

O caminho de ferro da Mina de S. Domingos ao Pomarão: um percurso geo-educacional na Faixa Piritosa Ibérica

José Tomás Oliveira¹ e João Xavier Matos²

INTRODUÇÃO À GEOLOGIA REGIONAL

A região compreendida entre Mértola, Pomarão e Mina de São Domingos constitui, provavelmente, o troço da Faixa Piritosa onde as formações se encontram melhor expostas e onde a problemática da geologia regional pode ser melhor apreciada, ver Fig. 1. São reconhecidos dois tipos de sucessões tectono-estratigráficas, *i.e.* sucessões enraizadas (autóctones ou parautóctones) e sucessões estratigráficas em posição alóctone.

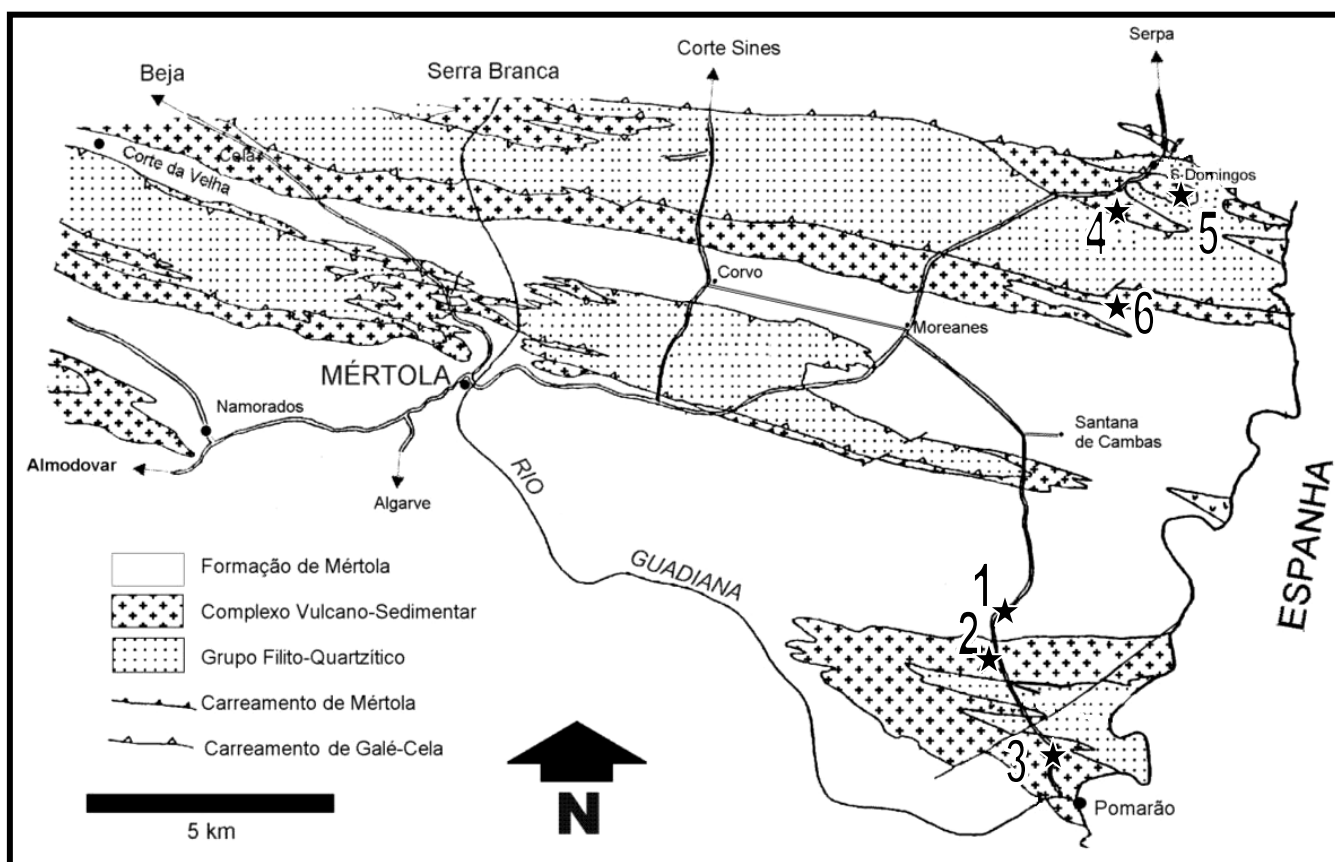


Fig. 1- Mapa geológico esquemático da região compreendida entre Mértola, Pomarão e Mina de São Domingos, com indicação das paragens (P).

O Anticlinal de Pomarão proporciona a observação da sequência estratigráfica aflorante mais completa de toda a Faixa Piritosa, particularmente bem exposta no seu flanco normal (que será visitado durante a excursão, ver Fig. 5). São aqui reconhecidas em perfeita ordem as seguintes unidades, de baixo para cima (Boogard, 1967, Oliveira & Silva, 1990): Grupo Filito-Quartzítico, constituído por filitos, quartzitos e quartzovaques na parte inferior (Formação Eira do Garcia), a que se sobrepõem xistos argilosos, com intercalações de nódulos e lenticulas de carbonatos (Formação

¹ Instituto Geológico e Mineiro – Alfragide, tomas.oliveira@igm.pt

² Instituto Geológico e Mineiro – Beja, joao.matos@igm.pt

de Nascedios) estes últimos datados do Fameniano Médio a Superior; Complexo Vulcano-Sedimentar (CVS) constituído por três episódios vulcânicos principais de composição ácida, entre os quais se intercala sedimentação terrigena ou vulcano-detritica, e ainda diques e soleiras de doleritos e microdioritos, com idade escalonada entre o Fameniano Superior e o Viseano Superior; a Formação de Mértola, que constitui a unidade basal do Grupo do Flysch do Baixo Alentejo (Oliveira *et al.*, 1979), com sedimentação turbidítica dominante datada do Viseano Superior.

