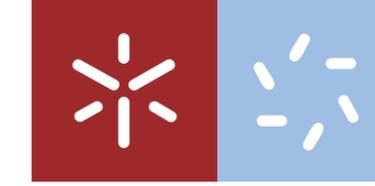




Contributo para a caracterização litoestrutural das unidades autóctones e alóctones do setor de Covas (Minho, NW Portugal)

Rodrigo Manuel Z. C. Corte Real

UMinho | 2015

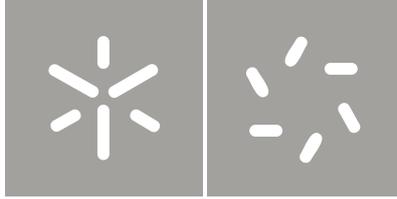


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Rodrigo Manuel Zagalo Cardoso Corte Real

Contributo para a caracterização litoestrutural das unidades autóctones e alóctones do setor de Covas (Minho, NW Portugal)

Outubro de 2015



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Rodrigo Manuel Zagalo Cardoso Corte Real

**Contributo para a caracterização
litoestrutural das unidades autóctones e
alóctones do setor de Covas (Minho, NW
Portugal)**

Tese de Mestrado

Geociências - ramo valorização dos recursos geológicos

Trabalho efectuado sob a orientação do

**Professor Doutor Jorge Pamplona
Doutor Carlos Meireles (LNEG)**

DECLARAÇÃO

Nome: Rodrigo Manuel Zagalo Cardoso Corte Real

Endereço eletrónico: rodrigocortereal76@gmail.com

Número do Bilhete de Identidade: 10763875

Título dissertação: **Contributo para a caracterização litoestrutural do setor de Covas (Minho, NW Portugal)**

Orientadores: Professor Doutor Jorge Pamplona (UMinho); Doutor Carlos Meireles (LNEG)

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado ou do Ramo de Conhecimento do Doutoramento: Geociências, ramo valorização dos recursos geológicos

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

Universidade do Minho, ___/___/____

Assinatura: _____

*Dedico este trabalho à minha família,
especialmente à Isabel, Afonso e Margarida*

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus colegas de mestrado, Eliana, Cândida, Ricardo, Rui, Tomaz, Pedro, Nemias e Sofia por todo o apoio prestado ao longo destes dois anos e, a todos os professores pela partilha do seu conhecimento, sabedoria e muita paciência no esclarecimento das muitas dúvidas que foram surgindo.

Ao Professor Pamplona e ao Doutor Meireles por toda a paciência, incentivo e apoio para que este trabalho tivesse chegado ao fim.

Às câmaras municipais de Caminha, Ponte de Lima e Vila Nova de Cerveira pela disponibilização da cartografia à escala 1/10 000.

Ao Dr. Azevedo, do Departamento de Ciências da Terra da UMinho, agradeço o apoio prestado na difração de Rx.

Ao LNEG, na pessoa do Professor Machado Leite, agradeço o acesso à Litoteca (S. Mamede de Infesta) desta instituição, que permitiu a obtenção de dados importantes para a cartografia do setor de Covas e, a preparação das lâminas delgadas, sem as quais este trabalho teria ficado incompleto.

À Doutora Zélia Pereira, do LNEG, gostaria de agradecer a ajuda prestada na obtenção das estampas no MOLT.

Ao Professor Luís Gonçalves do Departamento de Ciências de Terra da UMinho, pela ajuda na interpretação dos perfis de geofísica.

Aos meus Pais por toda a ajuda para que tivesse conseguido chegar ao fim desta meta a que me propus.

Por fim, um agradecimento muito especial à minha mulher Isabel, por tudo o que passamos, por todo o apoio, pelo incentivo e sobretudo por estares lá!

A todos o meu agradecimento!

Contributo para a caracterização litoestrutural do setor de Covas (Minho, NW Portugal)

Resumo

Este trabalho pretende ser um contributo para a revisão das Cartas Geológicas de Portugal, à escala 1/50 000, de Caminha (1-C) e de Viana do Castelo (5-A), dando seguimento a trabalhos desenvolvidos anteriormente.

No setor de Covas foram identificadas novas Formações pertencentes a Unidades tectonoestratigráficas distintas: Autóctone (Formação Sobrado) e Alóctone (Unidade de Vila Mou-Covas).

Neste setor, as unidades Autóctones ocorrem em janelas tectónicas dos mantos dobrados pela D_3 , sendo expostas pela erosão. Este Autóctone corresponde à Formação Sobrado (metarenito rico em óxidos de ferro hidratado). As unidades do Alóctone cobrem grande parte da área estudada, sendo compostas por micaxistos, quartzofilitos ricos em turmalina, *skarns* e quartzitos.

Propôs-se um novo modelo geológico para o setor de Covas: mega-dobra em bainha da D_2 dobrada em antiforma pela D_3 .

Palavras-chave: tectono-estratigrafia, Formação Sobrado, Unidade Vila Mou-Covas, ZGTM

Contribution to the lithostructural characterization of Covas sector (Minho, NW Portugal)

Abstract

This work intends to contribute to the review of the Geological Map of Portugal, using the scale 1/50 000 of Caminha (1C) and Viana do Castelo (5A), following on the work previously developed.

In the Covas sector have been identified new units: Autochthonous (Sobrado Formation) and Allochthonous (Vila Mou-Covas Unit).

In this sector, the Autochthonous units occur in tectonic windows of the thrust nappes folded by D_3 , being exposed by erosion. This corresponds to the Autochthonous Sobrado Formation (metasandstone rich in hydrated iron oxides). The Allochthonous cover a great part of the studied area, being composed by micaschists, tourmaline-rich quartzphylites, skarns and quartzites.

It was proposed a new geological model for Covas sector: sheath fold from D_2 folded by the D_3 .

Keywords: tectonostratigraphy, Sobrado Formation, Vila Mou-Covas Unit, GTMZ

ÍNDICE

CAPÍTULO I.	INTRODUÇÃO.....	1
I.1.	OBJETIVOS E METODOLOGIAS.....	1
CAPÍTULO II.	GEOLOGIA DA REGIÃO EM ESTUDO.....	3
II.1.	ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOMORFOLÓGICO	3
II.2.	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	5
II.2.1.	MACIÇO IBÉRICO	5
II.2.2.	OROGENIA VARISCA.....	6
II.2.3.	ZONA GALIZA – TRÁS-OS-MONTES.....	9
II.2.4.	SÍNTESE DE TRABALHOS ANTERIORES	12
CAPÍTULO III.	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO – COVAS	19
III.1.	CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA.....	19
III.2.	CARACTERIZAÇÃO TECTONOESTRUTURAL	23
CAPÍTULO IV.	ENSAIO DE CORRELAÇÕES REGIONAIS COM OUTROS SETORES DA ZGTM.....	28
CAPÍTULO V.	MODELO GEOLÓGICO DO SETOR DE COVAS	30
CAPÍTULO VI.	CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
	ANEXOS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS 14 E 15 À ESCALA 1/25 000.	1
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA CARTA GEOLÓGICA 1-C E 5-A À ESCALA 1/50 000.	1
FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO.	3
FIGURA 4 – MAPA DIGITAL DO TERRENO. O MDT FOI CONSTRUÍDO A PARTIR DOS VALORES DE HIPSOMETRIA DAS FOLHAS 6, 7, 14, 15, DOS SERVIÇOS CARTOGRÁFICOS DO EXÉRCITO (ESCALA 1:25 000) (ADAPTADO DE ALVES, 2014).	4
FIGURA 5 – MACIÇO IBÉRICO SEGUNDO LOTZE (1945) // MEIRELES (2013)	5
FIGURA 6 – ZONAMENTO DO MACIÇO IBÉRICO SEGUNDO JULIVERT (1972) // MEIRELES (2013).	6
FIGURA 7 – PALEOGEOGRAFIA, NO CONTEXTO DO ORDOVÍCIO AO CARBÓNICO, DA MARGEM NW DA GONDWANA (MODIFICADO DE RIBEIRO <i>ET AL.</i> , 2007 E MATTE, 2001 // DIAS, 2011).	7
FIGURA 8 – ESQUEMA CRONOLÓGICO DOS EPISÓDIOS DE DEFORMAÇÃO VARISCA, NO MACIÇO IBÉRICO (DIAS E RIBEIRO, 1994; DÓRIA, 1999; RIBEIRO <i>ET AL.</i> , 1999). NOS PALEOMAPAS ESTÁ LOCALIZADA A VERMELHO A POSIÇÃO QUE OS TERRENOS EM ESTUDO OCUPAVAM AO LONGO DAS DIFERENTES FASES DO CICLO VARISCO (SCOTSE, 2001). ADAPTADO DE RAMOS, 2012. ..	8
FIGURA 9 – LIMITES DA ZONA DA GALIZA TRÁS-OS-MONTES (ADAPTADO DE FARIAS <i>ET AL.</i> , 1987 // MEIRELES, 2011).	10
FIGURA 10 – SEQUÊNCIAS ALÓCTONES E PARAUTÓCTONE DA ZGTM (ADAPTADO DE RIBEIRO. <i>ET AL.</i> , 1990; GONZÁLEZ CLAVIJO, 1997, 2006 // MEIRELES, 2013)	11
FIGURA 11 – EXTRATO DA FOLHA 1-C (CAMINHA) DE TEIXEIRA & PERDIGÃO, (1962), COM A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.	12
FIGURA 12 – MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DE BRONKHORST E FARINHA (1979).	14
FIGURA 13 – PORMENOR DO CONTACTO ENTRE A FORMAÇÃO SOBRADO (1) E A UNIDADE VILA MOU-COVAS (2). B E C MOSTRAM O ASPETO ARENÍTICO TÍPICO DA FORMAÇÃO SOBRADO.	20
FIGURA 14 – METARENITOS DA FORMAÇÃO SOBRADO METAMORFIZADOS PELO CONTACTO DE UM PEGMATITO.	20
FIGURA 15 – CARTA GEOLÓGICA SIMPLIFICADA COM IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM.	21
FIGURA 16 – UNIDADE VILA MOU-COVAS: MICAXISTOS - A) ASPETO GERAL DA LÂMINA À LUPA BINOCULAR, ONDE SÃO VISÍVEIS DOBRAS D_2 ; XISTOSIDADE S_2 DE PLANO AXIAL; B) XISTOSIDADE MARCADA PELA BIOTITE; AMPLIAÇÃO 2,5X, MOLT, NICÓIS PARALELOS; C) ASPETO MACROSCÓPICO DO QUARTZITO; D) MOLT, AMPLIAÇÃO 10X, NICÓIS CRUZADOS; E) DOBRA SIMILAR, LUPA BINOCULAR; SKARN – F) E G) MOLT, NICÓIS CRUZADOS, AMPLIAÇÃO 10X; H) NÍVEIS MINERALÓGICOS ALTERNANTES SUGERINDO DOBRAMENTO SIMILAR; MOLT, NICÓIS PARALELOS, 2,5X. QZ: QUARTZO; PIRX: PIROXENA; ANF: ANFÍBOLA; GR: GRANADA; BT: BIOTITE; OPC: OPACOS.	22
FIGURA 17 – METARENITOS DA FORMAÇÃO SOBRADO. A) ASPETO MACROSCÓPICO. B) ASPETO AO MOLT, NICÓIS CRUZADOS, AMPLIAÇÃO 10X. QZ: QUARTZO; BT: BIOTITE.	23
FIGURA 18 – ESQUEMA INTERPRETATIVO DO CONTACTO ENTRE O ALÓCTONE (MICAXISTO) E AUTÓCTONE (METARENITO COM FeO) ..	24
FIGURA 19 – DOBRAS EM Z (D_2) PRÓXIMO DO CONTACTO ENTRE A FORMAÇÃO SOBRADO E A UNIDADE VILA MOU-COVAS, COM TOPO PARA NE ($S_0/S_1: 215^\circ/20^\circ NW$).	24
FIGURA 20 - MICAXISTO DO ALÓCTONE: A – DOBRA EM BAINHA, FOLIAÇÕES S_2 E S_3 E CISLHAMENTOS DA D_3 ; B – ESQUEMA INTERPRETATIVO.	25
FIGURA 21 – DOBRA EM BAINHA (D_2) – ALÓCTONE (MICAXISTO).	25
FIGURA 22 – QUARTZITO DO ALÓCTONE: A – DOBRA DA D_3 ; B – ESQUEMA INTERPRETATIVO.	26
FIGURA 23 – DOBRAS (D_3) EM MICAXISTOS DO ALÓCTONE. (PLANO AXIAL: $332^\circ/90^\circ$; EIXO: $18^\circ/332^\circ$).	26
FIGURA 24 – DIAGRAMAS DE DENSIDADES (REDE DE SCHMIDT, HEMISFÉRIO INFERIOR, CONTORNOS A 2%) E PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA (REDE DE SCHMIDT, HEMISFÉRIO INFERIOR) DOS PLANOS DE MÁXIMA FREQUÊNCIA PARA S_0/S_1 , S_2 E S_3 . A- S_0/S_1 DA FORMAÇÃO SOBRADO; UNIDADE VILA MOU-COVAS: B- S_2 ; C- S_3 ; D- EIXOS DE DOBRA/LINEAÇÕES DE CRENULAÇÃO DA D_3	27
FIGURA 25 – A- SONDA 44 DO SERVIÇO DE FOMENTO MINEIRO; B- PERFIL GEOFÍSICO P – +244000 (FOLHA 2) DO SERVIÇO DE FOMENTO MINEIRO.	30
FIGURA 26 – <i>EYE-STRUCTURE</i> RESULTANTE DE UM MEGA-DOBRA EM BAINHA D_2 REDOBRADA PELA D_3 - SETOR DE COVAS". A) AFLORAMENTO EXPONDO UMA DOBRA EM BAINHA NO INTERIOR DA MEGA-ESTRUTURA.	31

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – PROGRESSÃO DO CONHECIMENTO DA UMCO.	18
TABELA 2 – CORRELAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES UNIDADES/COMPLEXOS NO NW PENINSULAR (PEREIRA, 1987; PEREIRA, 1989; RIBEIRO <i>ET AL.</i> , 2003; DIAS & LEAL GOMES, 2013; MEIRELES <i>ET AL.</i> , 2014).	29

ABREVIATURAS

ZOM	Zona Ossa Morena
ZCI	Zona Centro Ibérica
ZGTM	Zona Galiza Trás-os-Montes
IGeoE	Instituto Geográfico do Exército
LNEG	Laboratório Nacional Energia e Geologia
MOLT	Microscópio Ótico Luz Transmitida
CXG	Complexo Xisto-Grauváquico
UMCO	Unidade Minho Central e Ocidental
DEC	Domínio Estrutural de Carracedo

“A ciência realmente só tem alcançado tornar mais intensa e forte uma certeza: - a velha certeza socrática da nossa irreparável ignorância. De cada vez sabemos mais - que não sabemos nada.”

Eça de Queirós, Notas Contemporâneas

Capítulo I. INTRODUÇÃO

I.1. OBJETIVOS E METODOLOGIAS

Nesta dissertação pretendeu-se desenvolver um trabalho que visava contribuir para a caracterização litoestrutural das unidades Autóctones e Alóctones do sector de Covas. Deste modo definiram-se os seguintes objetivos:

- Compilar e organizar a informação existente sobre a área em estudo.
- Caracterizar, a partir de critérios de campo, baseados nas características litoestratigráficas, geoestruturais e metamórficas, as unidades Autóctones e Alóctones do sector de Covas.

Para a prossecução destes objetivos desenvolveram-se um conjunto de etapas que incluíram pesquisa bibliográfica, identificação de estudos prévios, recolha de cartografia à escala 1/10 000 junto dos municípios da região em estudo, trabalhos de campo onde se procedeu à recolha de amostras litológicas, identificação, localização e caracterização de litoestruturas de cada unidade, elaboração de mapas e de esquemas representativos.

