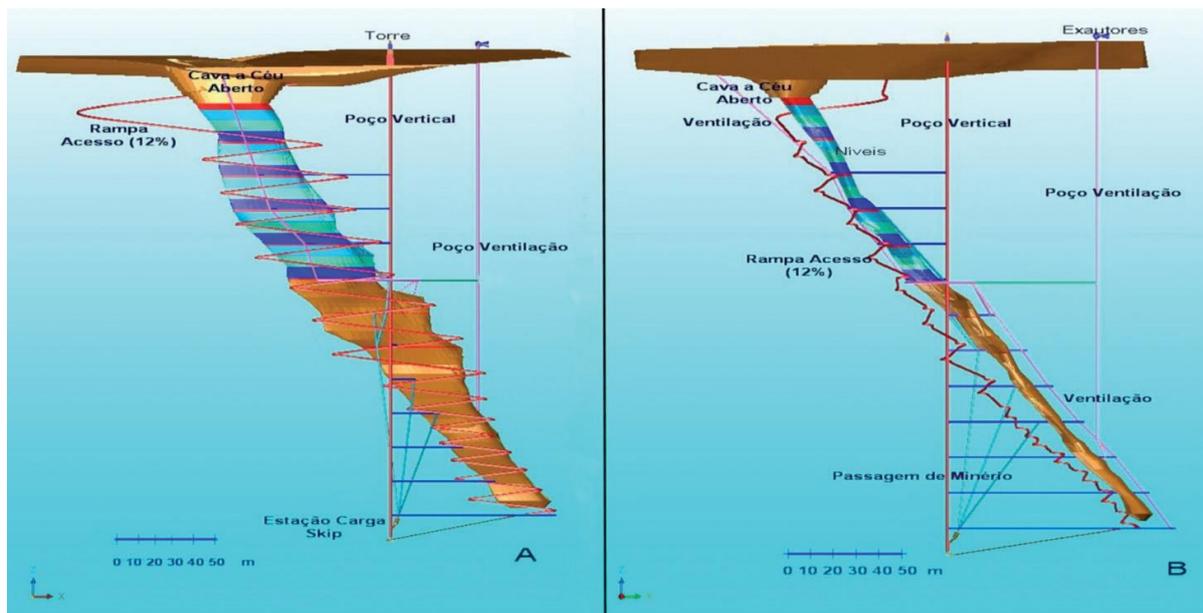


Figura 14 - Desenho da infraestrutura da mina subterrânea. A. Vista longitudinal e B. vista transversal do corpo mineralizado, das aberturas subterrâneas e divisão da jazida em níveis e subníveis. Fonte: Brigolini Neme *et al.* 2011.

As vantagens da lavra subterrânea são a minimização de interferências ambientais e independência das condições meteorológicas, não se podendo esquecer que o seu planeamento e operação são atividades que exigem alto grau de especialização técnica, acompanhamento e levantamento de dados específicos permanentes, sempre executados por profissionais habilitados e experientes (Lima, 2004).

3.9 DEPÓSITOS DE PLÁCER

Define-se plácér como um depósito mineral de superfície, formado através da concentração das partículas minerais libertadas da rocha alterada. O processo de concentração dá-se normalmente durante o transporte e a deposição das partículas sedimentares e implica necessariamente, que os minerais concentrados possuam a densidade significativamente maior que os dois minerais detríticos mais comuns: quartzo e feldspatos (Boski, 2013).

Para além dos plácères que resultam da concentração por transporte fluvial ou em planície costeira, consideram-se ainda os depósitos de plácér residual e depósitos de plácér eluvial. Estes depósitos são de tamanhos pequenos e muitas vezes formam-se rapidamente na superfície da Terra, geralmente acima do nível da base local, de modo que muitos são removidos pela erosão antes que possam ser enterrados (Evans, 1993). Os depósitos de plácères formaram-se ao longo do tempo geológico, mas são na sua maioria de idade cenozoica.

Os pláceres residuais só se formam onde a superfície do solo é razoavelmente plana, pois quando existir declive, ocorrerá transporte (Figura 4.4). Os depósitos de pláceres residuais acumulam-se assim imediatamente acima da fonte mineral, por remoção dos materiais de rocha mais meteorizada (Evans, 1993). Os pláceres residuais formados sobre os carbonatitos são importantes como produtores de apatite, em Jacupiranga, Brasil; Sokii, Finlândia (Notholt, 1979) e Sukulu, Uganda (Reedman, 1984). São também fontes potenciais de nióbio, zircão, magnetita e outros minerais.

Os depósitos de pláceres eluviais são constituídos por minerais libertados de uma rocha fonte próxima e depositados nas encostas (Figura 15). Os minerais mais leves não resistentes são dissolvidos ou varridos para baixo pela chuva ou são levados pelo vento. Isso produz uma concentração parcial pela redução no volume, um processo que continua com mais fluência no sentido descendente (Evans, 1993). Para produzir um depósito de plácer viável, o processo de concentração requer uma fonte rica.

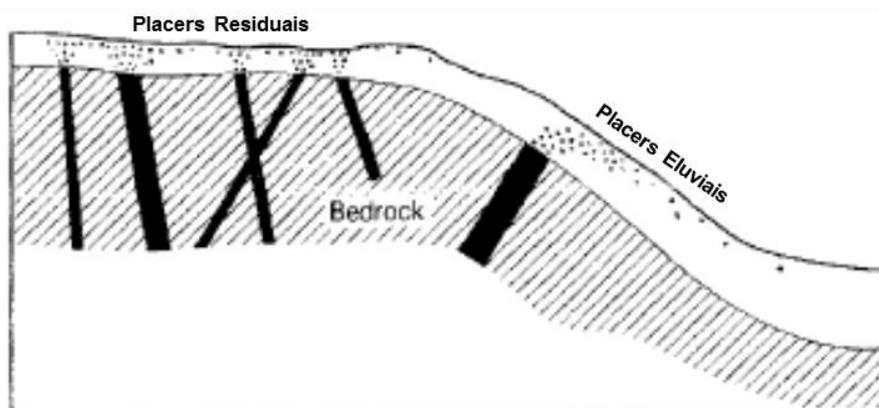


Figura 15 - A formação de depósitos de plácer residual e plácer eluvial originados pela meteorização. Fonte: Evans, 1993.

4 PROPOSTA DE VALORIZAÇÃO DOS SÍTIOS DE INTERESSE GEOMINEIRO DO GLVC

Na área do GLVC foram visitadas 13 áreas de pesquisa inseridas ou não em concessões mineiras. A análise seguindo critérios de conservação, segurança e localização geográfica, permite agregar uma proposta para os mesmos, embora nem sempre tenha sido possível avaliar todos os parâmetros necessários.

4.1 METODOLOGIA

A metodologia tem como ponto inicial a consulta de trabalhos bibliográficos buscando conhecer detalhes sobre a geologia, a geomorfologia, os recursos naturais, a exploração mineira e o contexto histórico. Foram também coletados dados de campo posteriormente interpretados.

Na parte prática foi utilizado o software, OruxMaps® na coleta de dados de campo, ArcGis® e QGis® para geração e confecção de mapas temáticos, e GogleEarth® para geração de imagens 3D e perfis.

4.2 SÍTIOS GEOMINEIROS

Dentro das 13 áreas de pesquisa visitadas no geoparque, foram estudados 30 Sítios de Interesse Geomineiro listados na tabela 3, importante a observação de critérios para valorização dos sítios, uma vez que estes encontram-se em sua maioria em concessões mineiras.

Tabela 3 - Sítios de interesse geomineiro selecionados.

PTO	ÁREA DE PESQUISA	SÍTIO	LOCALIDADE	COORD_X	COORD_Y	CONCESSÃO
1	Monte da Cividade	Galeria Linha do Vale do Lima	Vila Mou	525352.43	4620058.82	Rasas (Sn)
2	Monte da Cividade	Trincheira	Vila Mou	525308.35	4620121.78	Rasas (Sn)
3	Rasas	Vale de Cobalta	Vila Mou	524709.99	4621057.94	Cobalto (Sn)
4	Rasas	Cobalta Dep Placers	Vila Mou	524862.56	4620927.23	Cobalto (Sn)
5	Rasas	Gaveas – Ribeira do Rio Tinto	Vila Mou	525202.58	4620608.55	Rasas (Sn)
6	Rasas	Moinho da Moleira	Vila Mou	525193.55	4620593.94	Rasas (Sn)
7	Rasas	Moinho do Farrula	Vila Mou	525187.34	4620490.92	Rasas (Sn)
8	Madeiro	Rio Seixo	Vila Mou	524075.45	4619859.17	Guilhufes (Sn)
9	Senhor do Socorro	Mina Socorro	Torre	523805.81	4619357.73	Senhor do Socorro (Fe)
10	Senhor do Socorro	Cava da Mina do Socorro	Torre	523827.01	4619515.08	Senhor do Socorro (Fe)
11	Alto do Lombo	Miradouro do Alto do Lombo	Vila Mou	524787.90	4619578.58	Vila Mou (W, Sn)
12	Alto do Lombo	Chaminé Do Alto do Lobo 1	Vila Mou	524714.54	4619869.21	Vila Mou (W, Sn)
13	Alto do Lombo	Chaminé Do Alto do Lobo 2	Vila Mou	524711.39	4619854.60	Vila Mou (W, Sn)
14	Alto do Lombo	Chaminé Do Alto do Lobo 3	Vila Mou	524713.00	4619866.00	Vila Mou (W, Sn)
15	Cocheira	Mina da Cocheira	Meixedo	523453.13	4622291.33	Alto da Mina (Sn)
16	Pereiro	Cascata do Pereiro	Vilar de Murteda	522419.33	4624565.07	
17	Pereiro	Mina grande 1	Vilar de Murteda	521596.48	4624669.30	Folgadoiro (Sn)
18	Pereiro	Mina grande 2	Vilar de Murteda	521217.84	4624602.27	Folgadoiro (Sn)
19	Pereiro	Mina grande 3	Vilar de Murteda	520435.38	4624131.47	Alta de Bouça das Freiras (Sn, W)
20	Santa Luzia	Óculo Sta Luzia	Santa Luzia	516694.32	4624311.68	
21	Santa Luzia	Pedreira	Santa Luzia	516049.53	4625109.26	Bouça do Seixo Branco (Qz)
22	Santa Luzia	Miradouro	Santa Luzia	515921.88	4622153.58	
23	Meadela	Queda de água e dobras	Cova	515452.76	4619612.58	
24	Meadela	Galeria da estrada da Cova	Cova	515497.63	4619428.25	
25	Lanheses	Fábrica de Telha Lanheses	Lanheses	526293.79	4621034.92	
26	Lanheses	Baixa das Ervas	Lanheses	526488.01	4622905.55	Baixa das Ervas (Sn)
27	Lugar da Rocha	Entrada Sra da Rocha	Meixedo	524585.48	4623217.60	Capela de Nossa Sra da Rocha (Sn)
28	Lugar da Rocha	Trincheiras	Meixedo	524534.00	4623893.08	
29	Vale	Furo da Galeria	Vila Mou	524527.52	4620234.49	Guilhufes (Sn)
30	Companhia	Companhia de Mineração	Meixedo	523445.50	4621923.05	Cocheiras (Sn)