Na região da Mina de São Domingos identificam-se várias estruturas em sinforma e antiforma, onde a sequência estratigráfica, embora não tão bem exposta como no Pomarão, pode ser estabelecida (Oliveira & Silva, 1990). O CVS é constituído por um episódio vulcânico básico a intermédio, ao qual se sobrepõe um episódio vulcânico ácido predominantemente riolítico, intercalações de sedimentos terrigenos e vulcanogénicos finos e felsitos, estes mais frequentes a topo da sucessão fazendo lembrar os vulcanitos da Formação de Águia do Pomarão (que serão observados durante a excursão) e intrusões de diabases. Lateralmente, os episódios vulcânicos parecem reduzir-se a um episódio básico (na mancha de Sapateiros, perto do rio Chança), mostrando a variação de fácies vulcânicas que pode ocorrer.

A topo do CVS da região da Mina de São Domingos ocorre um conjunto constituído por xistos e quartzitos, com algumas passagens de quartzoaques e de tufitos. De salientar, é o facto dos quartzitos e quartzoaques se apresentarem frequentemente dispersos no seio dos xistos, em blocos com dimensões variando de poucos centímetros a várias dezenas de metros. Este dispositivo deverá ter resultado da conjugação de processos gravitacionais, provavelmente associados à fase orogénica distensiva que gerou o vulcanismo bimodal, que terão gerado olistostomas, e da deformação tectónica, em particular a clivagem xistenta com componente cisalhante associada ao episódio S_{1b} responsável pela frequente rotação que os blocos evidenciam. Este conjunto litológico tem características semelhantes às da Formação Eira do Garcia, no Anticlinal do Pomarão, e ao Grupo Filito-Quartzítico de toda a Faixa Piritosa, tendo sido datado do Devónico Superior (Fameniano superior) a sul da Mina de São Domingos (Cunha & Oliveira, 1986), e mais recentemente numa sondagem efectuada a leste da corta (ver **paragem 5**). Isto é, a unidade litoestratigráfica que se sobrepõe ao CVS na região da Mina de São Domingos é claramente distinta, em termos de litologia e de idade, da que se encontra suprajacente ao mesmo complexo no Pomarão. Assumindo que, a exemplo de outras regiões, a idade do CVS está escalonada entre o Fameniano Superior e o Viseano Superior, a única maneira de se explicar a posição do conjunto tipo F.Q. na Mina de São Domingos é admitir que está em posição tectónica alóctone. De facto, os xistos e quartzitos da Mina de São Domingos são parte integrante do designado Manto da Galé-Cela (Silva *et al.* 1990).

Em termos de metamorfismo, este desenvolveu-se de maneira progressiva, desde um estágio sin-orogénico, até claramente pós-orogénico, estando todas as unidades na fácies da prenhite-pumpeleite (Munhá, 1976).

Paragem 1

Localização: A cerca de 1km a Oeste da povoação de Salgueiros, na estrada para o Pomarão.

Na barreira do lado ocidental da estrada observam-se vários filões clásticos, cortando perpendicularmente várias bancadas de xistos e grauvaques. A espessura destes filões é de poucos centímetros e a sua extensão vertical é variável, podendo atingir os 60cm. Os filões são constituídos por sedimentos grosseiros de natureza grauvacóide e resultaram do preenchimento “per descensum” de fracturas abertas no substrato de natureza turbidítica já endurecido, ver Fig. 2.

Paragem 2

Localização: A cerca de 1,5 km a SW da povoação de Salgueiros, na estrada para o Pomarão.

O flanco normal do Anticlinal do Pomarão põe em evidência, de um modo quase contínuo, a sequência litoestratigráfica do CVS, bem como do respectivo encaixante. Esta paragem tem como principal objectivo a observação dessa sequência (Fig. 3), através da realização de um corte

geológico com extensão aproximada de 0,5km, ao longo do qual são seleccionados pontos específicos para observação e discussão, usando critérios litológicos, sedimentológicos, petrológicos e estruturais (Fig. 5). Trata-se de um corte clássico da Faixa Piritosa (Carvalho *et al.*, 1976; Oliveira *et al.*, 1998) e agora modificado, cujo conhecimento é essencial para se poder entender a geologia regional.

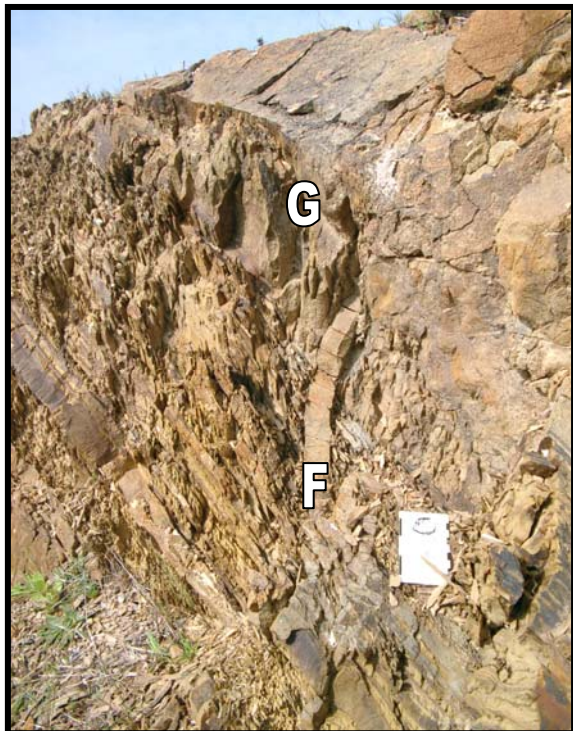


Fig. 2- Filão clástico em sedimentos turbidíticos da Formação de Mértola. F – filão, G – nível de grauvaques.