No que diz respeito à cartografia, foi utilizada a seguinte: cartas topográficas à escala 1/25 000 do IGeoE, n.º 14 e 15 (Figura 1); cartas topográficas à escala 1/10 000 relativas às cartas do IGeoE referidas, obtidas em formato *shapefile*, junto dos municípios de Ponte de Lima, Vila Nova de Cerveira e Caminha; folhas 1-C (Caminha), 5-A (Viana do Castelo) à escala 1/50 000 (Figura 2) e folha 1 à escala 1/200 000 da Carta Geológica de Portugal.

Os levantamentos geológicos foram realizados em base topográfica à escala 1/10 000.



Figura 1 – Localização das cartas topográficas 14 e 15 à escala 1/25 000.

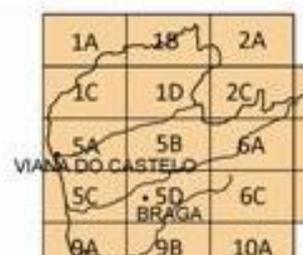


Figura 2 - Localização da Carta Geológica 1-C e 5-A à escala 1/50 000

Recorreu-se, também, ao *software* “GoogleEarth” para a obtenção de fotografias aéreas da zona de trabalho. Na criação de mapas e esquemas representativos foi usado o *software* “Adobe Illustrator”. O levantamento/localização das estações e das amostras litológicas recolhidas, foi realizado com recurso a um *smartphone* com tecnologia GPS e à aplicação “GPS Status” para “Android”.

O trabalho de campo inicial consistiu na identificação da situação-problema, isto é, no reconhecimento das janelas do Autóctone, referidas por Meireles *et al.*, (2014), nos denominados Xistos Inferiores do setor de Covas. A cartografia desenvolvida veio confirmar esse modelo, através da identificação de várias janelas no setor estudado.

O trabalho de campo resultou numa cartografia detalhada, onde se confirmou a existência das janelas do Autóctone e, foi complementado com a recolha de amostras de campo, preparadas para estudo petrográfico (MOLT).

Capítulo II. GEOLOGIA DA REGIÃO EM ESTUDO

II.1. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOMORFOLÓGICO

A área de trabalho, a que esta tese diz respeito, está localizada a cerca de 20 km de Caminha e, abrange os concelhos de Caminha e Vila Nova de Cerveira (Figura 3), pertencentes ao distrito de Viana do Castelo, NW de Portugal. A localidade mais próxima é Covas, Vila Nova de Cerveira.

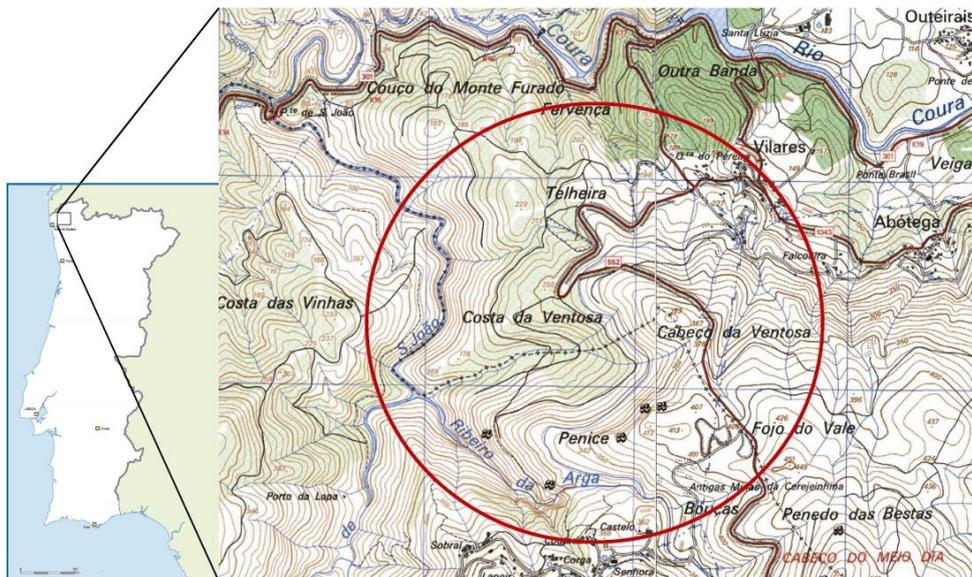


Figura 3 – Localização da área de trabalho.

A geomorfologia do NW de Portugal (Figura 4) é marcada pela oposição entre relevos elevados, que culminam em planaltos descontínuos preservados no topo de blocos individualizados entre vales e, vales profundos e largos, mas de fundo aplanado (Pereira, *coord.*, 1992).

A originalidade do relevo minhoto, segundo Ferreira (1986) *in* Pereira *coord.* (1992), está associada às suas características litológicas, predominando as rochas cristalinas, as condições climáticas favoráveis à alteração e, a uma tectónica complexa que influencia direta ou indiretamente a morfologia.

A observação da topografia regional mostra que o relevo desta região está marcado por depressões alinhadas, ocupadas pela drenagem fluvial, cuja orientação preferencial é ENE-WSW

e N-S (Pereira, *coord.*, 1992), tal como é atestado pela direção do rio Coura e ribeira de S. João, respetivamente.

A estrutura geológica regional tem uma orientação Varisca NW-SE a NNW-SSE, pelo que há uma aparente inadaptação dos principais rios minhotos a esta estrutura, intersetando-a perpendicularmente. No entanto, a rigidez e o paralelismo do traçado destas linhas de água sugerem uma adaptação a fraturas na crosta à escala regional.

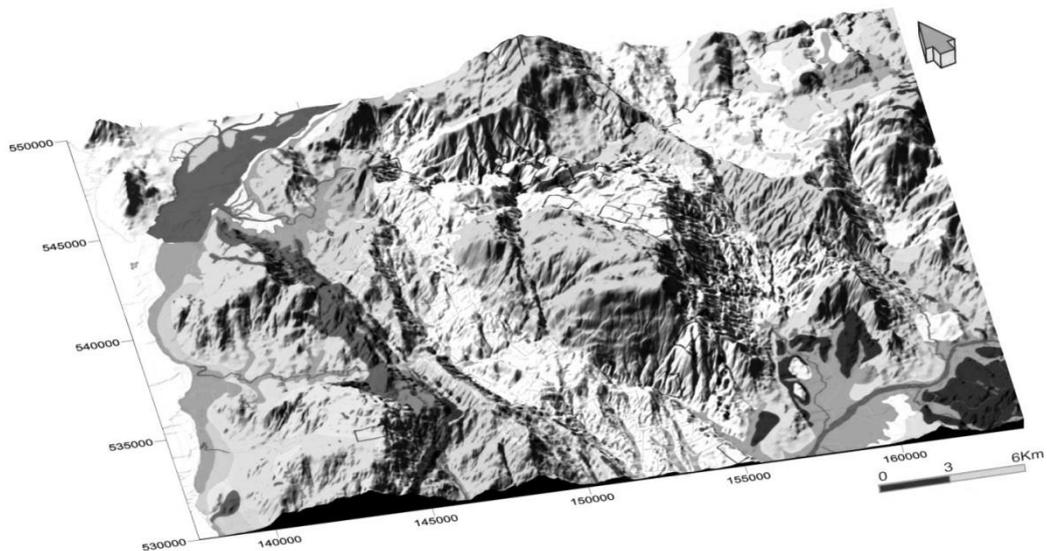


Figura 4 – Mapa digital do terreno. O MDT foi construído a partir dos valores de hipsometria das folhas 6, 7, 14, 15, dos Serviços Cartográficos do Exército (escala 1:25 000) (adaptado de Alves, 2014).

As zonas mais elevadas correspondem a zonas de maciços graníticos, destacando-se a Serra de Arga, que se eleva abruptamente entre os terrenos xistentos. A cotas mais baixas destaca-se o escalonamento de alguns níveis de terraços fluviais, coincidindo com importantes depressões, provavelmente relacionadas com acidentes tectónicos, onde se depositaram grandes quantidades de sedimentos (Pereira, *coord.*, 1992). De salientar o alvéolo de Covas, depressão originada pela meteorização e erosão do granito com o mesmo nome.

Concluindo, as diferentes litologias (granitóides e metassedimentos) e principalmente a tectónica Varisca e Alpina são os principais fatores que condicionam a geomorfologia regional. A ação destes fatores e do clima favorecem o modelado granítico em bolas de tamanhos variáveis que cobrem os topos aplanados das elevações e as suas vertentes. Pelo contrário, as áreas metassedimentares apresentam-se com relevos mais suaves e com maior coberto vegetal.

II.2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

II.2.1. MACIÇO IBÉRICO

Franz Lotze (1945) foi o primeiro a efetuar uma subdivisão do Maciço Ibérico em seis diferentes zonas, de acordo com critérios estratigráficos, magmáticos, estruturais e metamórficos (Soares de Andrade, 1985; Soares, 1999 *in* Silva, 2011). Este autor dividiu o Maciço Ibérico nas Zonas Cantábrica, Ocidental Asturo-Leonesa, Galaico-Castelhana, Lusitana Oriental-Alcudiana, Ossa-Morena e Sul Portuguesa (Figura 5). Mais tarde, Matte (1968) reformulou sectorialmente as divisões de Lotze, sendo o primeiro a distinguir a Zona Galiza Média-Trás-os-Montes, como uma subzona da Zona Centro Ibérica (Meireles, 2013). Matte (1968) definiu 5 zonas, de Leste para Oeste: Asturiana Oriental e Cantábrica, Asturiana Ocidental-Leonesa, Galiza Oriental, Galiza média-Trás-os-Montes, Galiza Ocidental-Noroeste de Portugal.

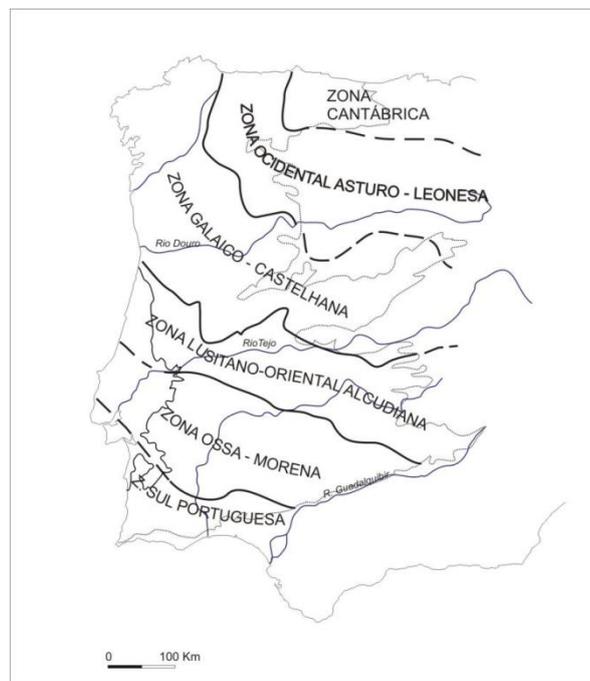


Figura 5 – Maciço Ibérico segundo Lotze (1945) *in* Meireles (2013)

A zonografia do Maciço Ibérico foi de novo modificada por Julivert *et al.* (1972, 1974) por forma a agregar os trabalhos anteriores. Assim, as Zonas Galaico-Castelhana e Lusitana Oriental-Alcudiana de Lotze foram incluídas na nova Zona Centro Ibérica, onde a subzona Galiza média-Trás-os-Montes é parte integrante (Julivert, 1972) (Figura 6).

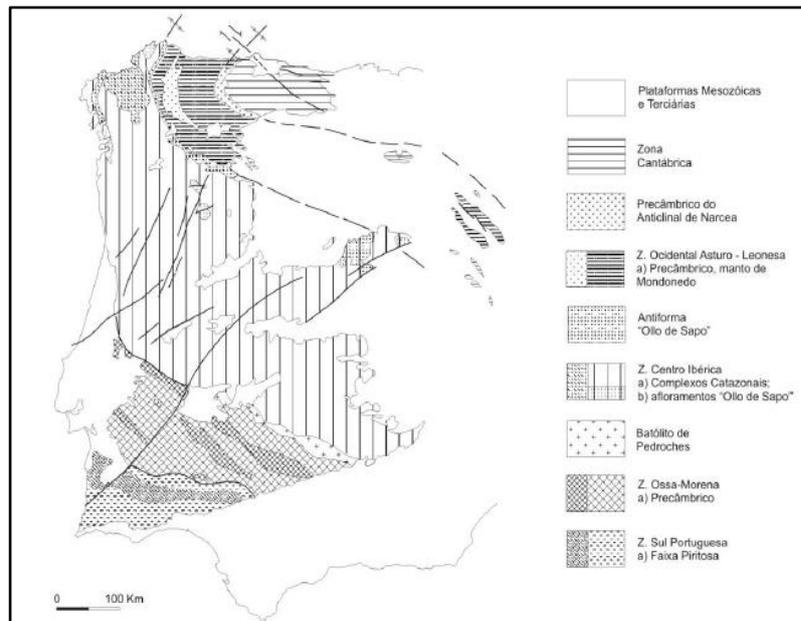


Figura 6 – Zonamento do Maciço Ibérico segundo Julivert (1972) *in* Meireles (2013)

II.2.2. OROGENIA VARISCA

A região em estudo encontra-se localizada em terrenos do Alóctone Inferior da ZGTM, que constituem, tal como referido anteriormente, parte do Maciço Ibérico. Estão aqui representadas litologias e estruturas resultantes de processos de abertura e fecho oceânico na margem NW do Gondwana.

O final do Câmbrio é marcado por uma tendência de adelgaçamento da litosfera em consequência da tectónica distensiva anterior ao *rifting* continental estabelecido no Ordovícico Inferior (Alves, 2014).

O oceano Rheic começou a formar-se no Ordovícico Superior, tendo a sua abertura terminado no Devónico Inferior. Esta evolução levou à individualização dos continentes Avalónia relativamente ao Gondwana, no Devónico Inferior a Médio (Matte, 2001 *in* Alves, 2014).

Do Ordovícico para o Silúrico, Ribeiro *et al.* (2007) admitem a subducção da margem SE do oceano Rheic com a qual se relaciona a abertura em retro-arco do oceano Paleothetys. (Figura 7).