Os sítios estão distribuídos no mapa de concessões mineiras de Viana do Castelo (Figura 16), na sua maioria em áreas de concessão mineira para Sn, W (Nb, Ta), exceto os Sítios 9 e 10 que se encontram em área de concessão mineira para exploração de Ferro, o Sítio 21 que se encontra em área de concessão mineira para exploração de não metálicos e os sítios 16, 20, 22, 23, 24, 25 e 28 estes encontram-se fora de áreas de concessão mineira. Os sítios estão localizados essencialmente em duas áreas estratégicas, nas proximidades de Lanheses e Viana do Castelo, englobando a Serra de Santa Luzia e as localidades de Vila Mou, Meixedo, Cova, Vilar de Murteda e Torre. Na Serra de Santa Luzia e proximidades estão concentradas atividades mineiras desenvolvidas em galerias de minas subterrâneas, normalmente dirigidas segundo o corpo do minério. Na região de Lanheses, concentram-se a maioria das atividades com lavra a céu aberto, muitas em depósitos secundários, proporcionando um registro mais extenso das atividades ou em maiores dimensões, porém pouco preservadas.

Mapa de concessões mineiras de Viana do Castelo

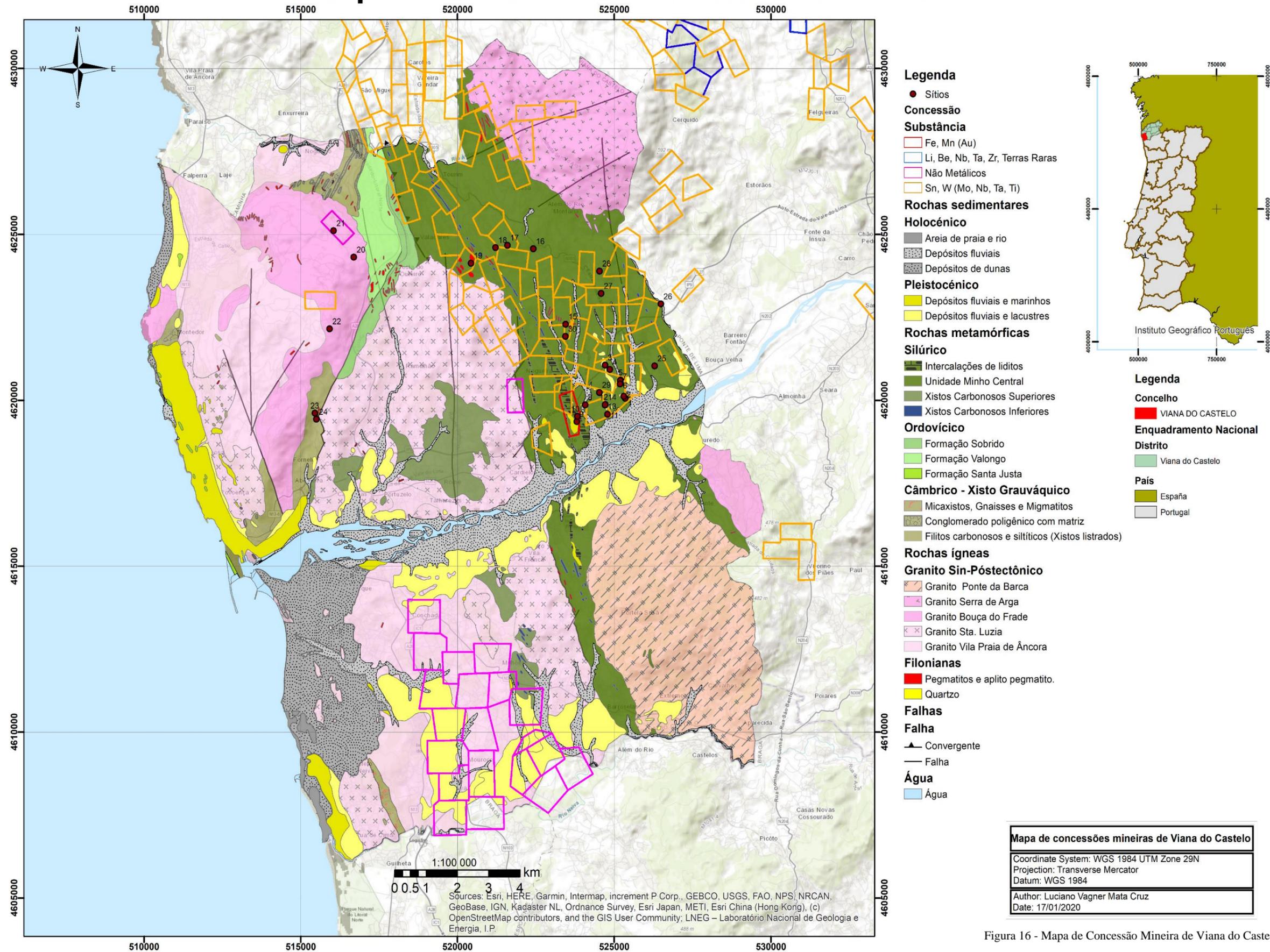


Figura 16 - Mapa de Concessão Mineira de Viana do Castelo.

4.2.1 Monte da Cividade

A área de pesquisa encontra-se em concessão para a exploração de Sn, denominada de Rasas de número 3216 na base do LNEG, sobre rochas silúricas metamorfizadas, da Unidade do Minho Central e Ocidental (Parautóctone). Com acesso relativamente bom através da estrada nacional do Carvalho, esta área tem como principal característica o aspeto histórico da localidade de Vila Mou, uma vila do período da ocupação romana no norte de Portugal. Apesar disso, a área não possui atualmente estrutura adequada para as atividades geoturística e educativas.

Nesta área definiram-se dois sítios descritos em seguida.

Sítio 1: Galeria “Linha do Vale do Lima”

Esta galeria encontra-se em área privada, não sendo possível a visita ao interior. Esta pequena galeria poderá ter sido somente utilizada para pesquisa (Figura 17). A entrada da galeria é relativamente apertada, o que constitui uma dificuldade para uma eventual utilização em atividade educativa e geoturística. Após a abertura da mesma é necessário identificar os aspetos geológicos, condições geotécnicas, extensão e conexão com outras possíveis galerias, bem como aspetos relacionados com o estado de conservação e a segurança.



Figura 17 - Sítio 1: Entrada da galeria “Linha do Vale do Lima” coberta pela vegetação.

Sítio 2: Trincheira

Este sítio é constituído por uma trincheira para pesquisa mineira (Figura 18), atualmente coberto pela vegetação. O local não tem um bom acesso, nem um estado de conservação adequado para utilização.



Figura 18 - Sítio 2 –Trincheira aberta ao lado da linha de comboio.

A trincheira não se considera uma estrutura geológica com relevância suficiente para utilização educativa e turística, pois a mesma não apresenta pontos com exposição geológica. O sítio encontra-se situado na linha de comboio que faria o percurso de Braga até Viana do Castelo, linha não concluída que seria utilizada principalmente para transporte do minério na região. Sugere-se a colocação de um painel expondo os aspetos antes referidos.

4.2.2 Rasas

A área de pesquisa encontra-se em concessão para a exploração de Sn, denominada de Rasas de número 3216 na base do LNEG, encontra-se sobre as rochas silúricas metamorfizadas do Parautóctone (Unidade do Minho Central e Ocidental) em contacto com depósitos pleistocénicos e holocénicos. Possui bom acesso que pode ser feito através da estrada do Vale do Lima. Nesta área, é reconhecida a exploração de ferro durante o período romano e também durante o século passado. A atividade mineira está situada no vale Ribeira de Rio Tinto e em depósitos de plácer. A utilização de moinhos para a moagem do minério localizados na Ribeira de Rio Tinto foi importante para a atividade mineira local. Os moinhos destacam-se assim como

elemento de valorização do sítio, para utilização nas atividades educativas e geoturísticas (Figura 19).



Figura 19 - Mapa de relevo com a localização da área de pesquisa de Rasas e seus sítios. Editada do Google Earth®

Sítio 3: Vale de Cobalta

Neste sítio, situado nas proximidades da via IP9 (Figura 20) foi explorado ferro durante a ocupação romana. Contudo, atualmente não são visíveis estruturas relacionadas com a exploração, pois o vale foi aterrado para a construção da autoestrada.



Figura 20 - Sítio 3 - Vale do Cobalta está situado à esquerda, em tracejado vermelho está delineado o formato do vale, aterrado para construção da autoestrada.

Sítio 4: Depósitos de Plácer de Cobalta

O sítio “Depósitos de Plácer de Cobalta” (Figura 21) está situado numa concessão de exploração de estanho como minério primário e muitas vezes associado à exploração de nióbio e tântalo como minério secundário.