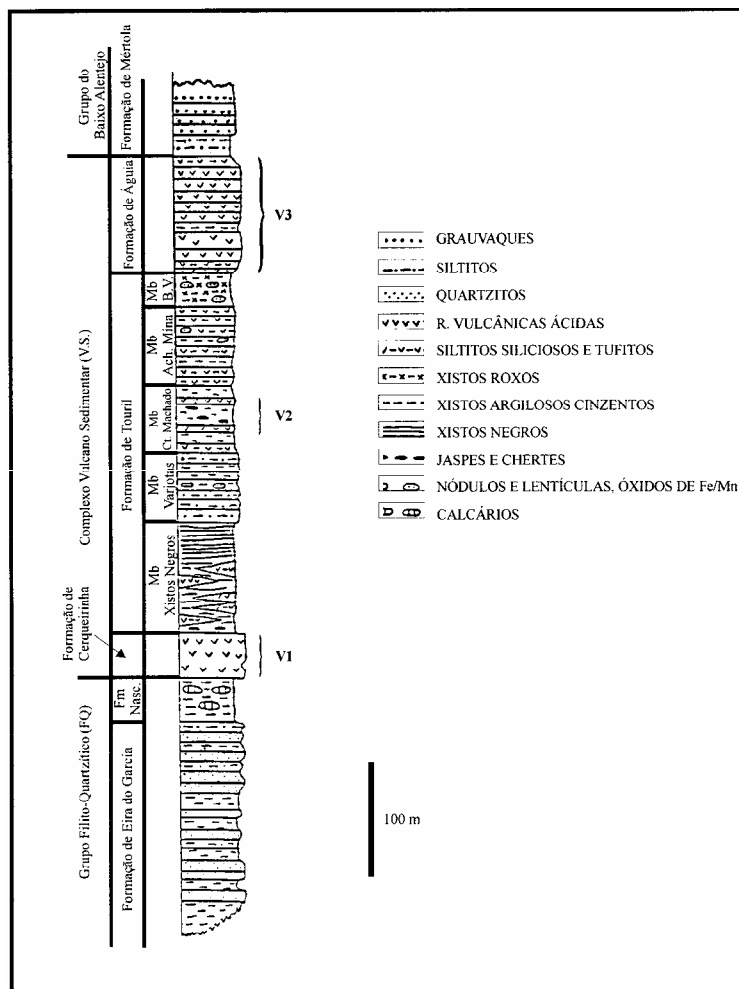


Fig. 3 - Coluna estratigráfica detalhada da sequência CVS/Grupo FQ, no flanco normal do Anticlinal do Pomarão (ad. de Oliveira & Silva, 1990).

Local a (opcional) - Observação dos grauvaques e xistos argilosos que constituem a base da Formação de Mértola. Notar os critérios sedimentológicos (granose-lecção) que indicam polaridade normal, concordante com os dados estruturais ($S_1 > S_0$; $L_1(S_1 \wedge S_0) = 15^\circ NW$), bem como a refração da clivagem xistenta. Os níveis da base da Formação de Mértola forneceram, noutros locais, fósseis de goniatites e de *Posidonia becheri* que indicam o Viséano Superior, ver Fig. 4.

Local b - A Formação de Águia (vulcanismo V₃) está bem exposta na barreira ocidental da estrada. Observam-se bancadas de rochas com tonalidade amarelo-acastanhada, granulares a microgranulares, essencialmente constituídas por cristais de quartzo e feldspatos dispersos numa matriz siliciosa muito fina. As bancadas apresentam-se predominantemente maciças, mas podem observar-se localmente laminações paralela e cruzada de pequena escala, bem como granoselecção fruste.

Ao microscópio estas rochas são constituídas por quartzo, albite e feldspato potássico, raros clastos líticos siliciosos, dispersos numa matriz muito fina felsítica. Estas rochas, classificadas por Boogard (1967) como tufitos, correspondem a rochas vulcanoclásticas, provavelmente remobilizadas a partir de aparelhos vulcânicos submarinos de natureza rio-dacítica. Entre as bancadas há níveis pouco espessos de xistos siliciosos (antigas lamias siliciosas), evidenciando, por vezes, a presença de radiolários. Nas fácies mais finas é visível clivagem de fractura, em cujos planos se desenvolvem sericite e clorite de recristalização metamórfica. A lineação de intercepção L_1 mantém a mesma posição que no local anterior.

Fig. 4 – Fósseis de *Posidonia becheri* (Viseano Superior) em sedimentos turbidíticos da Formação de Mértola, lado oriental da ponte sobre o Rio Guadiana em Mértola.



Local c - Neste local observam-se as litologias características do Membro Xistos Borra de Vinho, que constitui a unidade superior da Formação de Touril. A cor púrpura típica, com passagens esverdeadas, é devida à presença de óxidos de Fe/Mn disseminados na rocha, mas podendo aparecer em concentrações nodulares ou lenticulares, estas últimas tendo chegado a ser objecto de pesquisa mineira.