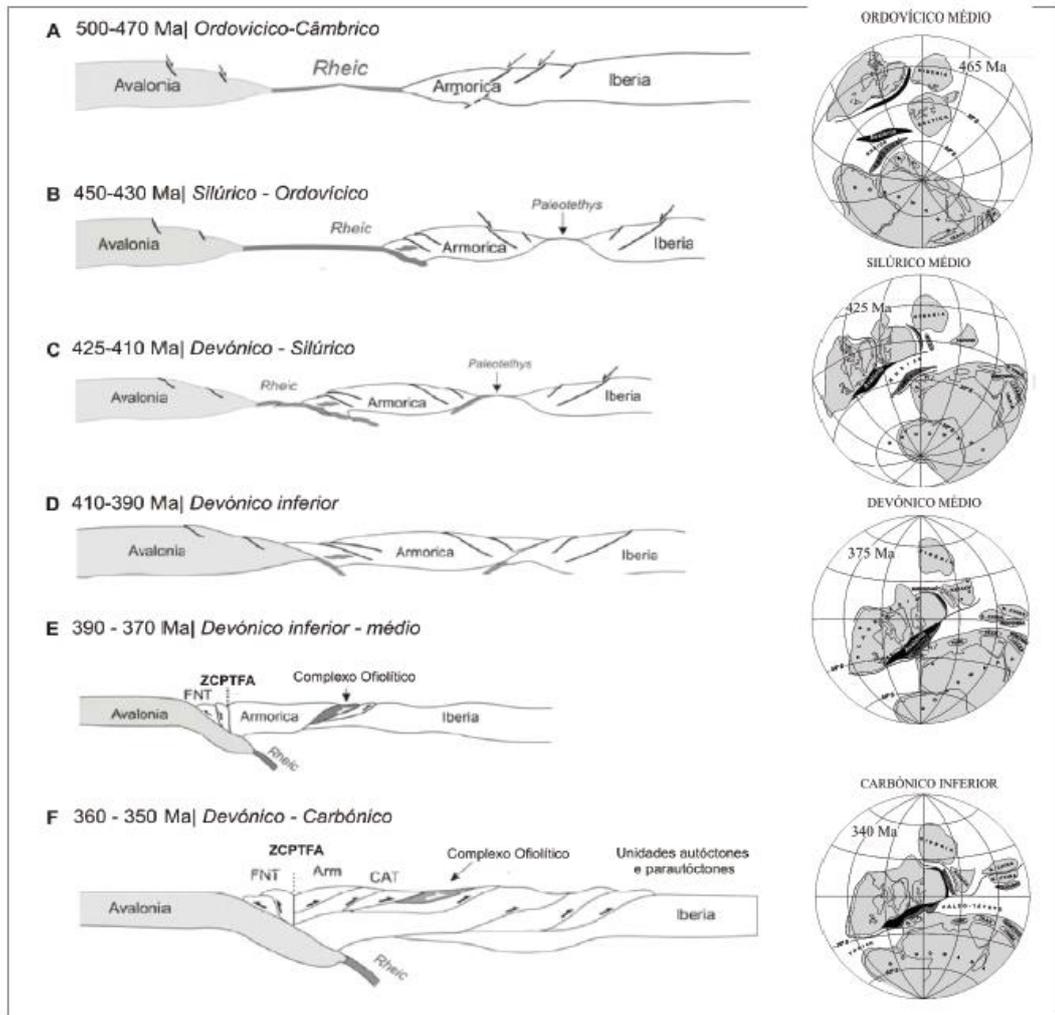


Figura 7 – Paleogeografia, no contexto do Ordovício ao Carbónico, da margem NW da Gondwana (modificado de Ribeiro *et al.*, 2007 e Matte, 2001 *in* Dias, 2011).

No Devónico Inferior a Médio ocorreu a colisão entre a Ibéria e a Laurásia verificando-se a obdução de sucessões ofiolíticas, que representam a crosta oceânica formada e transportada por tectónica tangencial (Ribeiro *et al.* 2007). Esta obdução promoveu o deslocamento menor de terrenos Parautóctones. A colisão Varisca perdurou até ao Pérmico Inferior e, devido ao espessamento crustal, ocorreu anatexia com formação de magmas que originaram os granitos (Alves, 2014).

No NW de Portugal estão representadas e referenciadas 4 fases de deformação Varisca: D₁, D₂, D₃ e D₄, ilustradas na Figura 8.

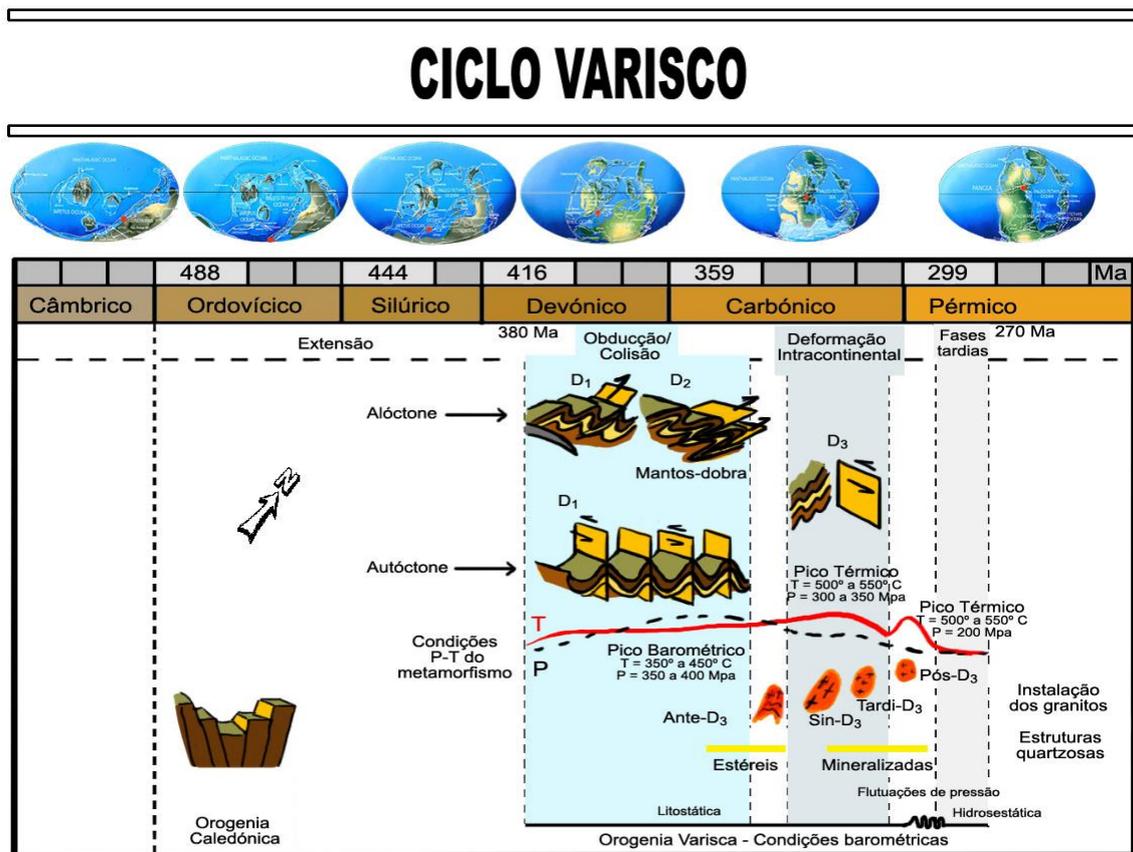


Figura 8 – Esquema cronológico dos episódios de deformação Varisca, no Maciço Ibérico (Dias e Ribeiro, 1994; Dória, 1999; Ribeiro *et al.*, 1999). Nos paleomapas está localizada a vermelho a posição que os terrenos em estudo ocupavam ao longo das diferentes fases do Ciclo Varisco (Scotese, 2001). Adaptado de Ramos, 2012.

D₁ e D₂ correspondem ao estágio colisional da orogenia Varisca e D₃ corresponde a um regime tectónico extensional pós-espessamento (Dias & Ribeiro, 1995). A esta fase de deformação seguiu-se uma pós ou tardi-varisca, designada por pós-D₃ ou D₄ (Pereira, 1987).

A estrutura do Autóctone é, essencialmente, originada na primeira fase de deformação (Pereira, *coord*, 1992). O mesmo autor refere que a xistosidade de plano axial das dobras varia de subvertical no interior da estrutura a progressivamente menos inclinada para os bordos. Associado à génese do Arco Ibero-Armoricano está a ocorrência de corredores de cisalhamento esquerdos subparalelos aos planos axiais destas dobras (Dias & Ribeiro, 1994, 1995, 1998).

Também durante D₁, verifica-se a deformação do Parautóctone, com corredores de concentração da deformação segundo os planos dos carreamentos que delimitam a unidade – carreamento de Vila Verde. São geradas dobras deitadas com xistosidade de plano axial e eixos de direção dominante NNW (Pereira *coord*, 1992).

A segunda fase de deformação (D_2) está bem representada junto aos planos de carreamento na base do Parautóctone e Alóctone e originou dobras deitadas com clivagem de crenulação ou mesmo xistosidade S_2 , de plano axial (Pereira, *coord*, 1992).

A terceira fase de deformação (D_3) produziu dobras de grande comprimento de onda, subverticais ou inclinadas para NE e de direção $N100^\circ-120^\circ E$, acompanhadas de dobras menores e clivagem crenulativa S_3 . Contemporaneamente, desenvolveram-se cisalhamentos subverticais $N70^\circ-80^\circ E$, esquerdos, e $N120^\circ-130^\circ E$, direitos (Iglésias & Ribeiro, 1981 *in* Meireles, 2013).

Relativamente à fase D_4 , esta ocorreu em regime frágil, o que é evidenciado por importantes falhas $N20^\circ-N30^\circ E$ esquerdas (Meireles, 2013) e $NNW-SSE$ dexas.

II.2.3. ZONA GALIZA – TRÁS-OS-MONTES

A designação Parautóctone referida por Iglésias *et al.* (1983) e a definição do Domínio Xistoso da Galiza-Trás-os-Montes por Farias *et al.* (1987) permitiu a individualização desta unidade Parautóctone. As características estruturais e estratigráficas desta subzona, levaram Farias *et al.* (1987) a propor a sua individualização e a designação para Zona Galiza-Trás-os-Montes, constituída por dois domínios: um inferior, Parautóctone, designado Domínio Xistoso de Galiza-Trás-os-Montes e o outro superior, Alóctone, denominado de Domínio dos Complexos Alóctones (Figura 9).

Posteriormente, a ZCI foi subdividida em dois domínios paleogeográficos: Domínio Olho de Sapo e Domínio do Complexo Xisto-grauváquico (Martinez Catalán, 1985 *in* Meireles, 2013).

Tendo em conta as estruturas da 1ª fase de deformação Varisca (D_1), a ZCI é presentemente subdividida em domínio das dobras deitadas e domínio das dobras verticais (Diez Balda *et al.*, 1990).

Uma das características estratigráficas mais marcantes desta zona é o carácter transgressivo do Ordovícico Inferior sobre as sequências infrajacentes, marcado por uma discordância entre estas megassequências (Meireles, 2013). Estratigraficamente, na ZCI, podem

identificar-se quatro mega-sequências, separadas por três descontinuidades (San José *et al.*, 1974, 1990):

- Alcudiense inferior
- Alcudiense superior – Pusiano
- Ordovícico Inferior – Carbónico inferior
- Carbónico médio a superior

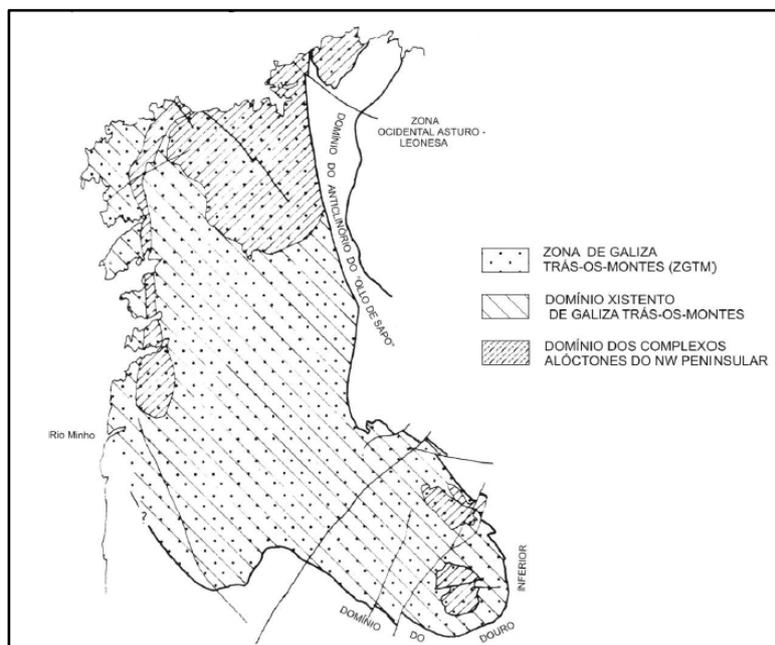


Figura 9 – Limites da Zona da Galiza Trás-os-Montes (adaptado de Farias *et al.*, 1987 *in* Meireles, 2011)

Quando à Zona Galiza Trás-os-Montes (ZGTM), segundo Iglésias *et al.* (1983) e Ribeiro *et al.* (1990), é subdividida, em Portugal, devido ao seu maior detalhe estrutural, em quatro mantos de carreamento, referenciados seguidamente da base para o topo (Figura 10):

- Complexo Parautóctone. As rochas que constituem este complexo são tradicionalmente consideradas de idade Silúrica e Devónica; o Silúrico, fundamentalmente de constituição pelítica carbonosa com vulcânicas e alguns carbonatos associados, gerados em ambiente extensional; o Devónico caracterizado por um ambiente de deposição sin-colisional, com abundantes sedimentos

gresosos. Corresponde à Unidade do Minho Central de Pereira (1992). Tem afinidades com a ZCI.

- Complexo Alóctone Inferior. É definido como tendo afinidades com a ZOM e tem a seguinte sequência tectonoestratigráfica, da base para o topo: gnaisses de Saldanha; complexo Filito-Quartzoso; Complexo Vulcano-Sedimentar; Formação dos Xistos Verde e Quartzofilitos Culminantes.
- Complexo Ofiolítico. É constituído por crosta oceânica tectonicamente desmembrada pela orogenia Varisca, sujeito a um intenso episódio de retrogradação metamórfica em fácies de xisto verde, particularmente no maciço de Bragança.
- Complexo Alóctone Superior. É formado pelo conjunto dos maciços Alóctones do Noroeste Peninsular. É constituído por diversas litologias com origem na crosta inferior e no manto superior submetidas a uma complexa evolução tectónica e metamórfica anterior à exumação Varisca. Estão presentes granulitos de alta pressão; rochas ígneas ultramáficas e máficas associadas e gnaisses com *boudins* de eclogitos, numa complexa imbricação de várias escamas tectónicas carreadas sobre unidades ofiolíticas e metassedimentares paleozoicas.

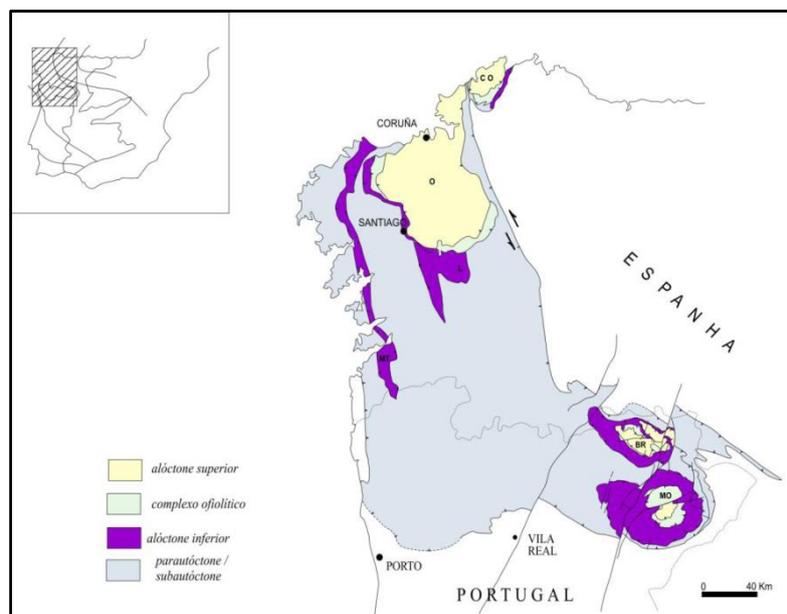


Figura 10 – Sequências Alóctones e Parautóctone da ZGTM (adaptado de Ribeiro. *et al.*, 1990; González Clavijo, 1997, 2006 *in* Meireles, 2013)

II.2.4. SÍNTESE DE TRABALHOS ANTERIORES

Os primeiros trabalhos cartográficos nesta região foram efetuados por Nery Delgado & P. Chofatt, com a publicação da Carta Geológica à escala 1/500 000, em 1899. Nesta carta, o Minho é representado por terrenos arcaicos e graníticos, sobre os quais repousam manchas de depósitos modernos (Teixeira & Assunção, 1961).