Esta extração de minério foi feita em sedimentos (plácer). No sítio é possível observar ainda algumas evidências de extração na topografia. Porém, por se tratar de um depósito sedimentar, não ficaram expostos os aspetos físicos da exploração no local. O sítio encontra-se atualmente coberto pela vegetação.



Figura 21 - Sítio 4 - Depósitos de plácers eluviais cobertos por densa vegetação.

Sítios 5 (Ribeira do Rio Tinto), 6 (Moinho da Moleira) e 7 (Moinho da Farrula)

No sítio 5 (Figura 22A), localizado na Ribeira do Rio Tinto, observam-se sedimentos de coloração avermelhada, indicadora de enriquecimento em ferro (Figura 22B).



Figura 22 - Sítio 5. A. Ribeira do Rio Tinto. B. Sedimento recolhido na Ribeira do Rio tinto com coloração avermelhada, o que indica níveis de Fe presente no mesmo.

A utilização da Ribeira do Rio Tinto no processo da exploração mineral é comprovada pela presença de um canal de desvio (Figura 23A) para o Sítio 6 -Moinhos da Moleira (23B) e Sítio 7 - Moinho da Farrula (Figura 23C).

Nos sítios 6 e 7 são ainda visíveis as estruturas dos antigos moinhos que eram utilizados para a fragmentação da rocha.



Figura 23 - A. Canal de desvio de água da ribeira para o Moinho da Moleira. B. Sítio 6: Moinho da Moleira e estrutura de moagem. C. Sítio 7: Moinho da Farrula coberto pela vegetação.

Este conjunto de sítios (5, 6 e 7) apresenta boas condições para o desenvolvimento de atividades educativas e geoturísticas, pois permite a abordagem à exploração mineira de diferentes minérios em idades diferentes. Sugere-se a colocação de painéis para a identificação e descrição sucintamente dos sítios, assim como a natureza dos seus depósitos. Apesar da proximidade à área urbana, os sítios encontram-se cobertos pela vegetação, o que será necessário efetuar a sua limpeza.

4.2.3 Madeiro

Sítio 8 - Rio do Seixo.

A área de pesquisa contempla apenas o sítio Rio do Seixo no qual encontra-se em concessão para a exploração de Sn, denominada de Guilhufes de número 3247 na base do LNEG, localiza-se no contacto das rochas silúricas metamorfizadas do Parautóctone (Unidade Minho Central e Ocidental) com depósitos fluviais. Situado nas proximidades de Vila Mou, possui um excelente acesso através da Rua do Madeiro.

O sítio localiza-se junto de estrutura montadas para atividades recreativas nas margens do Rio do Seixo (Figura 24A). No que se refere à exploração mineira, são visíveis estruturas importantes, como moinhos e estruturas de desvios do curso de água que possivelmente foram utilizadas para lavagem e seleção do minério (Figura 24B). Os vestígios sugerem a exploração de ouro no período romano, basicamente através do uso da bateia.



Figura 24 - Sítio 8: A. Área aberta utilizada para recreação nas margens do Rio do Seixo. B. Estrutura utilizada para lavagem e seleção do minério.

O sítio poderá ser utilizado em atividades geoturísticas e educativas, para as quais será necessária a instalação de painéis explicativos dedicados à exploração de ouro no período romano. Para este local sugerem-se também atividades educativas, como aulas práticas dedicadas à história da exploração do ouro na região do Minho e nas quais se exemplifica o uso da bateia.

4.2.4 Senhor do Socorro

A área de pesquisa encontra-se em concessão para a exploração de Fe na qual é a primeira concessão mineira de Portugal, denominada de Senhor do Socorro de número 115 na base do LNEG, encontra-se em rochas metamórficas, mais especificamente em xistos negros e em intercalações de liditos, e em depósitos fluviais pleistocénicos. Está situada nas proximidades da capela do Nosso Senhor do Socorro, localizada entre as localidades de Torre, Vila Mou e Cheira e tem um excelente acesso através da Rua do Casal.

Sítio 9: Capela da Nosso Senhor do Socorro

O sítio localiza-se na parte superior da mina e tem importância religiosa, cultural e histórica. A capela é a referência para o nome “Mina do Senhor do Socorro” (Figura 25A).

Sítio 10: Cava da Mina do Senhor do Socorro

Este sítio é constituído pela rampa de acesso até à parte inferior de uma mina a céu aberto possivelmente associado por lavra em encosta. Na parte inferior observam-se ainda elevadas concentrações de ferro (Figura 25B).



Figura 25 - Sítio 9 A. Capela do Nosso Senhor do Socorro situada no topo da rampa de acesso para a parte inferior da Mina; B. Afloramento contendo teores significativos de ferro.

Para o desenvolvimento de atividades educativas e geoturística, sugere-se a inserção de painéis informativos contendo a história do ferro na região do Minho, e mencionando esta como a primeira mina a ter a concessão para exploração de Portugal. Pode-se igualmente expor informação acerca das características de uma mina a céu aberto, referindo, por exemplo, o desenvolvimento de lavra em bancadas.

4.2.5 Alto do Lombo

A área de pesquisa encontra-se em concessão para a exploração de W e Sn denominada de Vila Mou de número 2466 na base do LNEG. A concessão encontra-se sobre rochas silúricas metamorizadas do Parautóctones (Unidade do Minho Central e Ocidental), em contato com rochas sedimentares pleistocénicas. Situa-se na localidade de Vila Mou e possui um acesso relativamente fácil através da Rua do Estanho, que nomeia assim o principal minério explorado neste local (Figura 26A).

A exploração decorreu em mina subterrânea. Esta atividade teve alguma importância na economia local como fica demonstrado pela toponímia.

Sítio 11: Miradouro do Alto do Lombo

Este sítio, junto da Capela dos Imigrantes, encontra-se numa área com excelente visibilidade, proporcionando a observação dos aspetos geomorfológicos da região (Figura 26B).



Figura 26 - Aspetos importantes do Sítio 11: A. Rua do Estanho, principal rua de acesso a área de exploração; B. Miradouro do Alto do Lombo acesso de entrada ao sítio e com aspeto de visuais importantes.

Sítios 12, 13 e 14: Chaminés do Alto do Lombo

Na Concessão do Alto do Lombo definiram-se mais 3 sítios de interesse geomineiro: Sítio 12, (Chaminé Do Alto do Lombo 1) Sítio 13 (Chaminé Do Alto do Lombo 2) e Sítio 14 (Chaminé Do Alto do Lombo 3).

Os sítios encontram-se no topo de um morro com orientação N-S, sendo visíveis as diversas chaminés, algumas que, por motivos de segurança, estão protegidas por cordas (Figura 27A). Outros sítios encontram-se parcialmente sinalizados e fechados com galhos de árvores, colocados pela comunidade com a finalidade de proteção (Figura 27B). A localização dos sítios está ilustrada na Figura 27, nomeadamente das chaminés e acessos à galeria de exploração da mina.



Figura 27 - Em A Sítio 12 - chaminé isolada por cordas. Em B) Sítio 13 - chaminé coberta pela comunidade com galhos de forma a prevenir possíveis acidentes.

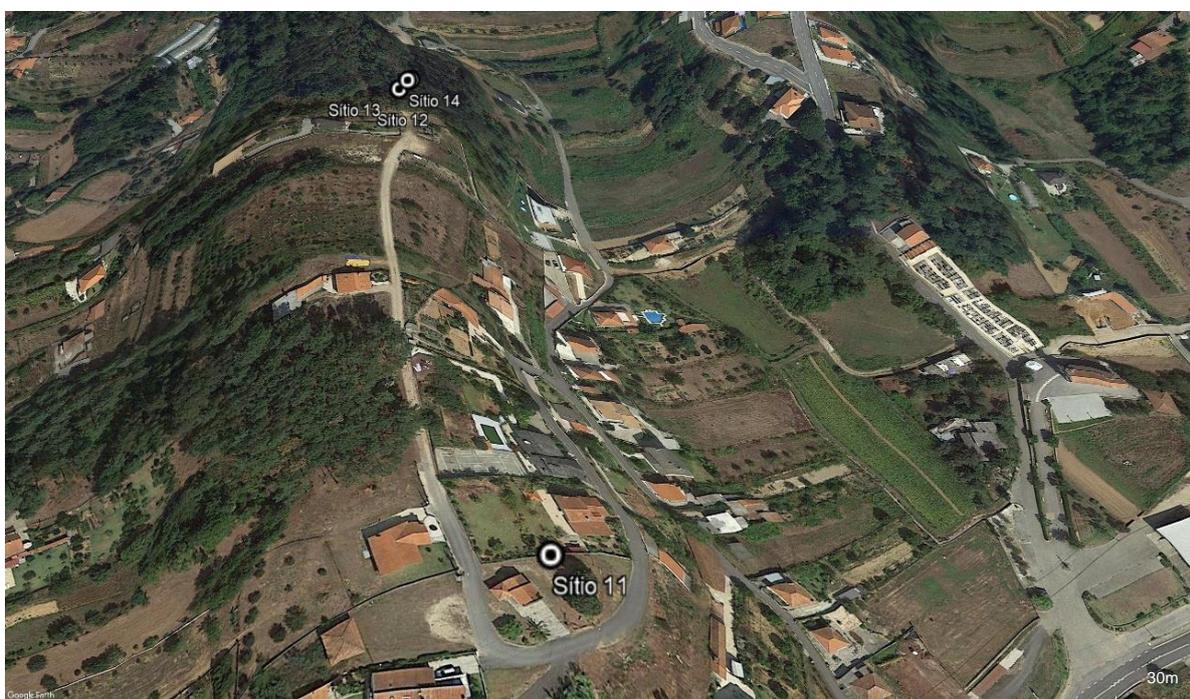


Figura 28 - Localização dos Sítios 11, 12 13 e 14 na área de concessão, inseridos em área urbana. Editada do Google Earth®

No que se refere à valorização, podemos considerar a visita aos locais em que localização as galerias e as chaminés com extensões consideráveis (Figura 29A). É fundamental efetuar o reconhecimento e representação das unidades geológicas, bem a cartografia do complexo mineiro, a expor num painel explicativo. A área é ampla (Figura 29B) pelo que é recomendado o mapeamento de todas as chaminés e acessos à mina subterrânea, a identificação e a análise de risco que representam. Após este trabalho, deve-se tomar uma decisão sobre a efetiva segurança do local.