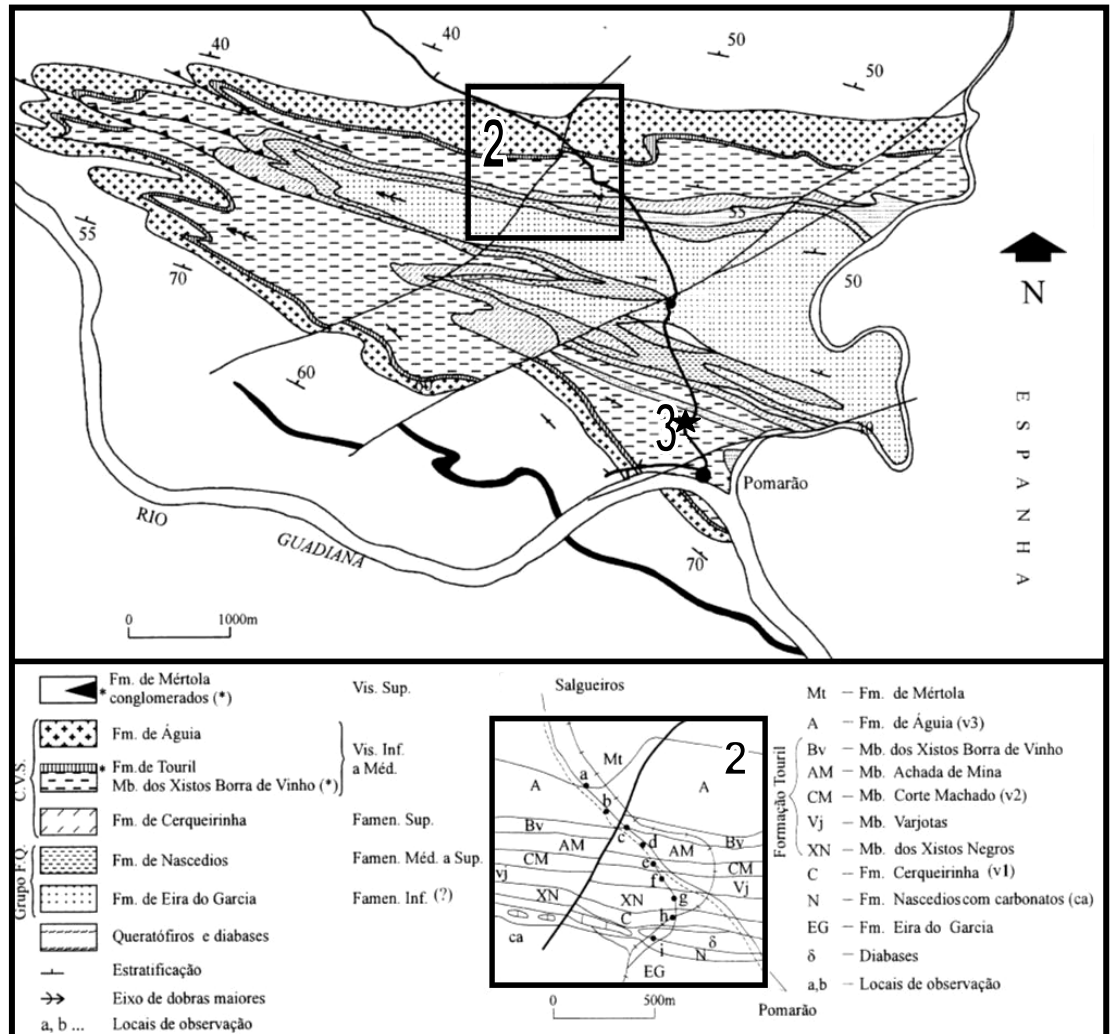
Características são também as pontuações esbranquiçadas que correspondem a radiolários. Observa-se ainda, em boas condições, a lineação de intercepção L_1 , que se mantém com a posição vista anteriormente. Esta unidade constitui um excelente nível guia para a cartografia geológica, ocupando grande extensão, tanto em Portugal como em Espanha. Os afloramentos desta formação são responsáveis por anomalias de Cu em solos (cartografia geoquímica não publicada, IGM).

Local d - Em ambas as barreiras, na curva da estrada, estão bem expostas as litologias do Membro Achada da Mina, caracterizadas por uma sucessão de bancadinhas centimétricas de sedimentos siliciosos finos, evidenciando granoselecção, e nódulos de óxidos de Fe/Mn, de origem diagenética. Ao microscópio, os sedimentos finos mostram ser constituídos por sericite e sílica, evidenciando clivagem de fractura que provoca a reorientação da sericite e dos óxidos de ferro, e em cujos planos ocorre clorite metamórfica. O afloramento mostra em boas condições a relação $S_0 > S_1$, indicando flanco normal, a refração da clivagem (Fig. 6), um cavalgamento intraformacional vergente para SW (Fig. 7), uma falha inversa (Fig. 8) na parte sul da barreira ocidental e, também, na parte norte desta barreira, a caixa de falha de largura métrica associada a uma falha tardi-hercínica esquerda com orientação para NE, que atravessa o anticlinal.

Local e (opcional) – Numa pequena barreira, alguns metros a oeste da estrada, são visíveis dois níveis métricos de vulcanitos (vulcanismo V2) que aparecem intercalados em xistos cinzentos-esverdeados siliciosos, constituindo no seu todo o Membro de Corte Machado. Os vulcanitos

estão representados por hialoclastitos finos remobilizados, com bandado interno, com restos de esferólitos (de desvitrificação) e clastos de lava ácida, numa matriz siliciosa felsítica (no nível superior), ou por hialoclastitos remobilizados xistificados, constituídos por fenocristais de quartzo e albite, clastos líticos de rochas vulcânicas muito finas e agregados de minerais opacos, dispersos numa matriz muito fina sericítica (no nível inferior). Os xistos siliciosos são constituídos por uma poalha microcristalina siliciosa com sericite e clorite de neoformação.

Fig. 5 - Mapa geológico do Anticlinal do Pomarão (ad. de BOOGAARD, 1967 e Oliveira & Silva, 1990), com indicação dos locais de observação.