Em 1962, Teixeira & Perdigão publicaram a primeira Carta Geológica à escala 1/50 000 – folha 1-C (Caminha) (Figura 11). A respetiva notícia explicativa foi publicada em 1961 por Teixeira & Assunção. Nesta carta a zona do Domo de Covas está identificada como pertencente ao Complexo Xisto-Grauváquico (xistos andaluzíticos).

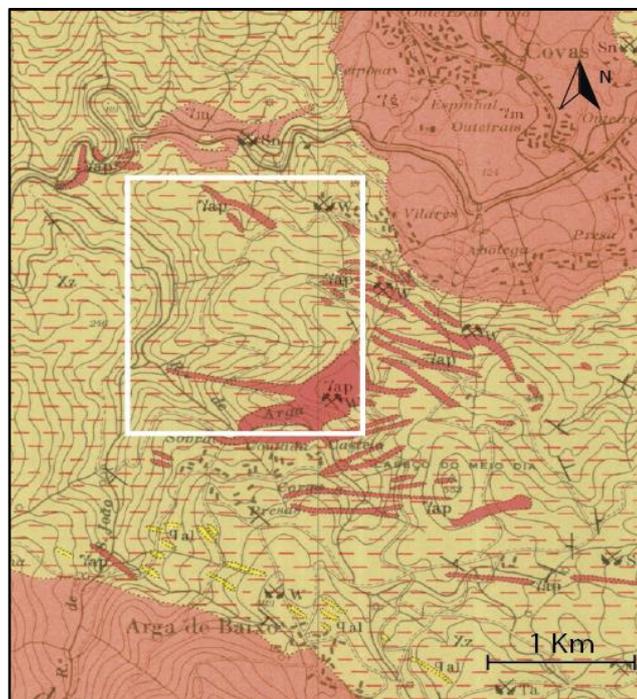


Figura 11 – Extrato da folha 1-C (Caminha) de Teixeira & Perdigão, (1962), com a localização da área em estudo.

O Serviço de Fomento Mineiro, cujas equipas foram coordenadas pelo Eng^o Rocha Gomes, realizaram um importante trabalho de prospeção geofísica que serviu de base para toda a cartografia posterior e trabalhos mineiros da região, nomeadamente da Union Carbide.

Conde *et al.* (1971), referem pela primeira vez uma estrutura em antiforma (Antiforma da Cerdeirinha), no artigo publicado no âmbito do CHLAGE (I Congresso Hispano-Luso-Americano de Geologia Económica), para descrever as formações xistentas e quartzíticas de Covas. Estes

mesmos autores distinguem a série metassedimentar, do topo para a base, em dois conjuntos estratigráficos:

- um conjunto de unidades formadas por micaxistos pelíticos, designados por xistos superiores (de idade atribuída ao Silúrico);
- um outro conjunto, formado por micaxistos psamíticos e pelíticos, designados por xistos inferiores, provavelmente pertencentes ao pré-Câmbrico Superior e/ou Câmbrico.

Mais tarde, Bronkhorst e Farinha (1979) afirmam que a região é constituída por formações xistentas e quartzíticas, de idade Silúrica, dispendo-se em forma de Domo (Figura 12). A série metassedimentar é constituída, segundo os mesmos autores, da base para o topo:

- xistos inferiores: micaxisto nodular com biotite e moscovite, ricos em andaluzite e cordierite;
- quartzitos xistosos de cor acinzentada ou esbranquiçada, frequentemente acompanhados por níveis de xistos granatíferos;
- xistos de grão fino: xistos biotíticos de grão fino, com sulfuretos e grafite ao longo da xistosidade;
- *skarn*: rochas calcossilicatadas ocorrendo juntamente com os xistos de grão fino;
- xistos superiores: micaxistos nodulares com biotite e moscovite, andaluzite e cordierite.

Os mesmos autores referem que esta série foi dobrada em forma de domo com eixo maior de NW a SE. As charneiras inclinam cerca de 15° para NW e SE. A xistosidade é paralela aos planos axiais das dobras.

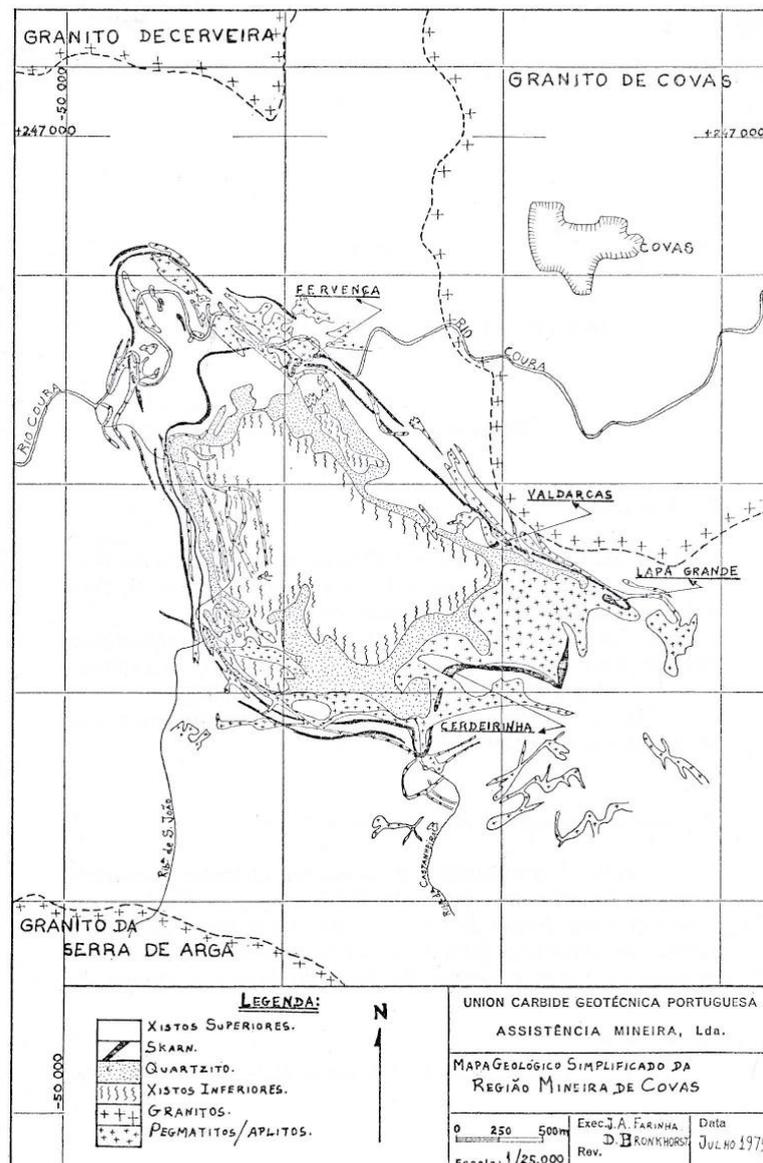


Figura 12 – Mapa geológico simplificado de Bronkhorst e Farinha (1979).

Até à elaboração da Carta Geológica 1/200 000 (folha 1) por Pereira *et al.* (1992), foram registados alguns trabalhos, dos quais se destacam os seguintes, pela sua importância e novas considerações sobre a zona do Domo de Covas e área envolvente: Dias & Boullier (1985) com um estudo sobre a evolução metamórfica regional, Leal Gomes (1986a e 1986b) em que faz uma caracterização estrutural e geoquímica do campo filoniano de Arga e, Dias (1987) com um estudo sobre os granitos hercínicos associados a mineralizações de Sn-W.

Com a elaboração da folha 1 da Carta 1/200 000, Pereira, *coord.* (1989, 1992) organizou, pela primeira vez, os metassedimentos Paleozóicos segundo critérios litoestratigráficos,

cronoestratigráficos e estruturais. Estes metassedimentos foram agrupados em unidades Autóctones, adstritas à Zona Centro Ibérica (ZCI) e em duas unidades, uma Parautóctone (Unidade do Minho Central e Ocidental – UMCO) e outra Alóctone (Unidade de Vila Nune), adstritas à Zona Galiza – Trás-os-Montes (ZGTM). este autor enquadró o sector de Covas como pertencente à Unidade do Minho Central e Ocidental (UMCO), sendo esta unidade constituída por uma sequência litoestratigráfica geral, definida da base para o topo da seguinte forma:

- Xistos ampelitosos seguidos por xistos negros, andaluzíticos, com níveis de liditos para o topo;
- Xistos cinzentos, monótonos, ligeiramente gresosos, com alternâncias centimétricas de filitos e metassiltitos;
- Quartzitos claros, *skarns* e xistos negros com liditos;
- Grés negros, alternâncias monótonas e espessas de filitos e metagrés;
- Xistos e grés negros, ampelitos.

Ainda de acordo com Pereira, *coord* (1992), esta Unidade está separada do Autóctone por um carreamento basal, carreamento de Vila Verde, sendo que a Leste e a SE de Caminha se sobrepõe à Formação Santa Justa; a Sul de Vila Verde, a UMCO, instala-se sobre um nível de xistos ampelitosos e vai delaminando a Formação Valongo e Formação Sobrido até ser interceptado pelo maciço granítico da Serra de Perre, e mais a Sul pelo batólito granítico do Minho.

Quanto à idade da UMCO, os dados paleontológicos baseados em jazidas fossilíferas de graptólitos mal conservadas em xistos negros e liditos, apenas permitem atribuir, a estas litologias, uma idade Llandovery-Wenlock (Romariz, 1962 e 1969 *in* Pereira, *coord.*, 1992).

A sequência litoestratigráfica do Parautóctone da UMCO está relacionada com o Parautóctone da Unidade Peritransmontana de Ribeiro (1974), *in* Pereira, *coord.* (1992).

Pereira, *coord.* (1992) faz uma descrição dos granitoides aflorantes na região: o granito da Serra de Arga é um granito sin a tardi-tectónico relativamente a D_3 e apresenta grão grosseiro, duas micas, com raros megacristais; o granito de Covas, por sua vez, é sin-tectónico relativamente a D_3 e apresenta grão médio a grosseiro e duas micas.

Coelho (1993) e Dias (2011) publicaram sobre o Domo de Covas, trazendo uma maior detalhe às litologias presentes, à petrografia e à geoquímica.

Coelho (1993) indica que a janela de Covas corresponde a um afloramento de um domo estrutural, que afetou a série metassedimentar, cujo contorno é visível cartograficamente, através de um notável nível quartzítico. Esta série sedimentar é constituída por terrenos Paleozóicos que assentam no Complexo Xisto-Grauváquico ante-Ordovícico e ascendem progressivamente para Este até ao Silúrico Superior (Coelho *et al.*, 1988). Em Coelho (1993) sugere-se, embora sem suporte geofísico, que o Domo de Covas resulta de uma ação diapírica, devida à implantação sub-superficial de uma massa magmática (não aflorante), tardi Fn+1, numa antiforma mais precoce, da mesma fase.

A antiforma que corresponde ao domo de Covas tem o plano axial sub-vertical, eixo com orientação N50⁰W e pertence à fase D3 (Fn+1 de Coelho, 1993) da orogenia Varisca.

Meireles *et al.* (1997) e Ferreira *et al.* (2000) sugeriram as primeiras modificações à UMC0. Mais tarde, Meireles *et al.* (2014) propuseram o desdobramento da UMC0 em novas unidades litoestratigráficas, quer do Autóctone, quer novas unidades tectonoestratigráficas do Parautóctone e Alóctone:

O Autóctone ocorre em janelas tectónicas dos mantos devido aos dobramentos variscos da D₃ e expostos pela erosão e com litologias equivalentes à Formação Sobrado. Esta sequência não apresenta deformação D₂ Varisca penetrativa e é constituída por arenitos com alternâncias de xistos argilosos. Os arenitos apresentam um granulometria muito fina sendo possível identificar estruturas primárias, nomeadamente, estratificação entrecruzada e uma clivagem xistenta S₁.

O Parautóctone é constituído pela Unidade de Vilar de Mouros (Devónico Inferior?), constituída por arenitos com intercalações de filitos e pela Unidade de Torre-Amonde, constituída por xistos carbonosos e ampelitosos, com raras lenticulas de liditos e quartzitos cinzentos (Silúrico);

O Alóctone apresenta uma assinatura vulcanogénica complexa, quer vulcano-sedimentar, quer vulcano-exalativa, sendo que estes autores tentam uma possível correlação entre estas litologias com as unidades peralcalinas de Macedo de Cavaleiros. O Alóctone é constituído pelas Unidades de Vila Mou-Covas, Mire de Tibães, Arga e Vila Nune-Valença. A Unidade Vila Mou-

Covas é uma sequência metamórfica monótona de micaxistos biotíticos, de grão médio, com porfiroblastos de cordierite e andaluzite abundantes. As litologias do Domo de Covas (quartzitos, quartzofilitos, *skarns* e demais rochas calcossilicatadas) definem níveis de referência desta unidade. A Unidade de Mire de Tibães foi anteriormente considerada do Parautóctone (Meireles *et al.*, 1997; Ferreira, 2000); é constituída por filitos e quartzofilitos biotíticos e turmalínicos, finamente listrados. A unidade de Arga caracteriza-se pela alternância milimétrica de metassiltitos e metapelitos podendo conter intercalações de quartzofilitos e rochas vulcânicas a vulcanoclásticas de quimismos distintos, com abundantes sulfuretos disseminados. A unidade de Vila Nune-Valença apresenta litologias de maior grau de metamorfismo, nomeadamente micaxistos e migmatitos. Nestes micaxistos ocorrem metavulcanitos básicos, anfibolitos e turmalinitos estratoconformes (Meireles *et al.*, 1997; Ferreira, 2000).

De salientar, também, que esta região encontra-se entre o carreamento basal de Vila Verde do Parautóctone e a zona de cisalhamento dúctil Malpica-Lamego (Meireles *et al.*, 2014).

Dias & Leal Gomes (2013) propõem uma nova designação para estas formações: Formações do Domo de Covas, formadas por psamopelitos metamorfizados com intercalações de litologias exóticas de afinidade vulcanogénica-exalativa e carbonatada e seus produtos de evolução metassomática. Os mesmos autores equacionam a possibilidade de estas litologias, de natureza poligénica variada, poderem delinear uma configuração manto-dobra, com replicação invertida das sequências estratigráficas de afinidade exalativa.

Na Tabela 1, da página seguinte, apresenta-se uma síntese da evolução do conhecimento da UMCO onde se insere o denominado “Domo de Covas”.

Tabela 1 – Progressão do conhecimento da UMCO.

Teixeira & Assunção (1961)		Pereira, <i>coord.</i> (1992)		Dias & Leal Gomes (2013)		Meireles <i>et al.</i> (2014)	
Complexo Xisto-grauváquico	Xistos andaluzíticos	Unidade Minho Central e Ocidental	<ul style="list-style-type: none"> • Xistos ampelitosos • Xistos negros adaluzíticos • Xistos cinzentos • Quartzitos claros • Skarnitos • Xistos negros • Grés negros • Filitos e metagrés alternados 	Formações do Domo de Covas	Micaxistos e quartzofilitos com intercalações de quartzitos, xistos negros, liditos e litologias psamíticas exóticas.	Unidade de Vila Mou-Covas	Sequência metamórfica monótona de micaxistos biotíticos, de grão médio, com porfiroblastos de cordierite e andaluzite abundantes. Fazem parte as litologias do “Domo de Covas”: quartzitos, quartzofilitos, skarns e demais rochas calcossilicatadas.
			Formação Sobrado			(base para topo) Grés imaturo, rico em óxidos de ferro hidratados Alternância de filitos e metagrauvaques Alternância de filitos cinzentos e negros com metassiltitos claros.	