Figura 29 - Sítio 14 A. Despenhadeiro que representa um dos acessos às galerias; B. Parte da extensão da área de exploração sem as devidas sinalizações das chaminés.

4.2.6 Cocheira

Sítio 15: Mina da Cocheira

A área de pesquisa contempla apenas o sítio Mina da Cocheira no qual encontra-se em concessão para a exploração de Sn, denominada de Alto da Mina de número 1485 na base do LNEG, localiza-se sobre rochas silúricas metamorizadas do Parautóctone (Unidade Minho Central e Ocidental), em zona de contato com filões de massa aplíticas e pegmatíticas. Trata-se de um terreno em área aberta e de livre acesso situados próximos à Estrada da Cocheira na localidade de Meixedo. São visíveis sanjas que aparentemente tiveram utilização para pesquisa mineral. Em imagem aérea verifica-se que essas sanjas atravessam o alto topográfico no sentido NE-SW (Figura 30).

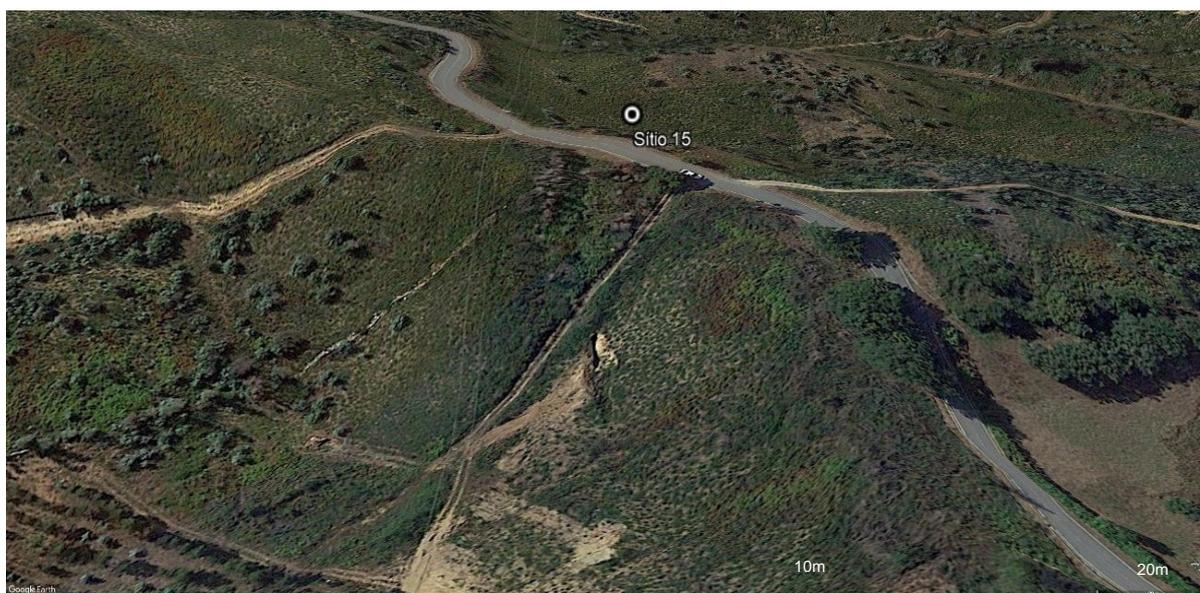


Figura 30 - Imagem aérea ilustrando a distribuição das sanjas na porção sudoeste de pesquisa no Sítio 15. Editada do Google Earth®.

No que se refere à valorização do sítio, podemos considerar que não apresenta importância significativa nas vertentes geoturística e educativa. O local não revela aspectos geológicos relevantes e não apresenta exposição de minérios. E de uma vista aérea verificamos que o local, é de fácil acesso e próximo a estrada, deveria ser objeto de trabalhos que visem minimizar os riscos colocados pelas sanjas (Figura31 A, B e C).



Figura 31 - Sítio 15 A. Imagem aérea ilustrando a distribuição das sanjas na porção nordeste da área pesquisa no Sítio 15. Editada do Google Earth® B. sanja vista de cima; C. sanja e sua extensão para norte

4.2.7 Pereiro

A área de pesquisa encontra-se em concessões, para a exploração de Sn denominada de Folgadoiro de número 3145 no que está inserido o sítio 17 e no contato com o sítio 18 e a concessão para a exploração de Sn e W. denominada de Alto de Bouça das Freiras de número 2223 no que está inserido o sítio 19, dados que constam na base do LNEG. A área do Pereiro encontra-se sobre rochas silúricas metamorizadas do Parautóctone (Unidade do Minho Central e Ocidental), em zona de contato com filões aplíticos e pegmatíticos com xistos carbonosos. Trata-se de uma área situada nas proximidades da localidade de Vilar de Murteda, com acesso razoável.

Sítio 16: Cascata do Pereiro

Este sítio é já um ponto turístico baseado na existência de uma cascata, bem como de moinhos e canais utilizado para o desvio de água (Figura 32). Estes moinhos foram utilizados na mineração, embora no seu registo esteja indicado o seu uso como moinhos de cereais e de uso têxtil.



Figura 32 - Sítio 16 A. cascata do Pereiro e estrutura de moagem; B. painel sobre a cascata do Pereiro em que cita a utilização de seus moinhos.

Sítios 17, 18 e 19: Mina Grande 1, 2 e 3

Os três sítios, denominados respetivamente de Mina Grande 1, 2 e 3 (Figura 33A, B e C), encontram-se dentro de uma área com chaminés e acessos a galerias de um complexo mineiro. Algumas dessas aberturas têm alguma dimensão, enquanto outras se apresentam apenas como sanjas com alguns metros de extensão, atualmente cobertas pela vegetação (Figura 33D). As ocorrências encontram-se bem distribuída ao longo da área, sem qualquer tipo de proteção e com acesso livre (Figura 33E). Atendendo a que a área está inserida no Monumento

Natural Cristas Quartzíticas do Campo Mineiro de Folgadoiro-Verdes, faz-se prioritária uma intervenção imediata que vise, inicialmente, a segurança e a limpeza.

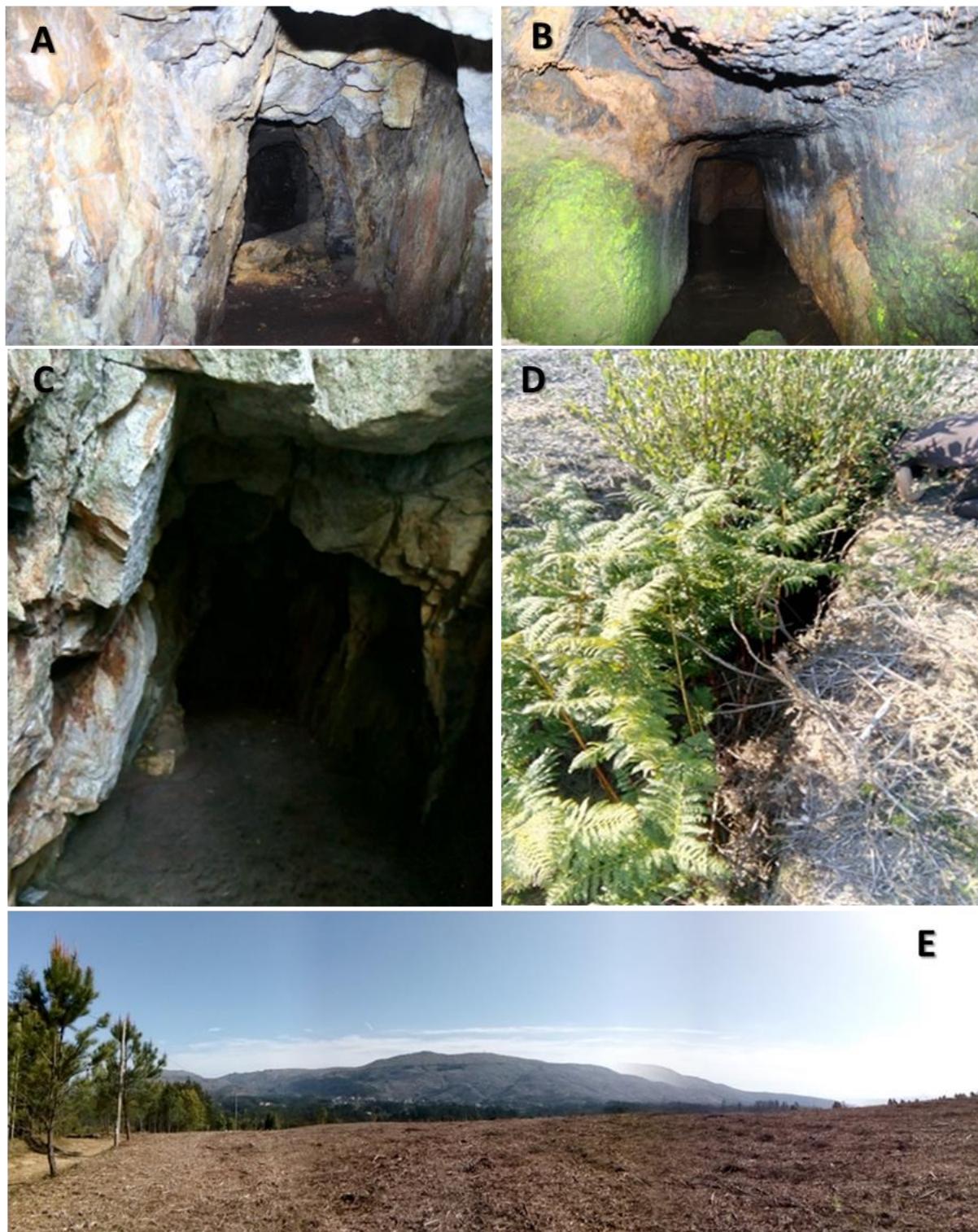


Figura 33 - A. Sítio 17 – Galeria Mina Grande 1; B. Sítio 18 - Galeria Mina Grande 2; C. Sítio 19 - Entrada da galeria; D. Sítio 19 - sanja nas proximidades da galeria; E. Área de acesso às galerias e sanjas dos Sítio 17, 18 e 19.