Local f - Saindo da estrada, em direcção ao caminho de ferro abandonado, aparecem expostas as litologias do Membro Varjotas que compreendem bancadinhas de arenitos finos de composição quartzováquica, evidenciando laminação cruzada de pequena escala associada a ripples de corrente, e também rastros de pistas orgânicas mal definidas, e intercalações de xistos argilosos cinzentos. Em vários locais do anticlinal ocorrem nódulos e lenticulas ricos em óxidos de Fe/Mn, particularmente desenvolvidas no seu flanco inverso (ver **paragem 3**).

Local g - O Membro dos Xistos Negros aparece exposto ao longo do caminho de pé posto, junto à pequena linha de água. São xistos compactos, originalmente negros, mas que aparecem em tons rosados devido à meteorização. Intercalados na parte superior da unidade ocorrem níveis lenticulares de vulcanitos ácidos finos de tonalidade clara, com dimensões métricas, e na parte inferior são frequentes nódulos e lenticulas de chertes cinzentos ricos em radiolários. Estes xistos negros forneceram esporos da biozona LN indicando o Devónico terminal (Estruniano).

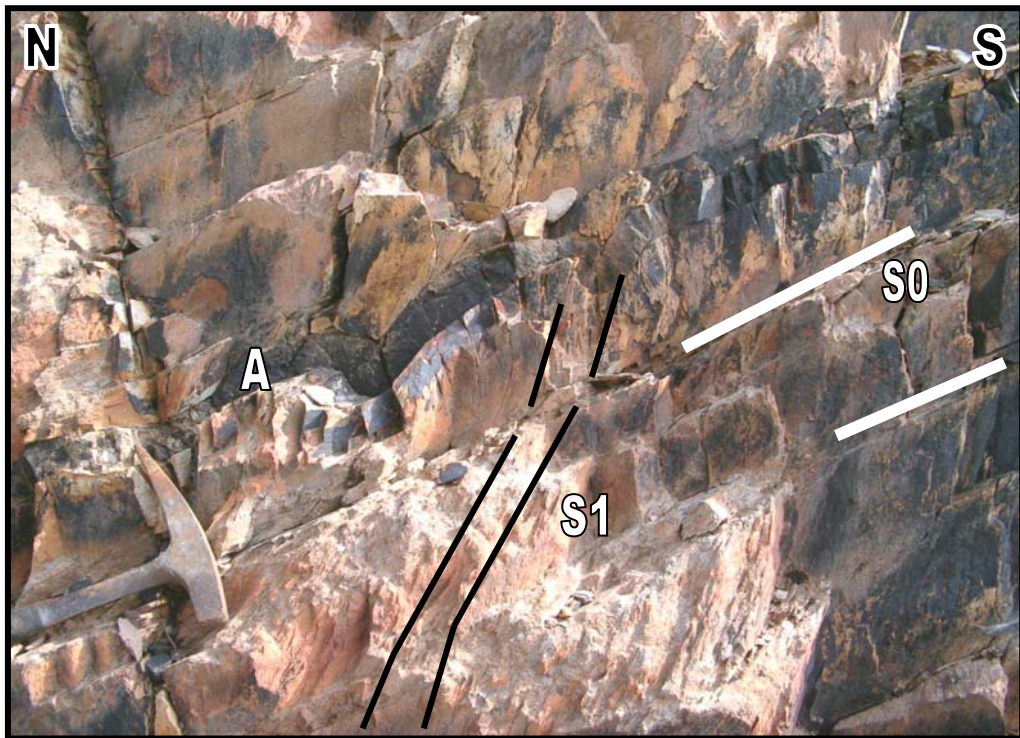


Fig. 6 - Membro Achada da Mina - sedimentos siliciosos finos com nódulos e níveis centimétricos de óxidos de Fe/Mn (A). Relação $S_0 > S_1$ indicando flanco normal e refração da clivagem condicionada à competência dos níveis sedimentares.