Estes conjuntos de trabalhos reforçam o enquadramento do sector de Covas no Complexo Parautóctone da ZGTM como já referido em Pereira (1992). Meireles *et al.* (2014) sugerem também afinidade de algumas unidades tectonoestratigráficas com o Complexo Alóctone Inferior da ZGTM, uma vez que os estudos de litogeoquímica e petrologia realizados confirmam uma assinatura vulcanogénica complexa, quer vulcano-sedimentar, quer vulcano-exalativa, de quimismo alcalino e toleítico a calco-alcalino, com as rochas básicas (anfíbolitos) de tendência peralcalina, a sugerirem um ambiente de pré-rift intracontinental (Dias & Leal Gomes, 2013). Meireles *et al.* (2014), referem, ainda, a ocorrência da Formação de Sobrado em janelas tectónicas do “Domo de Covas”.

Capítulo III. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO – COVAS

III.1. CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA

No setor de Covas foram identificadas diferentes litologias pertencentes a diferentes unidades estruturais. Do presente levantamento cartográfico constatou-se que a similitude entre as unidades denominadas Xistos Inferiores e Xistos Superiores, referidas por Conde *et al* (1972) e Bronkhorst & Farinha (1979), é uma realidade, pois, de facto, estas não são mais do que a mesma unidade tectono-estratigráfica, pois apresentam as mesmas litologias, idênticos critérios estruturais e a mesma fácies metamórficas. Contudo, há a assinalar que nos denominados “Xistos Inferiores”, já tinha sido observada a presença de janelas tectónicas do Autóctone - Formação Sobrado (Meireles *et al.*, 2014), agora cartografadas com maior detalhe (Anexo I).

Do Autóctone, pertencentes à Formação de Sobrado, foram identificados metarenitos com intercalações centimétricas de pelitos vermelho-arroxeados, ricos em óxidos de ferro hidratados e quartzitos cinzentos. Estes metarenitos e quartzitos apresentam uma granulometria muito fina, sendo possível observar uma laminação primária (S_0) e uma clivagem xistenta S_1 , subparalelas.

Do Alóctone, e pertencendo à Unidade Vila Mou-Covas, identificaram-se micaxistos biotíticos, de grão médio, com porfiroblastos de cordierite e andaluzite abundantes, alguns turmalinitos, quartzofilitos, *skarns* e calcários, nomeadamente na mina da Cerdeirinha.

O contacto entre a Formação Sobrado e a Unidade Vila Mou-Covas é efetuado através de um plano carreamento (Figura 13), observado na EM 552.

Os aplito-pegmatitos ocorrem em todo o setor sendo na sua maioria do tipo “sill” (Dias, 2011, e referências prévias), de tendência sub-horizontal e aproveitaram principalmente a foliação S_2 para a sua instalação. Estes corpos filonianos, por vezes, geram uma estreita auréola de contacto, nomeadamente nos metarenitos da Formação Sobrado (Figura 14), apesar disto, estas litologias apresentam especificidades próprias de meteorização, pois revelam uma maior facilidade de desagregação quando manuseadas em campo.

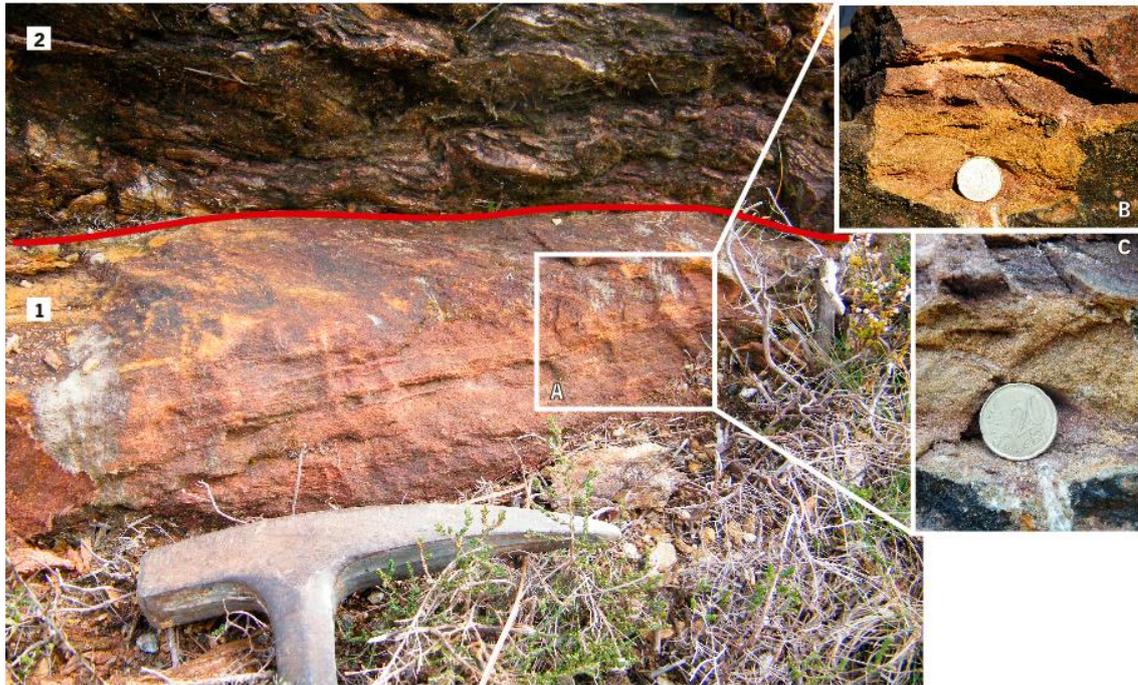


Figura 13 – Pormenor do contacto entre a Formação Sobrado (1) e a Unidade Vila Mou-Covas (2). B e C mostram o aspeto arenítico típico da Formação Sobrado.

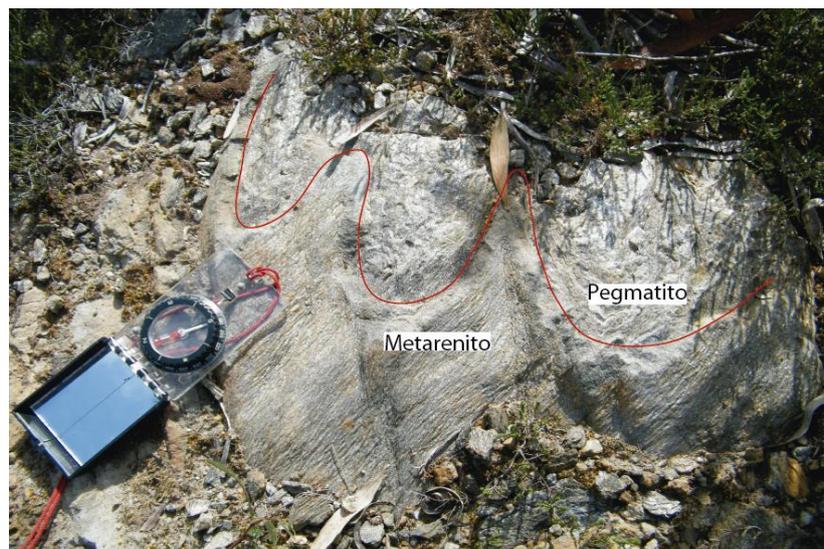


Figura 14 – Metarenitos da Formação Sobrado metamorfizados pelo contacto de um pegmatito.

A análise petrográfica em MOLT e lupa binocular permitiu confirmar a distinção, já detetada no campo, da Formação Sobrado da Unidade Vila Mou-Covas. A localização dos locais de amostragem encontra-se na Figura 15.

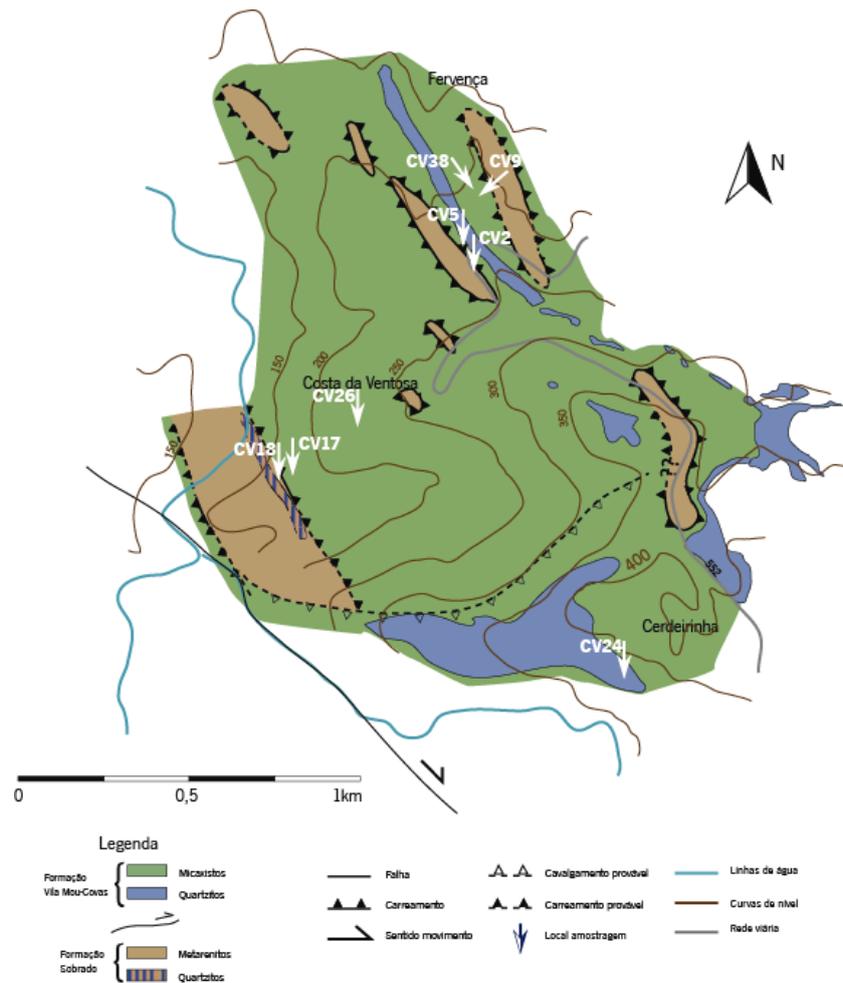


Figura 15 – Carta Geológica simplificada com identificação dos locais de amostragem.

Os micaxistos da Unidade Vila Mou-Covas são nodulares (com andaluzite ou cordierite), têm quartzo, moscovite e biotite e, apresentam uma textura granolepidoblástica. Podem-se observar veios de quartzo de segregação metamórfica (provavelmente em foliação da D_1) dobrados pela D_2 e uma xistosidade S_2 marcada pela moscovite (Figura 16 a, b).

Os quartzitos, de textura granoblástica, da Formação de Vila-Mou Covas apresentam quartzo poligonal com alguma recristalização nos bordos e, ainda, micas (essencialmente biotite) alinhadas definindo uma clivagem incipiente, condicionando as formas do grão de quartzo. Ocorrem, também, veios de quartzo dobrados pela D_2 (Figura 16 c, d, e).

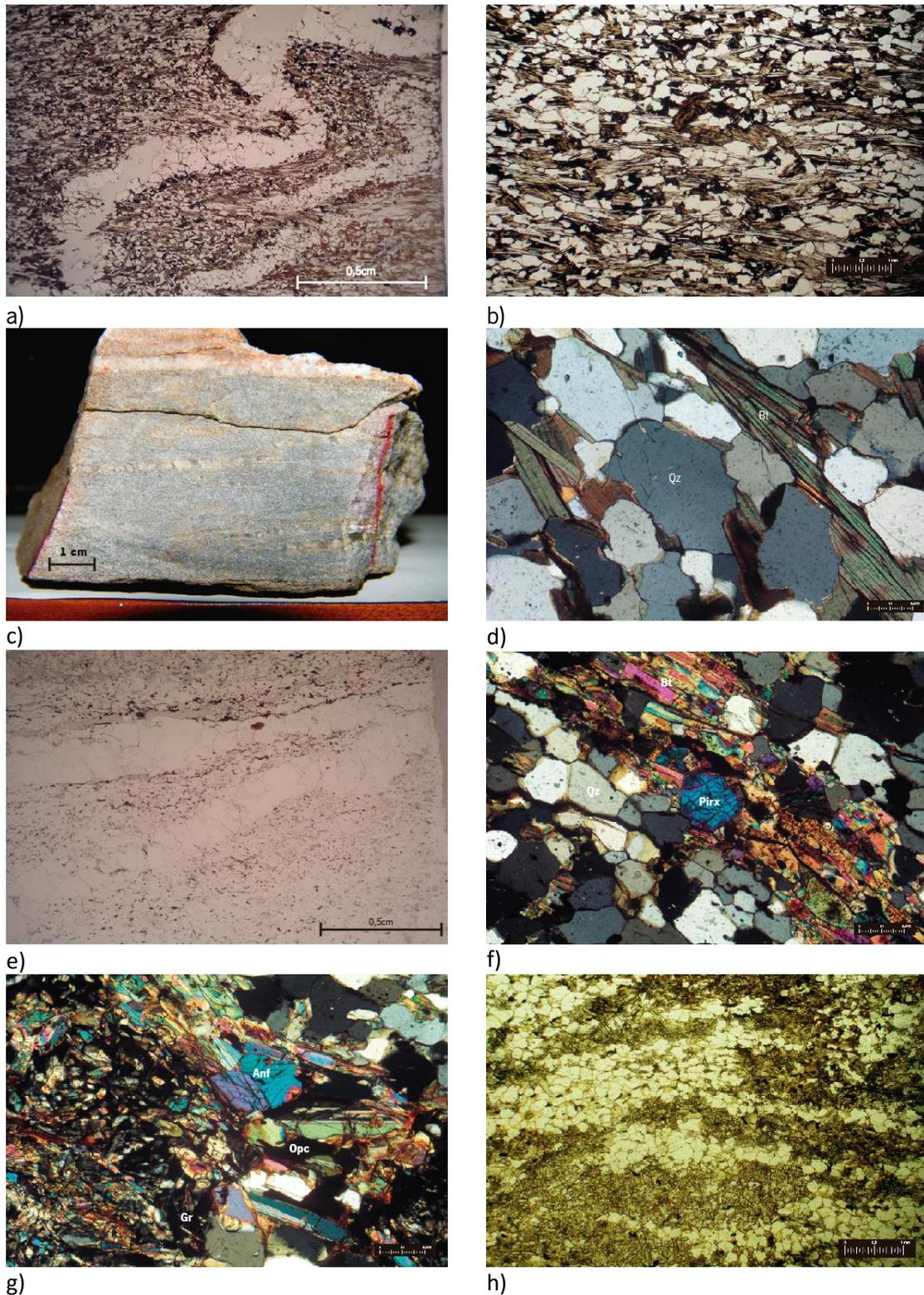


Figura 16 – Unidade Vila Mou-Covas: **Micaxistos** - a) Aspeto geral da lâmina à lupa binocular, onde são visíveis dobras D_2 ; xistosidade S_2 de plano axial; b) Xistosidade marcada pela biotite; ampliação 2,5x, MOLT, nicóis paralelos; c) aspeto macroscópico do quartzito; d) MOLT, ampliação 10x, nicóis cruzados; e) dobra similar, lupa binocular; **Skarn** – f) e g) MOLT, nicóis cruzados, ampliação 10x; h) níveis mineralógicos alternantes sugerindo dobramento similar; MOLT, nicóis paralelos, 2,5x. **Qz**: quartzo; **Pirx**: piroxena; **Anf**: anfíbola; **Gr**: granada; **Bt**: biotite; **Opc**: opacos

Os *skarns* agora cartografados (Anexo I) apresentam uma textura granolepidoblástica e são constituídos fundamentalmente por níveis de anfíbolos, piroxenas (diópsido), granadas e biotite alternando com níveis de quartzo e biotite. Os níveis alternantes sugerem dobramentos similares. As granadas são mais tardias, possivelmente associadas às intrusões Variscas, e apresentam inclusões de anfíbolos e biotite. (Figura 16 f, g, h).