No que se refere a valorização, sugere-se, no Sítio 16 (Casca do Pereiro), a colocação de um painel explicativo que inclua o local dentro do roteiro mineiro, descrevendo a importância do mesmo para a população mineira no período de exploração. Nos Sítio 17, Sítio 18 e Sítio 19, Mina Grande 1, 2 e 3, respectivamente, sugere-se o mapeamento das unidades geológicas, das conexões das galerias, estado de conservação e um estudo geotécnico. Será importante a construção de um acesso até o ponto mais seguro da galeria, para, em contexto educativo e turístico, explicar os critérios de desenvolvimento de uma mina subterrânea e a relação com o corpo de minério. No contexto turístico, as galerias podem ser aproveitadas para visitas, envolvendo atividades que mostrem como funciona uma mina subterrânea. Ambas as atividades devem ter planejamento prévio, estipulando critérios tanto no comportamento em ambiente da mina, como a utilização de equipamentos de segurança.

4.2.8 Serra de Santa Luzia

Esta área está sobre o Granito Bouça do Frade, um granito porfiróide de grão fino, e inserida no Monumento Natural do Planalto Granítico das Chãs de Santa Luzia. A área apresenta um bom acesso. É conhecida uma concessão para não metálicos explorada para Qz, denominada de Bouça do Seixo Branco de número 3501 na base do LNEG no qual encontra-se o sítio 21, ocorre uma concessão para W e Sn nas proximidades denominada Santa Luzia nº 3 número 2203 na base do LNEG. Não observamos evidências no terreno de exploração volfrâmio.

Sítio 20: Óculo de Santa Luzia

Neste sítio observam-se vestígios de exploração mineral (Figura 34A), embora de pequena dimensão.

Neste sítio sugere-se a colocação de painéis explicativos, dedicados ao contexto geológico da Serra de Santa Luzia, e à exploração dos recursos minerais que estão associados a serra.

Sítio 21: Pedreira

Neste sítio é evidente uma pedreira utilizada para exploração e extração de minerais não metálicos, provavelmente para a construção civil. A área não oferece condições de visita, encontra-se fechada e sem acesso (Figura 34B).



Figura 34 - A. Sítio 20 – Óculo de Santa Luzia; B. Sítio 21 – Pedreira desativada de Santa Luzia.

Sítio 22: Miradouro

Este é um ponto com excelente visibilidade do concelho de Viana do Castelo, sendo possível identificar diversos aspetos geomorfológicos regionais (Figura 35). O sítio pode também ser utilizado para explicar as relações entre o maciço granítico e a presença dos minérios encontrados e explorados na região. Sugere-se a colocação de um painel ou mesa, com enfoque nos aspetos geomorfológicos, e nos granitos existentes neste Monumento Natural Local.

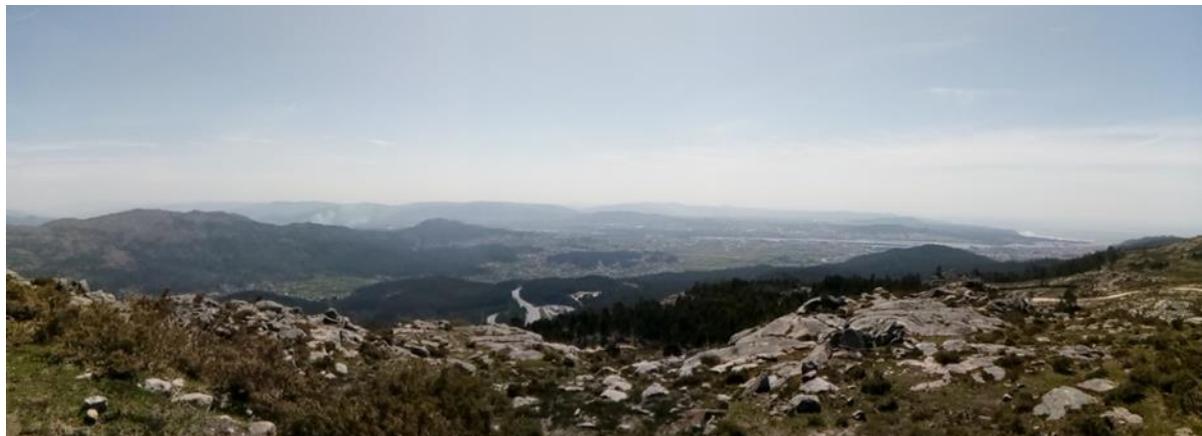


Figura 35 - Sítio 22 - Miradouro da Serra de Santa Luzia, situado no Monumento Natural do Planalto Granítico das Chãs de Santa Luzia.

4.2.9 Meadela

Nesta área, situada na periferia da Serra de Santa Luzia, nas proximidades na localidade de Cova, observam-se rochas do Grupo do Douro (Câmbrico). Identificam-se, em particular, filitos carbonosos e siltíticos (xistos listrados) e o contato com filões aplíticos e pegmatíticos.

Sítio 23: Queda de água e dobras

Este sítio é caracterizado pela presença das cascatas da Ribeira de Fornelos em xistos. Identificam-se dobras e zonas migmatíticas (Figura 36A). Apesar de não ser um local mineiro, o local tem potencial educativo.

No que se refere a valorização, sugere-se a colocação de um painel explicativo do processo de formação das cascatas.

Sítio 24: Galeria da Estrada da Cova

Neste sítio está presente uma galeria mineira reveladora de uma exploração subterrânea ou exploração sem licença nem registos de lavra (Figura 36B).

No contexto do GLVC este local revela a da importância dos contatos geológicos para a ocorrência de minérios. Para aceder ao sítio com segurança será necessária uma intervenção no acesso, devido à proximidade da estrada, o que constitui um risco para a população.

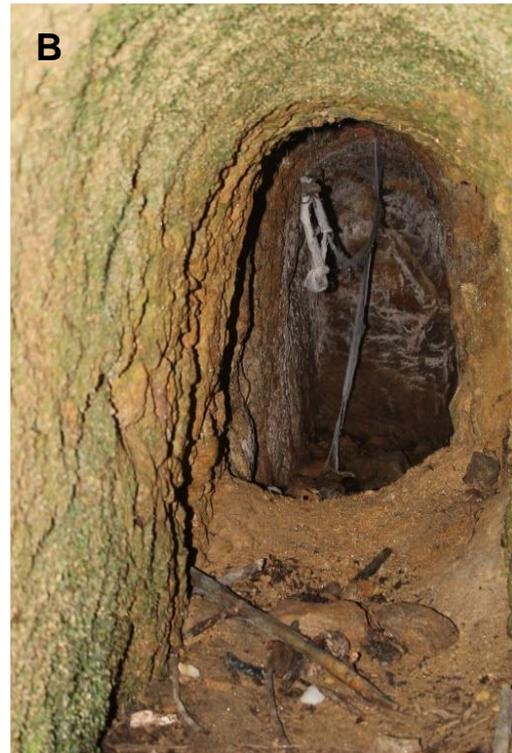


Figura 36 - A. Sítio 23, afloramento apresentando dobras, no percurso das cascatas; B. Sítio 24, acesso à galeria da Cova.

4.2.10 Lanheses

A área de pesquisa encontra-se em concessão para a exploração de Sn denominada de Baixa das Ervas de número 2416 na base do LNEG, na qual está inserida apenas o sítio 26 na entrada do vale da Baixa das Ervas. A área localiza-se sobre rochas silúricas metamorfozadas do Parautóctone (Unidade do Minho Central e Ocidental) e abrange a localidade de Lanheses.

No presente trabalho não se indicam locais de exploração da argila, atendendo ao elevado risco que apresentam em contexto de visitação. Contudo, será importante vir a identificar, juntamente com os proprietários, locais que possam ser valorizados e visitados com segurança.

Sítio 25: Fábrica de Telhas de Lanheses

O sítio   constituído pelas instala es de uma antiga fábrica de tijolo e telhas (Figura 37A). Apesar de atualmente ser utilizada como armazém, ainda apresenta características da antiga fábrica (Figura 37B).

Sugere-se a defini o de um roteiro de visita o que incluia antigos locais de explora o e a fábrica.



Figura 37 - Sítio 25: A. Vista lateral da antiga Fábrica de Telhas de Lanheses; B. Uso atual da antiga fábrica como armazém.

Sítio 26: Baixa das Ervas

Esta   uma área de concessão de pesquisa para Sn, porém no vale encontra-se uma concessão de maior importância para W, na qual a área não obtivemos acesso (Figura 38). Nos meados do século passado a minera o de volfrâmio foi um recurso importante para a região, em especial por ter sido bastante requisitado durante a II Guerra Mundial, como explicado anteriormente. Na base de dados do LNEG estão também indicadas ocorrências de Sn e Ta.



Figura 38 - Sítio 26: A. Baixa das Ervas, área de pesquisa para estanho e entrada do vale Baixa das Ervas; B. Vista do vale da Baixa das Ervas a direita em que se situa a área de concessão de volfrâmio.

4.2.11 Lugar da Rocha

A área de pesquisa encontra-se em concessão para a exploração de Sn denominada de Capela de Nossa Senhora da Rocha de número 2952 na base do LNEG. Esta área localiza-se sobre rochas silúricas metamorizadas do Parautóctone (Unidade do Minho Central e Ocidental), nas proximidades da localidade de Meixedo. A área é caracterizada pela pesquisa de estanho, estando indicada pela população local como uma antiga área de exploração.

Sítio 27: Igreja da Nossa Senhora da Conceição da Rocha

Este sítio (Figura 39A), com potencial turístico pela sua beleza, está indicado na base de dados do LNEG como local de ocorrência de estanho e volfrâmio, relacionadas com as massas pegmatíticas e aplito-pegmatíticas. Encontram-se furos de pesquisa na área (Figura 39B), porém sem acesso adequado. A ausência de afloramentos traduz-se numa baixa relevância geoturística.