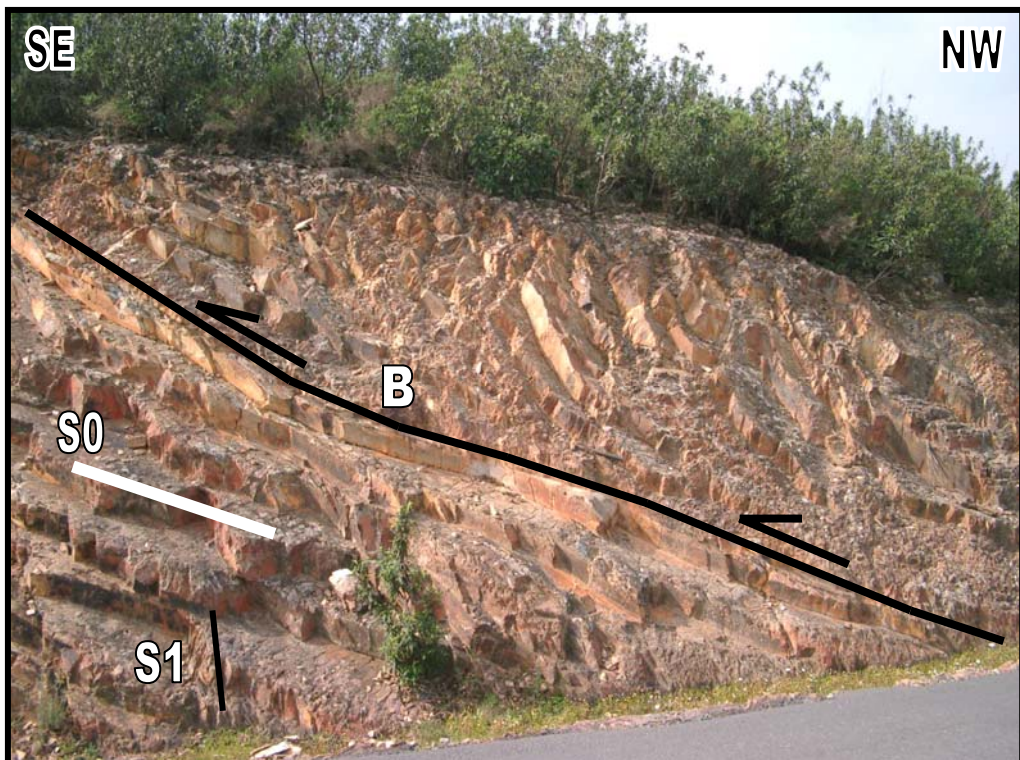


Fig. 7 - Membro Achada da Mina - cavalgamento intraformacional vergente para SW, em sedimentos siliciosos. Relação $S_0 > S_1$ indicando flanco normal. B – brecha tectónica.



Fig. 8 - Membro Achada da Mina – falha inversa com brecha associada (B).

Local h - Observação das litologias da Formação Cerqueirinha (vulcanismo V_1). O contacto com os xistos negros, a tecto, é brusco no local. As rochas vulcânicas apresentam-se xistificadas sendo constituídas por materiais de aspecto vulcanoclástico, de cor cinzenta, ricos em fenocristais de feldspato visíveis à vista desarmada. Ao microscópio evidenciam-se fragmentos cristalinos de albite, quartzo e líticos de felsitos, numa matriz muito fina predominantemente siliciosa e com sericite associada à clivagem xistenta. A deformação tectónica e as alterações metamórficas não permitem identificar qual a natureza original destes vulcanitos.

Caminhando para leste, a trincheira norte do caminho de ferro abandonado mostra a continuação das litologias acima descritas, nas quais aparecem intercalados vários níveis de rochas vulcânicas félsicas coerentes (riólitos), de espessuras decimétricas a métricas, evidenciando contactos bruscos com o encaixante, o que sugere tratar-se de intrusões, ver Fig. 9. Estas rochas apresentam brechificação, provavelmente de origem térmica, por arrefecimento rápido. A sua alteração meteórica provoca caulinitização esbranquiçada. Os vulcanitos encaixantes apresentam-se, por vezes, em bancadas com estratificação interna sugerindo remobilização. Noutros casos são visíveis estruturas do tipo “pseudo-fiamme” sugerindo a presença de hialoclastitos e esferólitos associados ao processo de desvitrificação de vidros vulcânicos. A relação de todas estas estruturas com o ambiente vulcânico submarino onde foram geradas, não está ainda devidamente estudada.

Na parte leste da trincheira pode observar-se o contacto das rochas ácidas com os xistos negros da unidade suprajacente, parecendo haver aí interdigitação entre ambas as litologias, o que sugere ter havido peperitização (intrusão de lava em sedimentos ainda moles e húmidos). De salientar ainda a ocorrência de uma intrusão de rocha básica em xistos negros. Esta intrusão deve ser contemporânea dos doleritos que intruem a Formação Nascedios (ver local seguinte e Fig. 10).

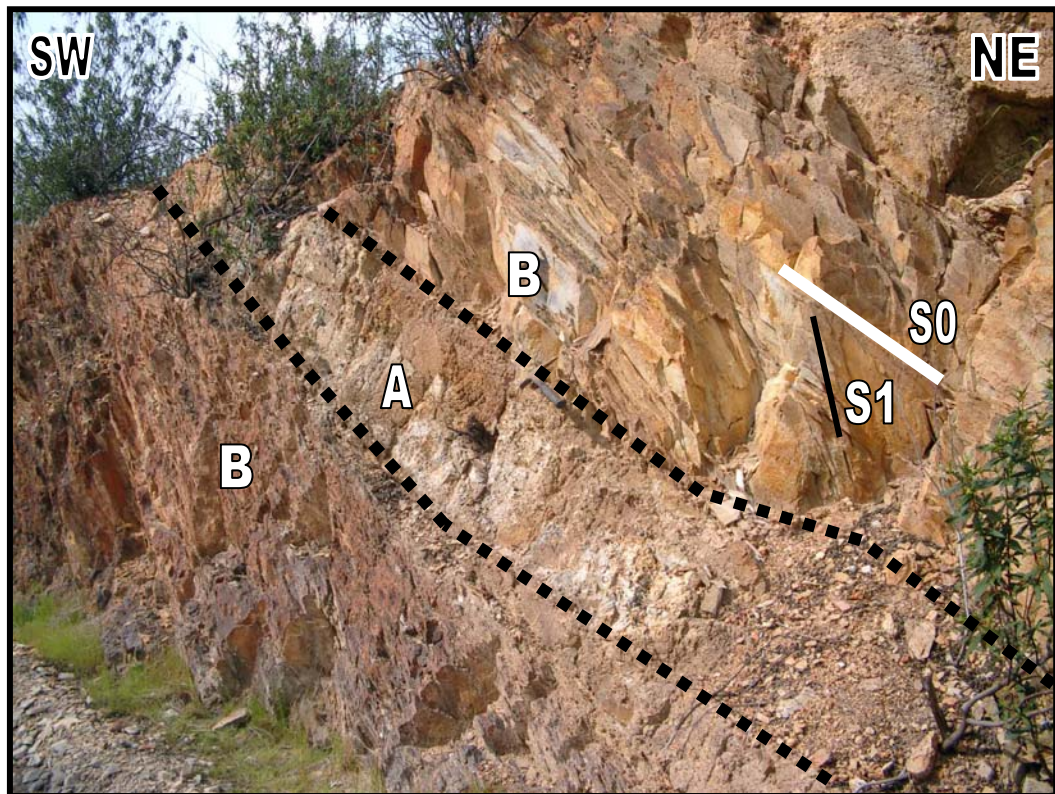


Fig. 9 – Formação Cerqueirinha – contacto intrusivo entre filão camada riolítico fortemente brechificado (A) e vulcanitos vulcanoclásticos com estratificação interna (B). Relação $S_0 > S_1$ indicando flanco normal.