No que diz respeito à Formação Sobrado, encontraram-se metarenitos, de textura granoblástica, típicos da base da sequência desta Formação (Figura 17). Estes têm na sua composição mineralógica quartzo e alguma biotite. O quartzo é anguloso e apresenta golfos de corrosão.

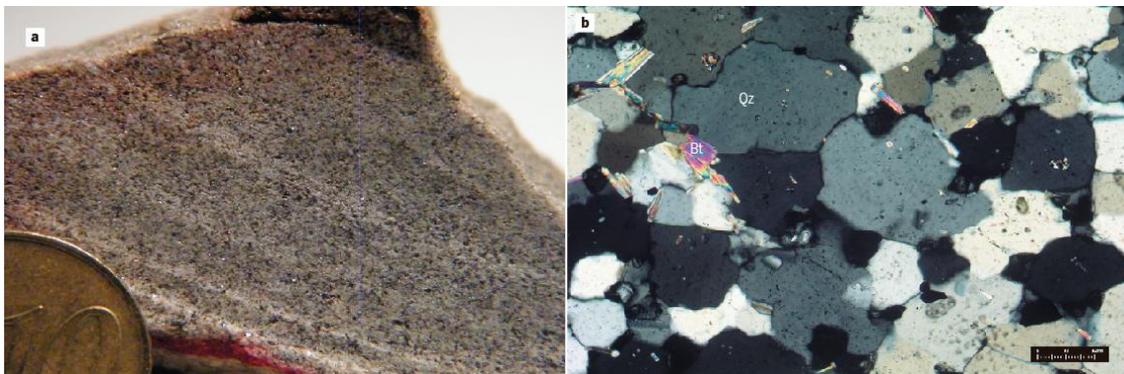


Figura 17 – Metarenitos da Formação Sobrado. a) Aspeto macroscópico. b) Aspeto ao MOLT, nicóis cruzados, ampliação 10x. **Qz**: quartzo; **Bt**: biotite.

III.2. CARACTERIZAÇÃO TECTONOESTRUTURAL

O contacto entre o Autóctone (Formação Sobrado) e o Alóctone (Unidade Vila Mou-Covas) (Figura 18) é sub-horizontal, estando dobrado pela D_3 , e corresponde ao carreamento basal de Vila Verde. Próximo deste contacto foram identificadas dobras em Z , em micaxistos do Alóctone (Figura 19). Neste local, enquanto o Autóctone tem uma foliação S_0/S_1 com atitude $N215^\circ/20^\circ NW$, os micaxistos do Alóctone apresentam uma S_2 ($N130^\circ/16^\circ SW$) afetada por uma S_3 ($N132^\circ/90^\circ$).

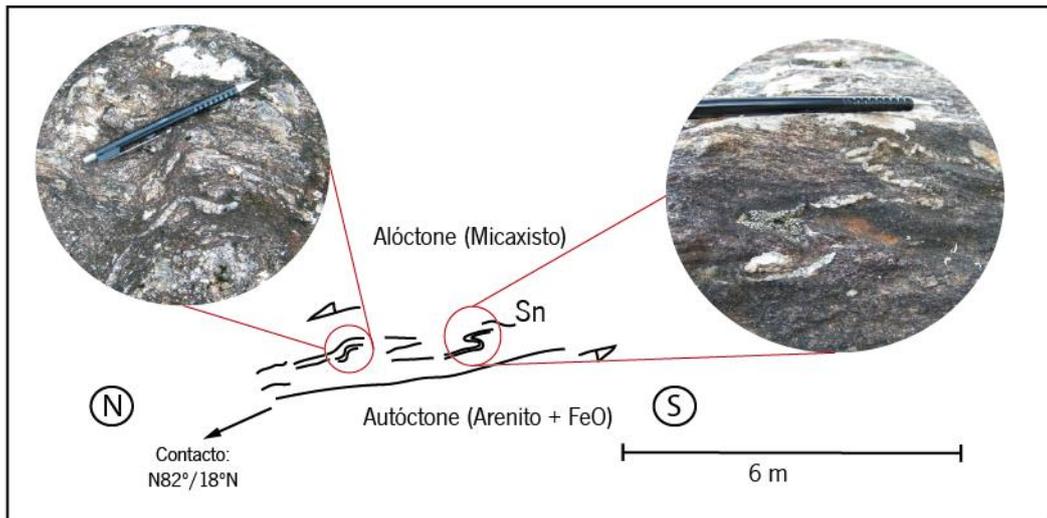


Figura 18 – Esquema interpretativo do contacto entre o Alóctone (micaxisto) e Autóctone (metarenito com FeO)



Figura 19 – Dobras em Z (D_2) próximo do contacto entre a Formação Sobrado e a Unidade Vila Mou-Covas, com topo para NE ($S_0/S_1:215^\circ/20^\circ$ NW)

A afectação da D_3 sobre dobras em bainha, a foliação da D_2 e, ainda, a ocorrência de cisalhamentos da D_3 é observada em vários locais (Figura 20 e Figura 21).

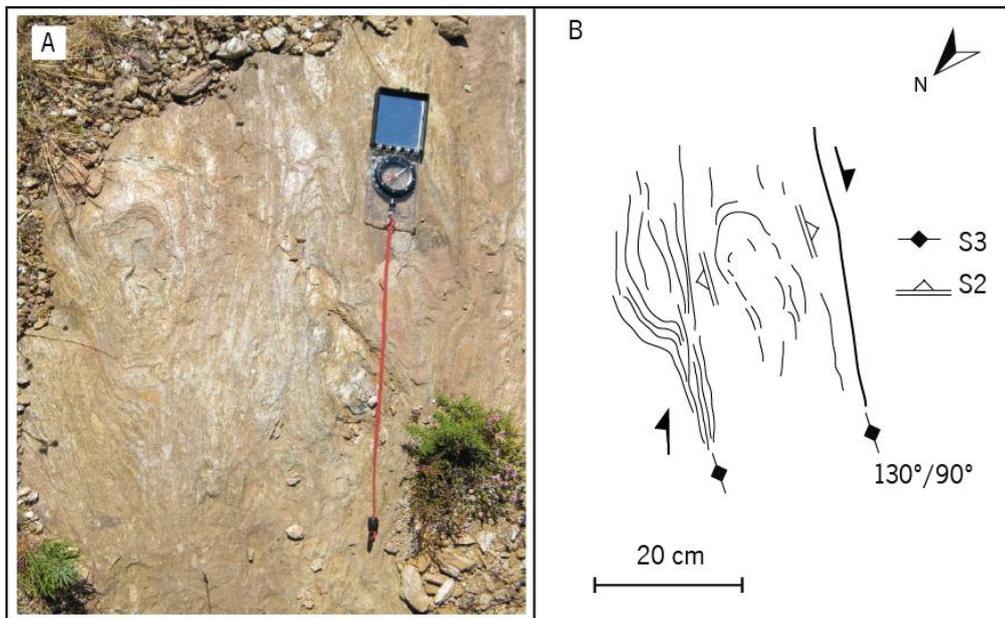


Figura 20 - Micaxisto do Alóctone: A – dobra em bainha, foliações S_2 e S_3 e cisalhamentos da D_3 ; B – esquema interpretativo



Figura 21 – Dobra em bainha (D_2) – Alóctone (micaxisto).

Na zona da mina da Cerdeirinha, nos quartzitos do Alóctone, observou-se uma dobra da D_3 de dimensões métricas com um plano axial de $306^\circ/64^\circ\text{NE}$ e eixo $10^\circ/306^\circ$ (Figura 22). Nesta figura, também se representa uma interpretação da estrutura desta dobra. Nestes quartzitos foram, ainda, observadas dobras em bainha da D_2 .

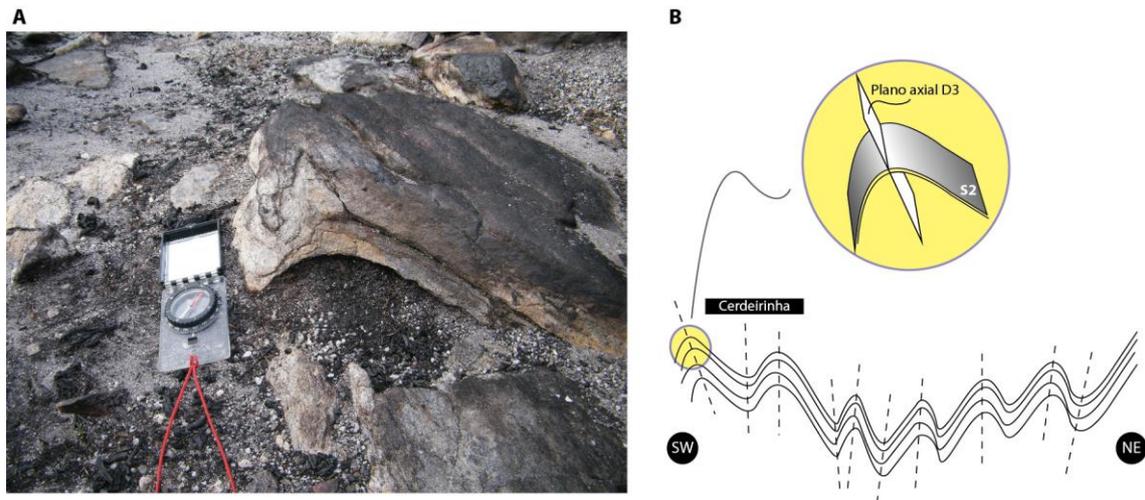


Figura 22 – Quartzito do Alóctone: A – dobra da D_3 ; B – esquema interpretativo.

Na Figura 23 observa-se a relação entre a S_2 (planos sub-horizontais, dobrados pela D_3) e a foliação S_3 de plano axial (planos sub-verticais).

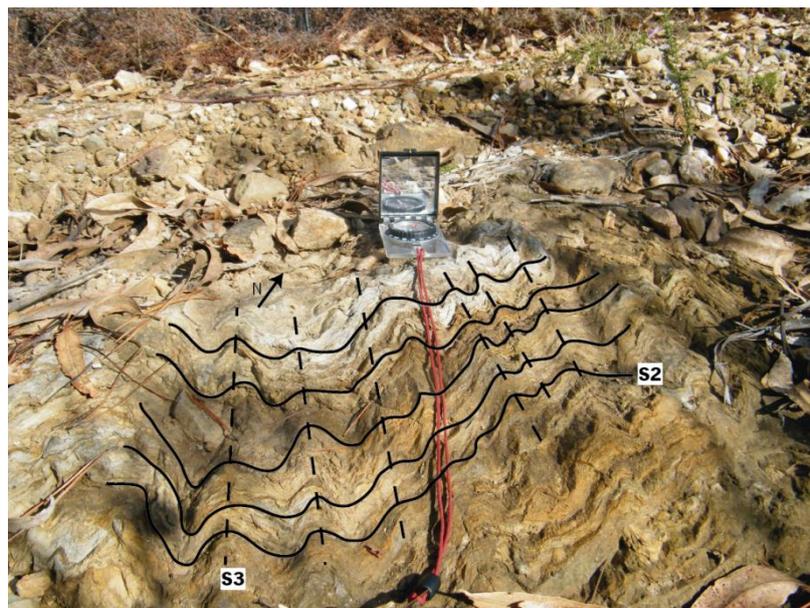


Figura 23 – Dobras (D_3) em micaxistos do Alóctone. (Plano axial: $332^\circ/90^\circ$; Eixo: $18^\circ/332^\circ$).

As estruturas do Autóctone identificadas em Covas apresentam uma foliação S_0/S_1 , com a atitude predominante próxima da horizontalidade (plano correspondente à máxima frequência: $N117^\circ/18^\circ NW$) – Figura 24 A, por vezes, mais verticalizada pela interferência da D_3 . Quanto ao Alóctone, a foliação principal é uma S_2 , tendencialmente sub-horizantal (plano correspondente à máxima frequência: $N0^\circ/17^\circ E$) – Figura 24 B, evidenciando alguma dispersão nas atitudes,

sendo frequentemente transposta pela S_3 sub-vertical (plano correspondente à máxima frequência: $N135^\circ/88^\circ SW$) – Figura 24 C. Os eixos de dobra da D_3 são sub-horizontais e ondulantes (tanto para NW, como para SE) – Figura 24 D. A lineação de estiramento observado tanto em S_{11} , como em S_{21} , é preferencialmente sub-horizontal e de direção NE-SW a W-E.

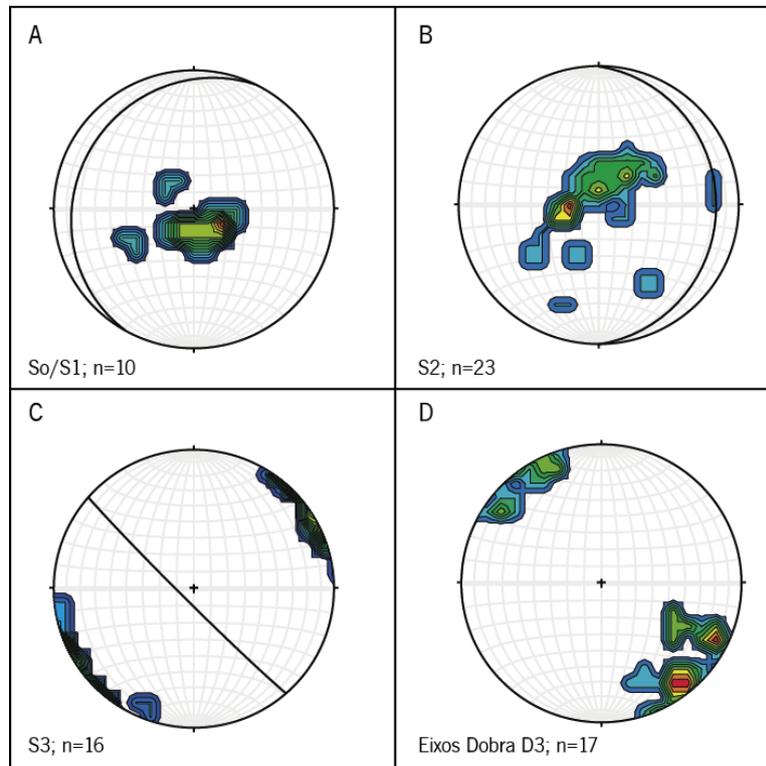


Figura 24 – Diagramas de densidades (rede de Schmidt, hemisfério inferior, contornos a 2%) e projeção estereográfica (rede de Schmidt, hemisfério inferior) dos planos de máxima frequência para S_0/S_1 , S_2 e S_3 . A- S_0/S_1 da Formação Sobrado; Unidade Vila Mou-Covas: B- S_2 ; C- S_3 ; D- eixos de dobra/lineações de crenulação da D_3 .

Capítulo IV. ENSAIO DE CORRELAÇÕES REGIONAIS COM OUTROS SETORES DA ZGTM

A ZGTM é um complexo conjunto de escamas tectónicas formadas por litologias distintas, desde as unidades exóticas do alóctone superior, ao ofiolito do alóctone intermédio e aos metassedimentos e metavulcanitos quer do alóctone inferior, quer do parautóctone (Meireles *et al.*, 2014). Meireles (2013) assinala que há claras diferenças litológicas entre os bordos SE e NE nesta zona tectónica: sobre unidades com afinidades com o Silúrico Autóctone da ZCI, ocorrem dois setores com distintas características litoestratigráficas, paleogeográficas e litogeoquímica – o setor do Minho Central/DEC e o setor de Alcañices.