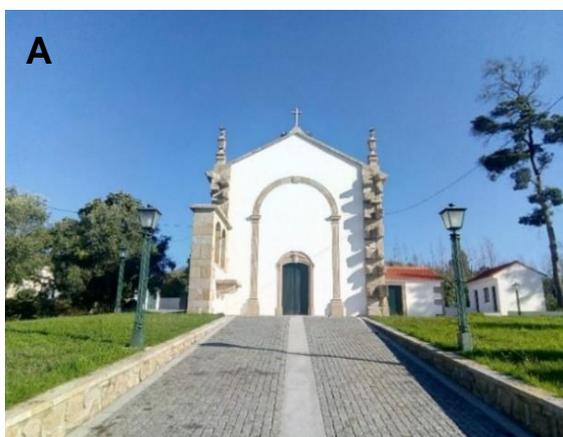


Figura 39 - Sítio 27 A. Igreja de Nossa Senhora da Rocha; B. Furos para pesquisa utilizados para prospecção mineral.

Sítio 28: Trincheiras

Área constituída por afloramentos xistosos (Figura 40A), onde foram encontradas extensas trincheiras utilizadas para pesquisa mineral. As trincheiras encontram-se fechadas pela vegetação. Em alguns pontos são ainda visíveis aspetos da rocha, porém sem evidências de exploração mineral (Figura 40 B).



Figura 40 - Sítio 28 A. Acesso ao local em rochas apresentando xistosidade bem evidente; B. Trincheiras de pesquisas mineral.

No que se refere à valorização, consideramos que, devido à ausência de evidências de exploração, não se trata de local com potencial turístico.

4.2.12 Vale

A área de pesquisa encontra-se em concessão para a exploração de Sn denominada de Guilhufes de número 3247 na base do LNEG, Esta área encontra-se sobre rochas silúricas metamorizadas do Parautóctone (Unidade do Minho Central e Ocidental), próximo da localidade de Vila Mou. O local hoje designado Vale, era anteriormente conhecido por Cortes, por apresentar escavações para exploração mineira de estanho.

Sítio 29 - Furo da Galeria

Neste local é mais relevante a galeria de mina (Figura 41), utilizada, aparentemente, para pesquisa de estanho. Atualmente o acesso está limitado pela presença de vegetação colocada para esse efeito.

No que se refere à possibilidade de valorização do sítio, destaca-se o facto do acesso à galeria ser apertada, não oferecendo segurança. Sugere-se que se faça uma intervenção que permita a visualização da galeria e a colocação de um painel que identifique e explique a atividade mineira, em especial durante a ocupação romana.



Figura 41 - Sítio 29 - Acesso a Galeria coberta pela vegetação nas proximidades da estrada

4.2.13 Companhia

A área de pesquisa encontra-se em concessão para a exploração de Sn denominada de Cocheiras de número 3241 na base do LNEG. Esta área localiza-se sobre rochas silúricas metamorfizadas do Parautóctone (Unidade do Minho Central e Ocidental), nas proximidades da povoação de Meixedo.

Apesar de não existirem indicações de extração de minério, na região de estudo ocorreu uma exploração em forma de garimpo, feita pela comunidade local. Esta vendia o minério para uma companhia que centralizava o comércio, após isso era revendido para o mercado de maior porte.

Sítio 30 – Companhia de Mineração

Neste sítio está presente a estrutura física da Companhia, uma espécie de escritório administrativo que hoje se encontra em ruínas (Figura 42).

No que se refere à valorização do sítio, coloca-se a sugestão da recuperação do edifício, mantendo as características originais, com o intuito de uso como parte de unidade administrativa do Geoparque Litoral de Viana do Castelo.



Figura 42 - Ruína das instalações da Companhia que centralizava o comércio mineiro na região.

4.3 PROPOSTA DE ITINERÁRIOS

Na sequência da identificação e caracterização dos sítios geomineiros, faz-se também a proposta de criação de itinerários geoturísticos. Estes itinerários (Figura 43), permitem que um visitante percorra apenas parte da área, partindo de dois polos diferentes, Lanheses e Viana do Castelo.

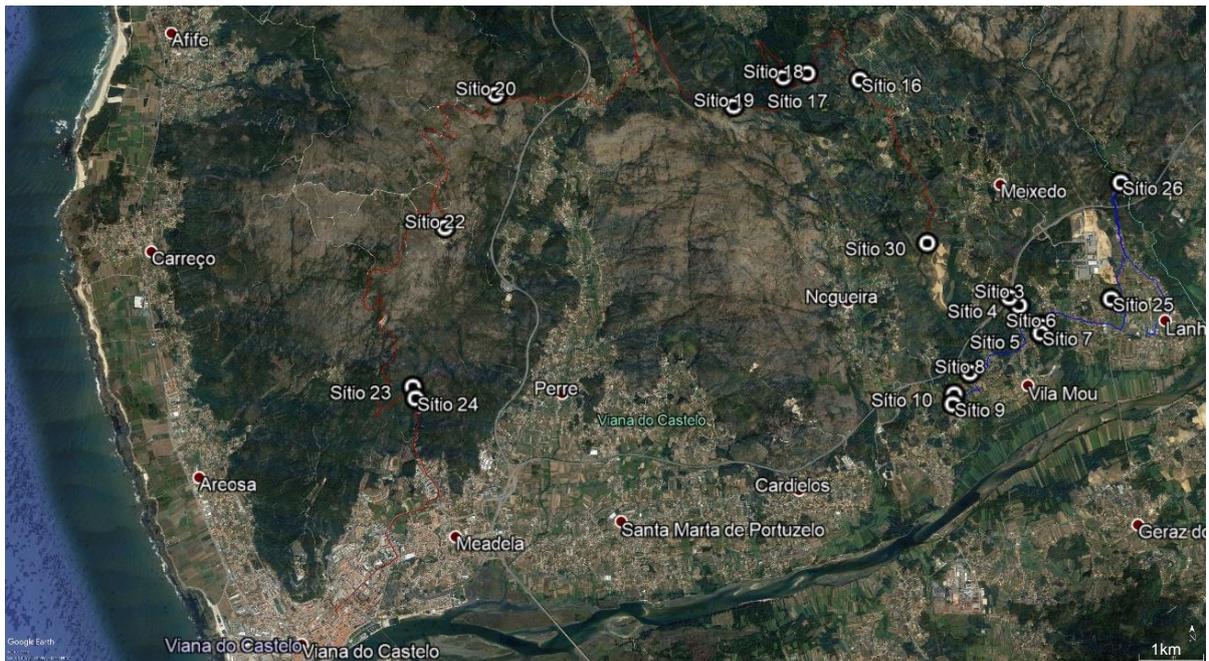


Figura 43 - Vista aérea dos Sítios, e as sugestões de percursos geoturísticos. Em azul o percurso com polo em Lanheses e em vermelho o percurso com polo em Viana do Castelo. Editada do Google Earth®

Itinerário 1

No Polo de Lanheses (Figura 44), sugere-se como ponto inicial do percurso a Escola de Lanheses, onde está situado o Museu do Minério, que atualmente é o portal de entrada para o Patrimônio Mineiro do Geoparque Viana do Castelo.

Daí segue-se para o Sítio 26 - Baixa das Ervas, percorrendo o topo do vale na porção oeste até acessar o vale, local que representa uma concessão de volfrâmio, um minério especialmente importante na II Guerra Mundial.

Sítio 25 - Fábrica de telha de Lanheses, realçando-se aí o tipo a exploração de argilas que serve desde longa data para o fabrico de artefatos variados e de tijolo e telha.

Saindo de Lanheses, segue-se em direção a localidade de Vila Mou, chegando à área de concessão de Rasas onde se encontram os:

Sítio 5 - Rio Tinto, cuja cor deve estar relacionada com o processo de lavagem e moagem do minério;

Sítio 6 - Moinho da Moleira;

Sítio 7 - Moinho da Farrula, moinhos importantes para o processo de moagem do minério, e que ainda preservam as suas estruturas de desvio de água e estruturas de moagem.

Segue-se o Sítio 4 - Depósitos de Placers, que demonstra uma exploração de minério secundário de estanho, nióbio e tântalo;

Sítio 3 – Vale da Cobalta representa uma exploração romana de ferro, diferente dos demais Sítios de Rasas, por se tratar de uma mina a céu aberto.

Ainda na localidade de Vila Mou segue-se de Rasas para Madeiro onde se encontra o Sítio 8 - Rio do Seixo, com aspetos ligados à exploração de ouro durante a ocupação romana. Neste sítio pode exemplificar-se o uso da bateia.

Da localidade Vila Mou segue-se para a localidade de Torres onde se situa o Sítio 9 - Capela do Socorro e o Sítio 10 - Cava da Mina do Nosso Senhor do Socorro, alvo de exploração de ferro no século passado. No percurso entramos na cava onde se observa ainda a rocha com elevado certo teor de Fe. A mina tem importância como a primeira concessão mineira de Portugal.