Local i - Nas trincheiras do caminho de ferro a oeste do local anterior podem observar-se xistos argilosos da Formação Nascedios intruídos por um filão dolerítico que provoca metamorfismo de contacto nos xistos, dando origem a biotite de neoformação. Os xistos apresentam clivagem de fractura que origina estruturas tectónicas do tipo lápis. Os doleritos evidenciam exfoliação esferoidal provocada pela meteorização. Notar ainda os veios de quartzo que afectam os xistos, cuja instalação é tardi a pós varisca visto que cortam a própria clivagem xistenta. Cerca de duas centenas de metros a SW deste afloramento são patentes as litologias da Formação Eira do Garcia, do Grupo Filito-Quartzítico, podendo observar-se quartzitos e filitos tectonicamente muito deformados, sendo visíveis vários planos de cavalgamento, com componente cisalhante, e uma estrutura do tipo *duplex*, sublinhada por veios de quartzo.

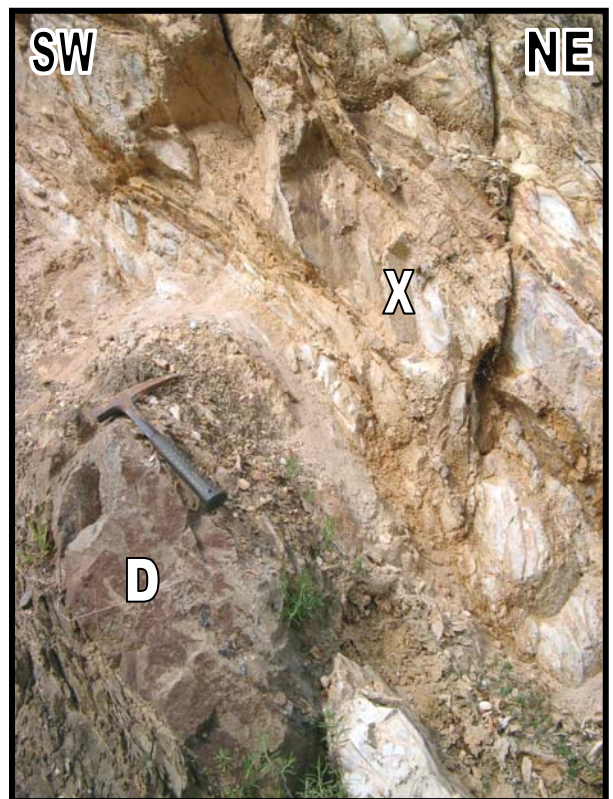


Fig. 10 – Intrusão de rocha vulcânica básica tipo dolerito (D) em xistos negros alterados (X).

PARAGEM 3

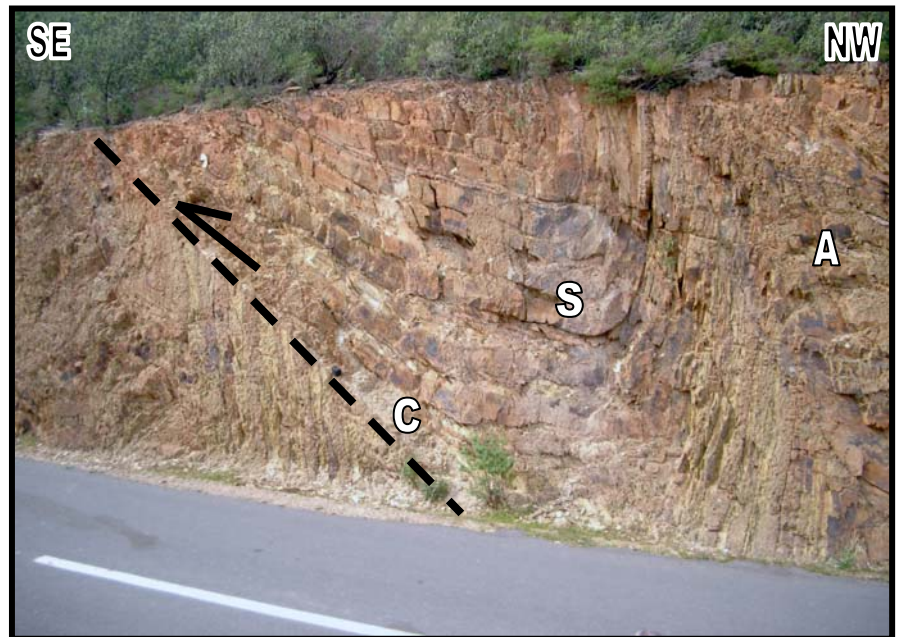
Localização: Cerca de 1km a NE do Pomarão, na estrada.

Na barreira norte da estrada podem observar-se as litologias do Membro Varjotas, constituídas por bancadas de quartzovaques, de espessura decimétrica, alternando com xistos cinzentos. Notar os nódulos e lenticulas de óxidos de Fe e Mn. As bancadas de quartzovaque são aqui mais espessas que as que a mesma unidade mostra no **local f** da **paragem 2**, sugerindo que a fonte de detritos estaria situada a sul e que a área deposicional se afundava para norte no momento da sedimentação.