Além das diferenças na fácies metassedimentar, existem também diferenças nos episódios vulcânicos. No caso do sector Minho Central – Celorico de Basto, os episódios de vulcanismo de Vila Nune são muito característicos: bimodal e de carácter toleítico continental (Pereira, 1987) e, de expressão cartográfica mais extensa. As características exalíticas de novas unidades reforçam o carácter continental destes episódios magmáticos (Meireles *et al.*, 2014). No domínio de Alcañices está-se em presença de um vulcanismo distinto, com afinidades calco-alcalinas de arco insular, ou seja, já diretamente relacionado com a franca abertura do oceano Varisco (Meireles, 2013).

Em síntese, é proposta uma correlação entre as unidades/complexos observados neste setor do Minho com os setores de Cabeceiras de Basto e de Vila Pouca de Aguiar (SW da ZGTM) – Tabela 2.

Capítulo V. MODELO GEOLÓGICO DO SETOR DE COVAS

A observação da carta geológica e dos perfis geológicos (Anexo I) permite-nos identificar dobras D_3 (com planos axiais sub-verticais) dobrando S_0/S_1 e S_2 . As janelas do Autóctone foram expostas pela erosão devido às antiformas geradas em D_3 . Também permite observar dois sistemas de falhas subverticais (NE-SW, tardi-varisco; NW-SE, reativando cisalhamentos da D_3) que provocam um complexo abatimento e movimentação dos blocos para W e para N.

No perfil AA' (Anexo I) no extremo W do mesmo, não se observaram *in situ* afloramentos de *skarns* e quartzitos. Todavia, a partir da análise de um dos perfis geofísicos do Serviço de Fomento Mineiro (Perfil P – +244000 (Folha 2)), foi possível perceber uma forte anomalia no perfil de potenciais naturais, na secção de resistividades elétricas e no perfil geoquímico de tungsténio, na zona da Ribeira de S. João, perfeitamente relacionável e sobreponível com a Sondagem 44 do Serviço de Fomento Mineiro (Figura 25).

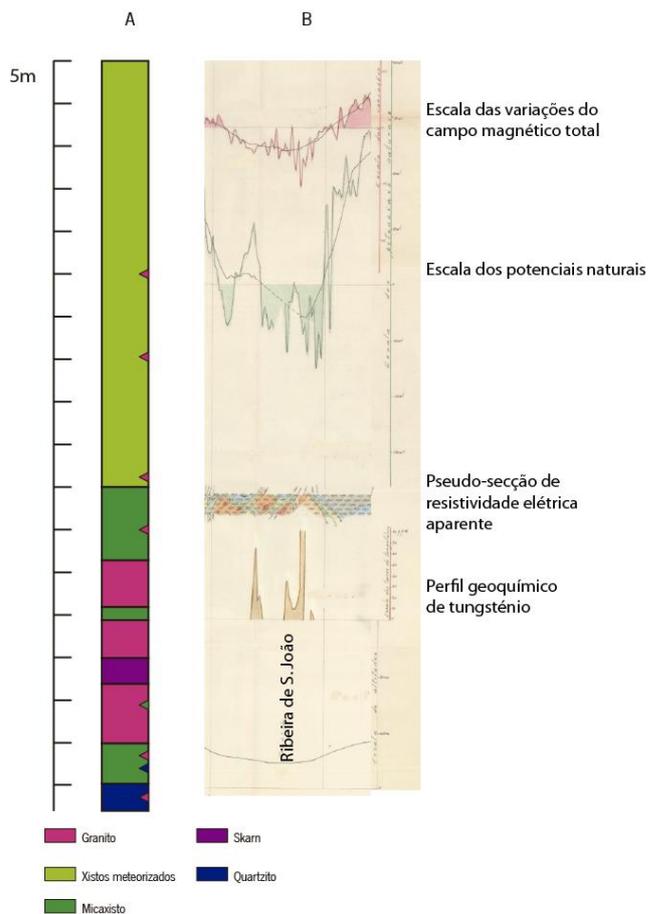


Figura 25 – A- Sondagem 44 do Serviço de Fomento Mineiro; B- Perfil geofísico P – +244000 (Folha 2) do Serviço de Fomento Mineiro.

Os resultados deste trabalho permitem propor um novo modelo geológico para o setor de Covas. Assim, onde antes tínhamos uma estrutura em domo – resultante de uma instalação diapírica, devida à implantação sub-superficial de uma massa magmática (tardi- D_2), numa antiforma mais precoce, da mesma fase (Coelho,1993) –, passamos a ter uma mega-dobra em bainha (Figura 26), redobrada pela D_3 , associada aos mantos dobrados, referidos por Dias & Leal Gomes (2013) da ZGTM. O limite desta estrutura é definido pelos quartzitos e *skarns* e, a sua forma elíptica deve-se à deformação da D_3 que gerou a antiforma.

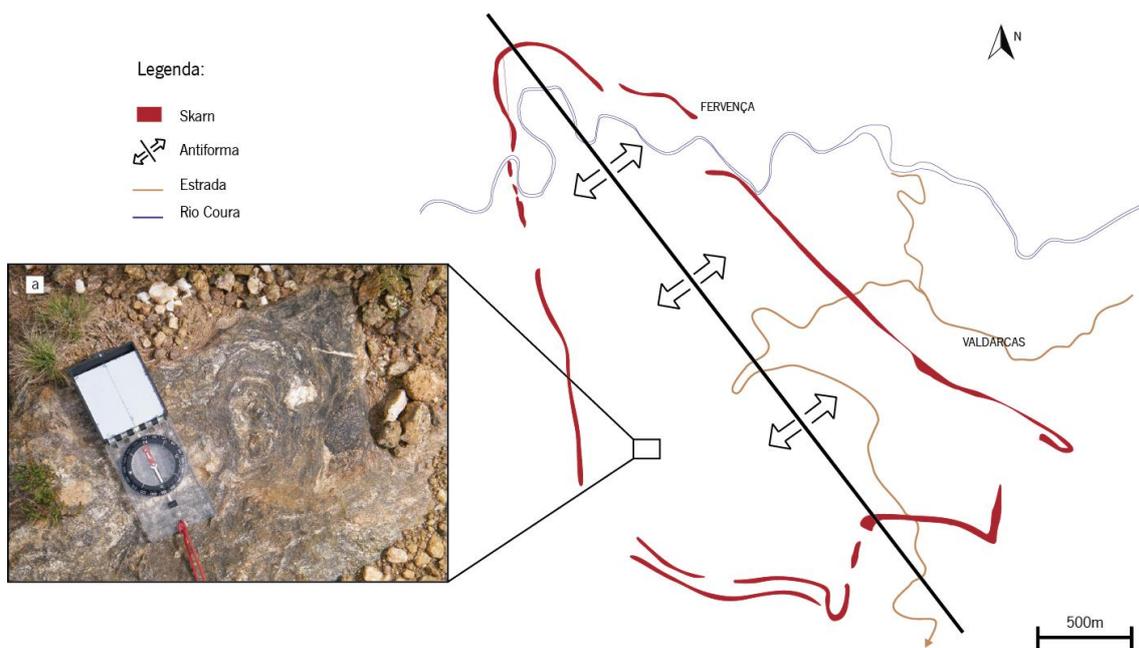


Figura 26 – *Eye-structure* resultante de um mega-dobra em bainha D_2 redobrada pela D_3 - setor de Covas". a) Afloramento exposto uma dobra em bainha no interior da mega-estrutura.

Capítulo VI. CONCLUSÕES

O setor de Covas localiza-se a Este do carreamento de Vila Verde e a oeste da zona de cisalhamento Malpica-Lamego e, compreende um conjunto de metassedimentos enquadrado pelo maciço granítico de Arga. Esta sequência está englobada no Alóctone Inferior da ZGTM.

Com este trabalho apresentou-se uma nova caracterização tectonoestratigráfica do setor de Covas, com uma separação mais precisa das unidades Autóctone (Formação Sobrado) e Alóctone (Unidade de Vila Mou-Covas), já referidas em Meireles *et al.* (2014).

O Autóctone apresenta litologias equivalentes à Formação Sobrado, nomeadamente metarenitos imaturos, ricos em óxidos de ferro hidratados, quartzitos cinzentos e, sedimentos terrígenos vermelho arroxeados de natureza greso-argilosa. Esta formação aflora, exposta pela erosão, em janelas tectónicas dos núcleos de dobras D_3 Varisca que redobram os mantos dobra da D_2 .

O Alóctone pertence à Unidade de Vila Mou-Covas sendo caracterizado litologicamente por micaxistos biotíticos, de grão médio, com porfiroblastos de cordierite e andaluzite abundantes, quartzofilitos, *skarns* e demais rochas calcossilicatadas.

Propõe-se a alteração do modelo geológico clássico para Covas, questionando-se a génese da estrutura ligada à provável instalação em profundidade de corpos magmáticos ou a um dobramento monofásico de uma sequência metassedimentar pertencente a uma só unidade litoestratigráfica. Pelo contrário, a estrutura do sector resulta da interferência de dobramentos Variscos da D_2 e da D_3 sobre uma complexa sequência tectonoestratigráfica de unidades protolíticas de várias origens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, R. (2014) – *Contribuição para um sistema de gestão integrada de sítios mineiros*. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho. Braga. 695 p.
- Bronkhorst, D. & Farinha, J. (1979) – Jazigo tungsténico de Covas. *VI Reunião sobre a Geologia do Oeste Peninsular*, Porto-Oviedo, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Fac. Cienc. Porto, 91, pp. 53-56.
- Coelho, J. (1993) – *Os “skarns” cálcicos pós-magmáticos, mineralizados em scheelite, do distrito mineiro de Covas, Vila Nova de Cerveira (Norte de Portugal)*. Tese de doutoramento, Univ. Porto, Porto. 570p.
- Coelho, J.; Perrin, M. & Garcia, D. (1988) – The Geological Setting of the Tungsten Skarn Ore From Covas, V. N. Cerveira (NW Portugal). *Publ. Mus. Lab. Miner. Geol. Fac. Cienc. Porto*, 4^a Sér., 42 pp.
- Conde, L. N.; Pereira, V.; Ribeiro, A. & Thadeu, D. (1971) – Jazigos hipogénicos de estanho e volfrâmio. In: *I- CHLAGE Madrid-Lisboa, Livro guia da excursão n.º 7*, Serv. Geol. Portugal., 81p.
- Dias, G. & Boullier, A. (1985) – Évolution tectonique, métamorphique e plutonique d'un sector de la chaîne hercynienne ibérique (Ponte de Lima,; Nord du Portugal), *Bull. Soc. Géol. France*, 1 (3), pp. 423-434.
- Dias, G. (1987) – *Mineralogia e Petrologia dos granitos Hercínicos associados a mineralizações Filonianas de Sn-W (Minho Portugal)*. Tese de Doutoramento, Univ. Minho, Braga, 304 p.
- Dias, P (2011) – *Análise estrutural e paragenética de produtos litológicos e mineralizações de segregação metamórfica - Estudo de veios hiperaluminosos e protólitos poligénicos Silúricos da região da Serra de Arga (Minho)*. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Braga. 464p.
- Dias, P. & Leal Gomes, C., (2010) – *Anfibolitos e rochas relacionadas do Monteiro e dos verdes – hipótese de correlação riftogénica para alguns terrenos Silúricos da região de Arga (Minho)*. e- Terra, Rev. Elec. Ciências da Terra, ISSN 1645-0388. VIII Congresso Nacional de Geologia, GEOTIC – Sociedade Geológica de Portugal, 16(7), 1-4.
- Dias, P., Leal Gomes, C., (2013) – *Considerações sobre a natureza vulcanogénica e exalativa de algumas formações metamórficas da Serra de Arga – Minho – Portugal – consequências para a cartografia*. Geodinâmica e Tectónica global; a importância da Cartografia Geológica. Livro de atas da 9^a Conferência Anual do GGET-SGP, Estremoz, 117-121.
- Dias, R. & Ribeiro, A. (1994) – *Constriction in a transpressive regime: an example in the Iberian branch of the Ibero-Armorican Arc*. *J. Struct. Geol.*, 16, 11, 1543-1554.

- Dias, R. & Ribeiro, A. (1995) – *The Ibero-Armorican Arc: a collision effect against an irregular continent?* Tectonophysics, 246, 113-128.
- Dias, R. & Ribeiro, A. (1998) – *Interaction between major sinistral wrench faults and coeval folds in a variscan transpressive regime (NE Portugal)*. Comunic. Serv. Geol. Port., 85, 19-27.
- Diez Balda, M., Vegas, R. & Gonzalez Lodeiro, F. (1990) – *Structure In: Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Dallmeyer, R.D. and Martinez Garcia, E. (Editors), Springer-Verlag, Berlin, 172-188.
- Dória, M. A., (1999) – *Evolução dos Fluidos Associados a Processos Mineralizantes: Aplicação à Região Aurífera de Vila Pouca de Aguiar*. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Tese), 345 pp.
- Farias, P., Gallastegui, G., González Lodeiro, F., Marquínez, J., Martín Parra, L.M., Martínez Catalán, J.R., Pablo Maciá, J.G. & Rodríguez Fernández, L.R. (1987) – *Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafía y estructura de Galicia Central*, Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências Univ. Porto , 1, 411-431.
- Ferreira, N., Dias, G., Meireles, C. & Sequeira Braga, M.A. (2000) – *Carta Geológica de Portugal na Escala 1/50.000 e Notícia Explicativa da folha 5-D (Braga)*, 2ª edição, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 68p.
- Iglésias, M.P.L., Ribeiro, M.L. & Ribeiro, A. (1983) – La interpretation aloctonista de la estrutura del Noroeste Peninsular. *In: Comba, J.A (Coord.), Geología de España*. Libro Jubilar J.M. Rios. Tomo I, Inst. Geol. y Minero España, Madrid, 459-467.
- Instituto Geográfico do Exército, 1996 - Carta Militar de Portugal – Folha 15, Paredes de Coura. Escala 1:25.000, Série M 888, Edição 2.
- Instituto Geográfico do Exército, 1997- Carta Militar de Portugal – Folha 14, Caminha. Escala 1:25.000, Série M 888, Edição 2.
- Julivert, M., Fontbote, J.M., Ribeiro, A. & Conde, L. (1972) – *Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*, 1:1.000.000, Inst. Geol. Min. España.
- Julivert, M., Fontbote, J.M., Ribeiro, A. & Conde, L. (1974) - *Memória Explicativa del Mapa Tectonico de la Península Iberica y Baleares*. Inst. Geol. Min. España, 113 p.
- Leal Gomes, C. (1986a) – *Campo Filoniano da Serra de Arga (Minho): Contribuição para o seu conhecimento estrutural e geoquímico*. Síntese para as Provas de A.P.C.C., Univ. Minho, 163 p. 27.
- Leal Gomes, C. (1986b) – Esboço de caracterização estrutural do campo filoniano de Arga (Minho). *Maleo*, Bol. Infor. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, 2 (13), pp. 23-24.