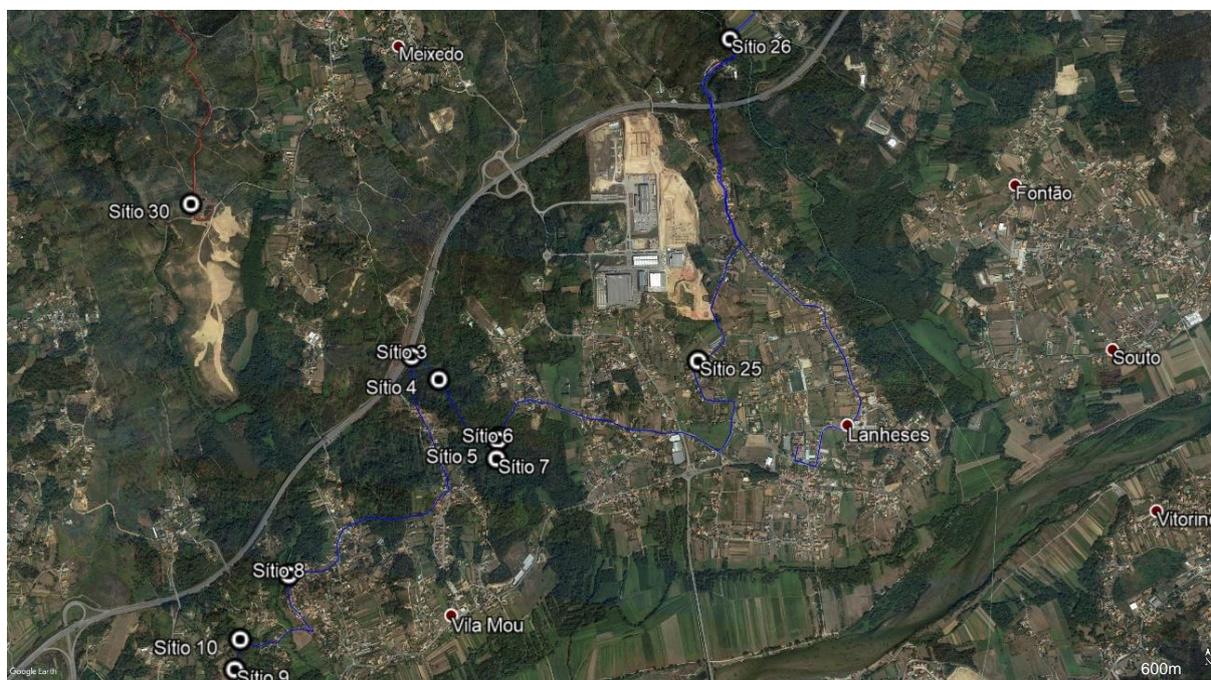


Figura 44 - Detalhe da trilha sugerida no polo de Lanheses. Editada do Google Earth®

Itinerário 2

Este percurso (Figura 45) deve iniciar-se na sede do GLVC.

Segue-se até na localidade de Cova, chegando à área de concessão de Meadela, onde se encontra o Sítio 24 - Furo da Estrada da Cova, uma galeria de exploração mineira, situada na subida para a Serra da Santa Luzia.

Segue-se para o Sítio 23 - Queda de água e dobras, onde se observa o contato do granito com o xisto, num afloramento migmatizado e com diversos tipos de dobras, para além das pequenas cascatas localizadas ao longo do caminho.

5 DISCUSSÃO

A área do GLVC tem um importante valor histórico associado à sua riqueza mineira e o registo desta atividade está refletido em aspetos sociais importantes, como nomes de ruas, contos de mineiros, romances publicados, etc.

O GLVC possui diversos sítios geomineiros atualmente com características adversas para a visitação, pelo que, para além da sua caracteriza o, se apresentam neste trabalho algumas propostas. Nem todas as propostas apresentadas neste trabalho são exequíveis no imediato para fins geoturísticos e/ou educativos, pois muitos dos locais encontram-se num estado de conserva o não adequado a estas atividades, necessitando de interven es para melhorar a segurança.

No âmbito dos objetivos do GLVC torna-se necessário preservar e ou recuperar o conteúdo geológico e material geomineiro da região. Foram selecionadas 19 áreas que incluem 30 sítios potencialmente com interesse geomineiro e nos quais   possível desenvolver atividades geoturísticas e educativas. Estas atividades devem incluir e realçar as rela es da comunidade local com os recursos explorados desde o período da ocupa o romana. Também o período da II Guerra Mundial emerge como importante para a valoriza o de alguns locais, realçando, por exemplo a importância do volfrâmio nesse período.

No processo de valoriza o dos sítios geomineiros deve também ser dado destaque aos minérios, aos processos das suas forma es e aos usos. A geoquímica encontra-se diretamente relacionada com o processo primário, na forma o do corpo do minério. A tect nica encontra-se relacionada com a localiza o dos recursos e jazigos minerais e com a geomorfologia que basicamente controla o processo secundário, no transporte e deposi o do minério.

De forma simplificada, apresenta-se na Figura 46 o ambiente de explora o dos minerais, depósitos e a sua disposi o no campo mineiro da Serra de Arga e Lima, com base na análise dos sítios visitados e nos tipos de depósitos associados.



Figura 46 - Área situada entre a Serra de Arga e o rio Lima, com base na análise dos sítios visitados e nos depósitos associados. No Sítio 26. Depósitos de Placeres que estão associados à Serra de Arga e Lima; No Sítio 4. Depósitos de placeres que possivelmente são caracterizados como eluviais; No Sítio 8. Exploração de ouro na ribeira do Rio Seixo; Sítio 9. Mina de Ferro de Nosso Senhor do Socorro e no Sítio 19 galerias de exploração.

No GLVC foram inseridos itinerários ou propostas de itinerários. Estes podem ser adaptados a novos sítios estudados, ou até mesmo sítios que não apresentam características mineiras, pois em uma visita geoturística podem se agregar por estarem nas proximidades e assim acrescentando novos valores ao itinerário.

6 CONCLUSÕES

O trabalho realizado permitiu inventariar 30 Sítios de interesse geomineiro do GLVC, permitindo assim responder ao desafio lançado aquando da proposta para a sua realização. A identificação dos sítios e a sua breve caracterização, bem como algumas propostas de valorização, vem também aumentar o conhecimento científico na área das geociências e da sua aplicação ao setor mineiro. As relações entre a mineração e a história, sempre presentes em trabalhos dedicados ao património mineiro, foram aqui também brevemente referidas. Destacaram-se os importantes períodos de mineração durante a ocupação romana e durante a II Guerra Mundial, a primeira essencialmente ligada ao ouro e a segunda ligada ao volfrâmio. Aspectos como a segurança e acesso dos visitantes e sugestões para a sua melhoria foram sendo apresentados ao longo do trabalho, por constituírem fatores fundamentais em programas de visitação.

De forma a contribuir para a valorização de atividades geoturísticas e educativas, fez-se também uma breve caracterização dos minerais e ou minérios assinalados nos 30 sítios de interesse geomineiro do GLVC. A caracterização, modo de ocorrência, interesse e uso, são aspetos que devem estar sempre presentes em atividades geoturísticas focadas na mineração. Consideramos importante relacionar o mineral com o seu valor económico e com o seu uso, forma de promover o interesse do público em geral e educativo em especial.

Dos 30 sítios estudados consideramos que 19 Sítios podem ser utilizados para atividades geoturísticas e ou geoeducacionais (Tabela 4). Cinco sítios necessitam de intervenção para garantir a segurança dos visitantes e da para comunidade local, assim como de animais. O uso educativo e turístico de um dos sítios está dependente da valorização de outros pois não é eficiente o seu uso isolado. Os demais cinco Sítios foram descartados para uso, uma vez que não apresentam características adequadas, por vezes situados em área privadas ou sem acesso

Tabela 4 - Situação dos Sítios em estudo e possíveis medidas a serem tomadas.

PONTO	Área de pesquisa	Sítio	SITUAÇÃO
1	Monte da Cividade	Galeria Linha do Vale do Lima	Não utilização geoturística e educativa
2	Monte da Cividade	Trincheira	Não utilização geoturística e educativa
3	Rasas	Cobalta	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
4	Rasas	Cobalta Dep Placers	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
5	Rasas	Gaveas - rbra do Rio Tinto	Utilização educativa e geoturística
6	Rasas	Moinho da Moleira	Utilização educativa e geoturística
7	Rasas	Moinho do Farrula	Utilização educativa e geoturística
8	Madeiro	Rio Seixo	Utilização educativa e geoturística
9	Senhor do Socorro	Mina Socorro	Utilização educativa e geoturística
10	Senhor do Socorro	Cava da Mina do Socorro	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
11	Alto do Lombo	Miradouro do Alto do Lombo	Aguardar estudos dos sítios do Alto do Lombo
12	Alto do Lombo	Chaminés Do Alto do Lobo 1	Necessita de Intervenção
13	Alto do Lombo	Chaminés Do Alto do Lobo 2	Necessita de Intervenção
14	Alto do Lombo	Chaminés Do Alto do Lobo 3	Necessita de Intervenção
15	Cocheira	Mina da Cocheira	Necessita de Intervenção
16	Pereiro	Cascata do Pereiro	Utilização geoturística com algumas limitações educativas
17	Pereiro	Mina grande 1	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
18	Pereiro	Mina grande 2	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
19	Pereiro	Mina grande 3	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
20	Santa Luzia	Óculo Sta luzia	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
21	Santa Luzia	Pedreira	Não utilização geoturística e educativa
22	Santa Luzia	Miradouro	Utilização educativa e geoturística
23	Meadela	Queda de água e dobras	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
24	Meadela	Furo estrada da cova	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
25	Lanheses	Fábrica de Telha de Lanheses	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
26	Lanheses	Baixa da Erva	Utilização educativa com algumas limitações geoturísticas
27	Lugar da Rocha	Entrada Sra da Conceicao	Não utilização geoturística e educativa
28	Lugar da Rocha	Trincheiras	Não utilização geoturística e educativa
29	Vale	Furo da Galeria	Necessita de Intervenção
30	Companhia	Companhia de Mineração	Utilização educativa e geoturística

A área de estudo apresenta características mineiras adversas. Apesar da importância do volfrâmio no contexto mineiro do Norte de Portugal, no GLVC o alvo principal de exploração no passado, foi o estanho. Contudo, as concessões mineiras são maioritariamente de estanho e volfrâmio.

Para além do estanho e do volfrâmio, no GLVC existem também explorações de ouro sem concessão e ferro, sem e com concessão. Admite-se que as explorações sem concessão no GLVC tiveram início durante a ocupação romana da Península Ibérica. Salienta-se o facto da concessão mineira de ferro localizada no GLVC ser a primeira concessão mineira de Portugal.

O tântalo e o nióbio foram também explorados no GLVC como minérios secundários das explorações de estanho. As argilas, cuja exploração está relacionada com a arte cerâmica, tem como um dos seus indícios no GLVC, a existência da fábrica de telhas de Lanheses, associada principalmente aos depósitos Alvarães.

Por fim sugerimos, a título de exemplo, dois roteiros geoturísticos baseados no património geomineiro. Estes roteiros permitem abordar aspetos diversos nos diversos sítios.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, C. (1968). *Vias medievais entre Douro e Minho*. Dissertação para licenciatura em História. Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.

Alves M.I.C. (1999). *Definição formal da Formação de Alvarães: Placenciano da região do Minho – NW de Portugal*. Comunicações Inst. Geol. e Mineiro, Lisboa, 86: 197-212.

Alves, R. M. C. (2014). *Contribuição para um sistema de gestão integrada de sítios Mineiros do NW de Portugal*. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Braga.

Brilha, J. (2005). *Património Geológico e Geoconservação: A conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage editores, Braga.

Boski, T. (2013). *Fundamentos de Ciências da Terra: Recursos Marinhos* Acedido em 24 de Agosto de 2019, no Web site da: Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia: http://w3.ualg.pt/~tboski/TomaszBoski/DIDACTICA_files/Rec.Marin2%20-%20placers.pdf.

Campos, J. (1944). *As minas na toponímia de Portugal: Elementos para a sua história*. Ed. do autor, Castanheira de Pêra, 32 p.

Cano, T. M.; Costa, J. L. & Nesi, J. R. (2009). *Economia Mineral do Brasil: Mineração de Metais Ferrosos –Tungstênio*. Brasília-Brasil, 148-170pp.

Costa, J. L. (2001). *Balanço Mineral Brasileiro: Tungstênio*. DNPM, Rio Grande do Norte, Brasil.

Domergue, C. (1970). *Les Exploitations Auríferes du Nord-Ouest de la Peninsule Iberique sous l'Occupation Romaine*. La Minería Hispano e Iberoamericana, I, Leão. 150-193 pp.

Evans, A. M. (1993). *Ore Geology and Industrial Minerals An Introduction. Geoscience Texts – Third Edition*, Blackwell Publishing, USA.

Gomes, C. L.; Alves, R. M. C. (2015). *Património Mineiro da Serra de Arga - Minho*, GEONOVAS, Lisboa.

Hartman, H. L. (1987). *Introductory mining engineering*. S.I. Wiley Interscience Publication John & Sons.

James, H. L. (1966). *Chemistry of the Iron-Rich Sedimentary Rocks*, Geol. Surv. Prof. Paper n° 440 W, US, 61pp.

Jesus, C. A. G. (2009). *Economia Mineral do Brasil: Mineração de Metais Ferrosos – Ferro e Aço*. Brasília-Brasil, 99-116pp.

Jochum, K.P., Hofmann, A.W. and Seufert, H.M. (1993). *Tin in Mantle-Derived Rocks: Constraints on Earth Evolution*. Geochimica et Cosmochimica Acta 57(15): 3,585-3,595pp.

Junior, M. C.; Motta, J. F. M.; Almeida, A. S. & Tanno, L. C. (2005). *Argilas para Cerâmica Vermelha, Rochas e Minerais Industriais*, CETEM. São Paulo-Brasil.

Junior, R. F. P. (2009). *Economia Mineral do Brasil: Mineração de Metais Ferrosos – Nióbio*. Brasília-Brasil, 129-147pp.

Klemic, H.; James, H. L. & Eberlein, D. H. (1973). *United States Mineral Resources: Iron*. Geol. Surv. Prof. Paper n° 820 US, 291 – 306 pp

Krauskopf, K. B. (1979). *Introduction to Geochemistry*. -2nd Ed. McGraw Hill Co., Tokyo, 617pp.

Lehmann, B. (1990). *Metallogeny of Tin*. Springer. 211 pp.

Lima, G. P. (2004) *Cartografia e Geologia do Paraná: Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba*. Instituto de Terras, ITCG-Mineropar/DNPM – Paraná-Brasil, Cap 4.

Lima, M. F. D. L. (2006). *Caracterização e estratégias de valorização Sustentável de ocorrências geológicas com importância Patrimonial*. Tese de Doutorado. Universidade do Minho, Braga.

Linnen, R.L. & Samson, I.M. (eds) (2005). *Rare-element geochemistry and mineral deposits*. Geol. Ass.Canada Short Course Notes 17, 341 pp.

Lisboa, J. V. V. (2014). *Argilas comuns em Portugal Continental: ocorrência e características*. LNEG. Lisboa.

Martins, C. M. B. (2008). *A Exploração Mineira Romana e a Metalurgia do Ouro em Portugal*. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho, Braga.

Moreira, A. (2001). *Recursos geológicos: Nota explicativa do mapa de condicionantes - Plano Director Municipal de Viana do Castelo* - Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

Neiva, C. (1944). *Jazigos Portugueses de Cassiterite e de Volframite*. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. Tomo XXV. Direção Geral de Minas e Serviços Geológicos, Lisboa.

Neme, M. B.; Curi, A.; Silva, J. M. & Carneiro, A. C. B. (2011). *Realização de projeto de lavra de mina subterrânea com utilização de aplicativos específicos*. Revista Escola de Minas. Ouro Preto-Brasil

Noronha, F.; Ribeiro, M. A.; Almeida, A.; Dória, A.; Guedes, A.; Lima, A.; Martins, H. C.; Sant'ovaia, H.; Nogueira, P.; Martins, T.; Ramos, R. & Vieira, R. (2011). *Geologia de Portugal: Jazigos Filonianos Hidrotermais e Aplitepegmatíticos Espacialmente Associados a Granitos (Norte de Portugal)*. Lisboa, Volume I, capítulo II. 397-438pp.

Notholt A.J.G. (1979). *The economic geology and development of igneous phosphate deposits in Europe and the USSR*. *Con. Geol.*, 74, 339-50pp.

Oliveira, M. L. (2009). *Economia Mineral do Brasil: Mineração de Metais e Pedras Preciosas – Ouro*. Brasília-Brasil, 304-361pp.

Perea C. A. & Sánchez-P. F. J. (1995). *Arqueología del oro Astur, Orfebrería y Minería*. Asturias: Caja de Asturias.

Pereira, C. S. C. N. (2010). *Posição de Portugal perante o conflito germano-polaco de 1939*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto - Porto.

Pereira, E. (1989). *Carta Geológica de Portugal: Folha 1 Escala 1:200 000*. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

Pohl, W. (1994). *Metallogeny of the northeastern Kibara belt, Central Africa: recent perspectives*. *Ore Geology Reviews*. 9, 105–130pp.

Pohl, W. L. (2011). *Economic Geology Principles and Practice: metals, minerals, coal and hydrocarbons introduction to formation and sustainable exploitation of mineral deposit*. Wiley-Blackwell, UK.

Puche Riart, O. García Cortés, A. & Mata Perelló, J.M. (1994). *Conservación del patrimonio histórico minero-metalúrgico español: XI Congreso internacional de minería y metalurgia*. León, 5, 433-448pp.

Reedman J.H. (1984) *Resources of phosphate, niobium, iron and other elements in residual soils over the Sukulu carbonatite complex, southeastern Uganda*. *Econ. Geol.* 79,716-24pp.

Rodrigues, A. F. S. (2009). *Economia Mineral do Brasil: Mineração de Metais Não-Ferrosos – Estanho*. Brasília-Brasil, 236-257pp.

Rodrigues, A. F. S. (2009). *Economia Mineral do Brasil: Mineração de Minerais Industriais – Tântalo*. Brasília-Brasil, 493-515pp.

Sánchez, A. & Marchán, C. (2013). *Consideraciones sobre el patrimonio minero desde la perspectiva de un servicio geológico nacional*. *Boletim Paranaense de Geociências*. Paraná-Brasil, Volume 70, 77-86pp.

Saunier. L. (1910). *Investigación histórica acerca de las antiguas explotaciones de oro em España*. *Boletim de la Comisión de Monumentos de Orense*. 55-97 pp.

Schobbenhaus, C. (1986). *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Geologia do Nióbio e do Tântalo*. Brasília-Brasil, Volume II. Capítulo XXXIV

Schwartz, M.O., Rajah, S.S., Askury, A.K., Putthapiban, P., Djaswadi, S., 1995. *The southeast Asian Tin belt*. *Earth Science Reviews*. 38, 95–293pp.

Senhor do Socorro [Dossier 115], (1876 - 1973). *Mina de Fe, concessionada a José Pereira Vianna (1875), Sebastiao Ferreira Mendes(1937)*, freguesia de Nogueira, concelho de Viana do Castelo; consultado no(s) arquivo(s): DREN (Rua do Viso, Porto); LNEG, Alfragide - Lisboa.

Sharples, C. (2002). *Concepts and Principles of Geoconservation: Ficheiro PDF publicado eletronicamente nas páginas do Tasmanian Parks & Wildlife Service*. Australia, 79p.

Silva, M. A.; Félix, N. (2008). *Mineração Romana no concelho de Paredes*. OPPIDUM-Edição Especial. Portugal, 67-81pp.

Souza, W. T. (1994). *Compatibilidade entre equipamentos e tecnologias de escavação a céu aberto*. Convênio UFOP/Fundação Gorceix, Ouro Preto-Brasil

Taylor, R. G. (1979). *Developments in Economic Geology: Geology of Tin deposits*, New York, USA.

Teixeira, C. & Medeiro A. C. (1972). *Carta Geológica de Portugal: Noticia Explicativa da Folha 5 A – Viana do Castelo*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

Thadeu, D. (1965). *Carta Mineira de Portugal: Notícia explicativa. Serviços Geológico de Portugal*. Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, Lisboa, 46pp

Walde, D. H. G. (1986). – *Principais Depósitos Mineraiis do Brasil: Geologia do Ferro*. Brasília-Brasil, Volume II. Capitulo I

Willig, C. D. (1986). *Principais Depósitos Mineraiis do Brasil: Geologia do Tungstênio. Interpretação*. Brasília - Brasil, Volume II. Capitulo XXX.