- Lotze, F. (1945) – *Zur gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*. Geotkt. Forsch., n° 6, 78-92.
- Matte, PH. (1968) – *La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)*. Extrait Trav. Lab. Geol. Fac. Sc. Grenoble, 44, 128 pp.
- Meireles, C., Castro, P. & Pereira, E. (1997) – Novos dados litoestratigráficos, estruturais e metamórficos do Paleozóico da região de Braga. *Comunic. XIV Reun. Geol. Oeste Penin.*, Vila Real; 301-304.
- Meireles, C., Ribeiro, A. & Pereira, E. (1995) – Contribuição para o conhecimento da Litoestratigrafia e Tectónica do Paleozóico a Norte de Bragança. *In: Sodr e Borges, F., & Marques, M. (Eds.), IV Congresso Nacional de Geologia*, Fac. Ciências, Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Porto, 4, 349-353.
- Meireles, C.; Pamplona, J. & Castro, P. (2014) – Lito e tectono-estratigrafia da Unidade do Minho Central e Ocidental: uma proposta de reclassifica o. *Comunica es Geológicas* 101, Especial I, 269-273.
- Meireles, C.A.P. (2013) – *Litoestratigrafia do Paleozóico do sector a nordeste de Bragança (Tr s-os-Montes)* - Serie Nova Terra, n  42. Instituto Universitário de Geologia “Isidro Parga Pondal”, Univ. Coru a, 471 p, (1 Mapa Geol. + 4 Anexos).
- Pereira, E., (1987) – *Estudo geológico estrutural da região de Celorico de Bastos e sua interpreta o geodinâmica*. 244p. Universidade de Lisboa. Tese de Doutoramento.
- Pereira, E., coord., (1989) – *Folha 1, Minho. Carta Geológica de Portugal 1/200 000*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- Pereira, E., coord., (1992) – *Notícia explicativa da Carta Geológica de Portugal 1/200 000, folha 1*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. 83p.
- Pereira, E., coord., (2000) – *Carta Geológica de Portugal   escala 1:200.000, Folha 2*, Inst. Geol. Mineiro. Lisboa.
- Pereira, E.S., coord., (2006) – *Notícia Explicativa da Carta Geológica de Portugal   escala 1:200.000, Folha 2*, Inst. Nac. Eng. Tec. Inov., Lisboa, 119 pp.
- Pereira, P. (2006) – *Patrim nio geomorfológico: conceptualiza o, avalia o e divulga o. Aplica o ao Parque Natural de Montesinho*. Tese de Doutoramento, Escola de Ciências da Universidade do Minho, Braga, 370 pp (2 mapas e anexos).
- Ramos, R. (2012) – *Condicionamentos tectono-estratigráficos e litogeoquímicos da evolu o metamórfica Varisca, nas unidades Parautóctones (Tr s-os-Montes Ocidental)*. Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e Universidade de Aveiro. Porto. 354 p.

- Ribeiro, A. (2013) – Evolução Geodinâmica de Portugal; os ciclos ante-Mesozóicos. *In:* R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg (Eds), *Geologia de Portugal*, vol. 1, Escolar Editora, 15-57.
- Ribeiro, A., (1974) – *Contibution a l'Étude Tectonique de Trás-os-Montes Oriental*. Mem. Serv. Geol. Portug, 24: 168 p.
- Ribeiro, A., *et al.* (2013) – Unidades Alóctones da região de Morais (Trás-os-Montes oriental). *In:* R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg (Eds), *Geologia de Portugal*, vol. 1, Escolar Editora, 333-376.
- Ribeiro, A., Pereira, E. & Dias, R. (1990) – Structure of the Centro-Iberian Allocthon in the northwest of the Iberian Peninsula. *In:* Dallmeyer, R.D. & Martinez-Garcia, E. (Eds). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer Verlag, Heidelberg, 220-236.
- Ribeiro, A., Pereira, E., Ribeiro, M.L. & Castro, P. (2006) – Unidades Alóctones da região de Morais (Trás-os- Montes Oriental). *In:* R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha & J. C. Kullberg (Eds.). *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, Univ. Évora, 85-105.
- Ribeiro, A.; Munhá, J.; Dias, R.; Mateus, A.; Pereira, E.; Ribeiro, L.; Fonseca, P.; Araújo, A.; Oliveira, T.; Romão, J.; Chaminé, H.; Coke, C.; Pedro J. (2007) – *Geodynamic evolution of the SW Europe Variscides*. *Tectonics*. 26 (6).
- Ribeiro, M. A., Dória, A., Noronha, F., (1999) – The role of fluid evolution in Au enrichment in Vila Pouca de Aguiar area, Portugal. *In:* Stanley C. J. et al, Eds., *Mineral Deposits: Processes to Processing*, Vol II, Balkema, Rotterdam (SGA-IAGOD International Meeting, Londres): 1029-1032
- Ribeiro, M.A., Noronha, F. & Cuney, M. (2003) – Importância do estudo litogeoquímico na caracterização das unidades tectonoestratigráficas do Parautóctone da Zona Galiza Média Trás-os-Montes. *Ciências da Terra (UNL)*, Número Especial V, CD-ROM, B89-B92.
- Ribeiro, M.L. & Ribeiro, A. (2004) – *Análise petrográfica e textural dos Gnaisses de Saldanha (Trás-os-Montes oriental): elementos para nova interpretação estratigráfica*. *Comunic. Geol.*, 91, 5-16.
- Rodrigues, J. F. S. (2008) – *Estrutura do Arco da Serra de Santa Comba – Serra da Garraia. Parautóctone de Trás-os-Montes*. Tese de Doutoramento (n. publ.) Univ. Lisboa, 308 pp.
- Rodrigues, J., Pereira, E. & Ribeiro, A. (2006) – Sucessão Parautóctone da Zona Galiza – Trás-os-Montes: singularidade paleogeográfica versus complexidade tectónica. *In:* J. Mirão & A. Balbino (Eds.), *VII Congresso Nacional de Geologia*, Livro de Resumos, Pólo de Estremoz, Univ. Évora, 115-118.

- Rodrigues, J., Ribeiro, A. & Pereira, E. (2003) – Macroestrutura Varisca do Arco da Garraia – Santa Comba (Murça, NE de Portugal). *VI Cong. Nac. Geol. Ciências da Terra* (UNL), Lisboa, nº esp. V, CD-ROM, D74- D75.
- San José, M.A., Palaez Pruneda, J.R., Vilas Minondo, L. & Herranz Araújo, P. (1974) – Las séries ordovicicas y preordovicicas del sector central de los Montes de Toledo. *Bol. Geol. Minero*, 85, 21-31.
- San José, M.A., Pieren, A.P., Garcia-Hidalgo, J.F., Vilas, L., Herranz, P., Palaez, J.R. & Perejon, A. (1990) – Ante-Ordovician Stratigraphy. *In: Dallmeyer, R.D. & Martínez-García, E. (Eds.). Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer-Verlag, 147-159.
- Scotese, C.R., 2001. *Paleomaps project*. <http://www.scotese.com/>
- Silva, J. C. (2011) – *Complexo Metamórfico da Foz do Douro: Contributos Científico – Didácticos*. Tese de mestrado, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. Porto. Pag. 10 a 22.
- Teixeira, C.; Assunção, C. (1961) – *Notícia explicativa da folha 1-C, Caminha*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- Teixeira, C.; Perdigão, J. C. (1962) – *Carta Geológica à escala 1/50000. Folha 1-C (Caminha)*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa

ANEXOS

Anexo 1 – Carta Geológica do setor de Covas

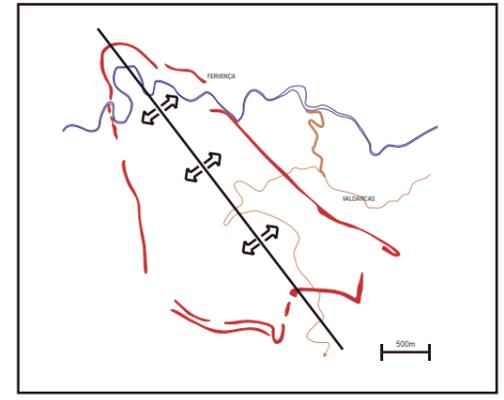
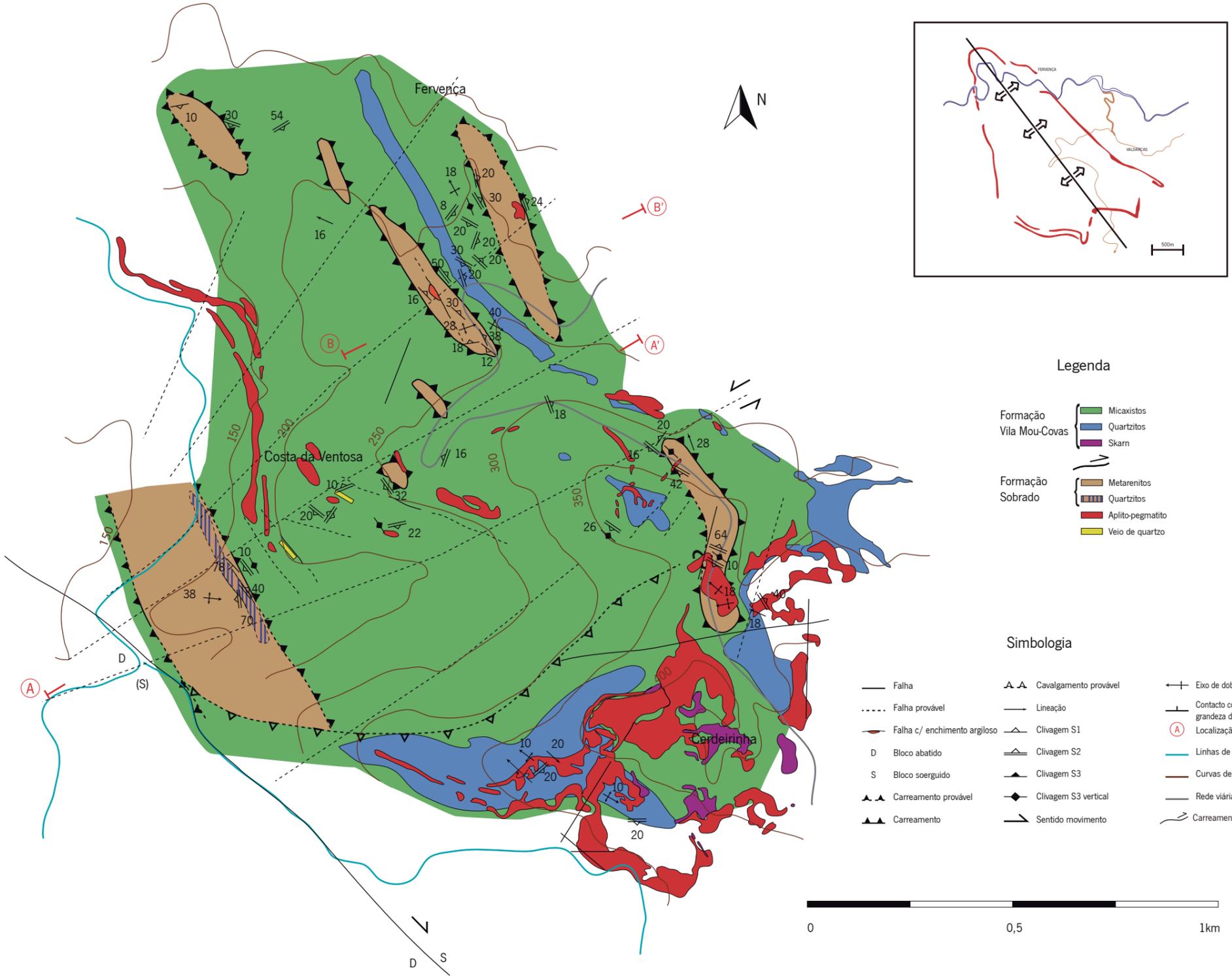


Carta Litoestrutural do Setor de Covas (Minho - NW de Portugal)

Rodrigo Corte Real. 2015.

Cartografia de pegmatitos e skarns adaptada de Dias, 2011

Universidade do Minho
Escola de Ciências

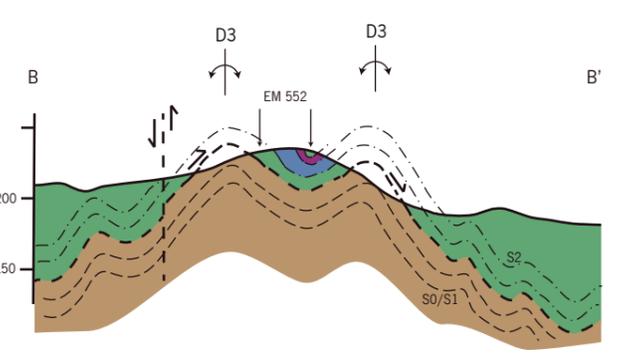
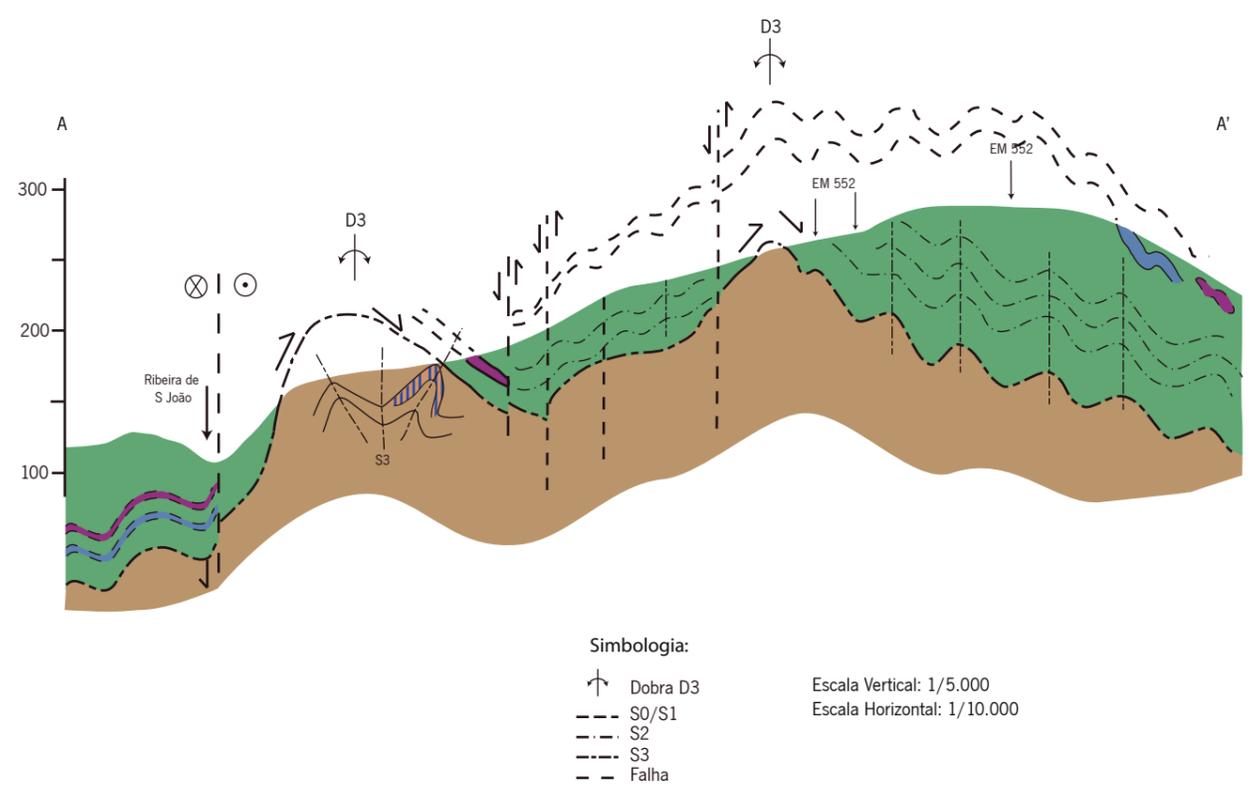


Legenda

- Formação Vía Mou-Covas**
- Micaxistos
 - Quartzitos
 - Skarn
- Formação Sobrado**
- Metarenitos
 - Quartzitos
 - Aplito-pegmatito
 - Veio de quartzo

Simbologia

- Falha
- Falha provável
- Falha c/ enchimento argiloso
- D Bloco abatido
- S Bloco soerguido
- Carreamento provável
- Carreamento
- Cavalgamento provável
- Lineação
- Clivagem S1
- Clivagem S2
- Clivagem S3
- Clivagem S3 vertical
- Sentido movimento
- Eixo de dobra
- Contacto com sentido e grandeza da inclinação
- Localização perfis
- Linhas de água
- Curvas de nível
- Rede viária
- Carreamento



Simbologia:

- Dobra D3
- S0/S1
- S2
- S3
- Falha

Escala Vertical: 1/5.000
Escala Horizontal: 1/10.000