São bem visíveis dobras em anticlinal e sinclinal, e dobras menores nos flancos normal e inverso das mesmas, todas com planos axiais mergulhando fortemente para NE e eixos orientados para NW, indicando vergência tectónica para SW. Uma das dobras mostra o flanco inverso afectado por um cavalgamento, ele próprio também indicando transporte tectónico para SW, ver Fig. 11.

Cerca de 300m mais a sul, a partir da Capela de Sta. Teresinha, é possível observar a foz do Rio Chança, que serve de fronteira entre Portugal e Espanha, onde se situa a barragem espanhola do Pomarão, que se destina ao abastecimento de água à Província de Huelva. Na margem esquerda do Guadiana está situado o antigo porto mineiro do Pomarão por onde se escoou a produção mineira entre 1859 e 1966. O movimento de navios foi em tempos importante, chegando a circular, em 1864, 563 barcos carregados com minério (Custódio 1996, Oliveira *et al.* 1998), ver também **paragem 6**.

Fig. 11 – Membro Varjotas – dobras decamétricas em sinforma (S) e em antiforma (A), com acentuada vergência para SW. Cavalgamento (C).



PARAGEM 4 (OPCIONAL)

Localização: Junto ao quilómetro 55, na estrada N - 265, de Mértola à Mina de S. Domingos.

A estrutura maior cartografada é um anticlinório (Oliveira & Silva, 1990), fazendo parte das zonas internas da Faixa Piritosa em posição autóctone, ver Fig. 12. A sucessão vulcânica é considerada correlativa de outras encontradas em estruturas similares, ao longo do mesmo alinhamento WNW-ESE, como sejam Alvernoa e Serra Branca (em Portugal) e Paymogo (em Espanha).

Os afloramentos expostos na barreira da estrada, ao longo de um curto percurso a pé, mostram rochas vulcanoclásticas semelhantes às da Formação de Água, da sequência do Pomarão (**paragem nº. 2**), dispostas em bancadas regulares mergulhando cerca de 60° para NE, ver Fig. 13. A sucessão das bancadas agrupa-se em três conjuntos, cada um dos quais constituído por bancadas de granularidade grosseira na parte inferior, granularidade média a fina na parte média e xistos siliciosos na parte superior. Estas características sugerem que estas rochas correspondem a sedimentos vulcanoclásticos.

Subjacente a estas rochas ocorrem riólitos, provavelmente relacionados com uma estrutura em domo vulcânico lávico, que nas suas margens mostra estruturas de auto-brecha passando a hialoclastitos e sedimentos vulcanoclásticos que frequentemente apresentam cor púrpura resultante de oxidação provocada por circulação de fluidos. Cartografia geológica e logs de sondagem realizados recentemente por geólogos do IGM indicam que alguns dos contactos entre as unidades riódacíticas e os sedimentos encaixantes são de natureza intrusiva, sendo representados por texturas de tipo peperítico, que testemunham a silicificação dos sedimentos ainda húmidos, ocorrida durante a fase de arrefecimento da rocha vulcânica ácida.

A estrutura tectónica local é um antiforma de plano axial subvertical, de eixo mergulhante para E (cerca de 60°), afectado por uma clivagem xistenta regular subvertical, bem manifestada nos níveis pelíticos. Esta macroestrutura dobrada encontra-se geométricamente abaixo de uma sucessão constituída por xistos com blocos dispersos, de dimensões variadas, de siltitos e quartzitos, evidenciando grau de deformação mais evoluído que o das rochas vulcânicas subjacentes, fácies estas que foram correlacionadas com as do Grupo F.Q. (Oliveira & Silva, 1990).

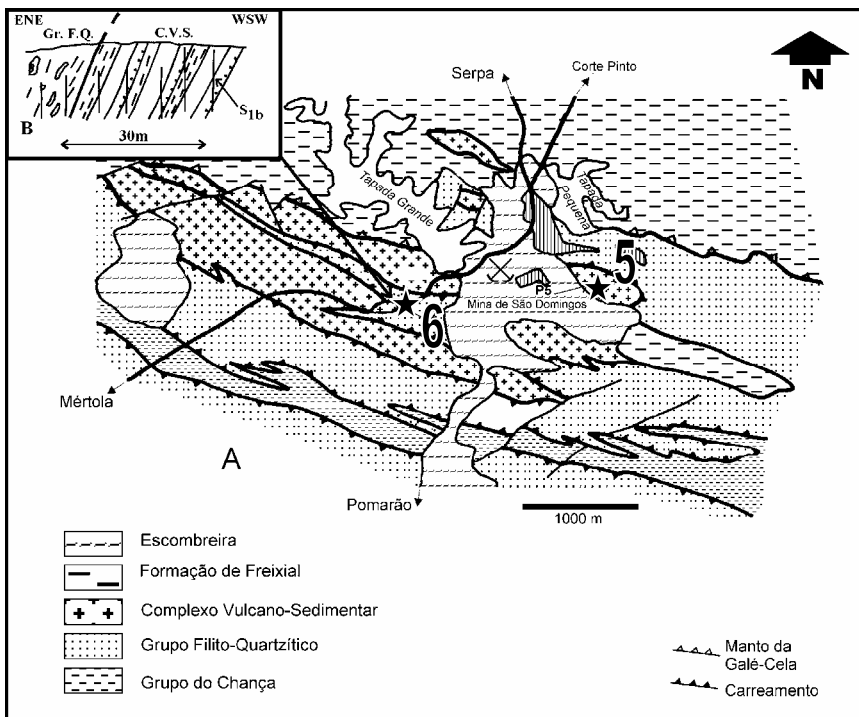


Fig. 12 - Mapa geológico esquemático da região de S. Domingos (A), ad. de Oliveira & Silva 1990, com interpretação do corte referente à paragem 4 (B).

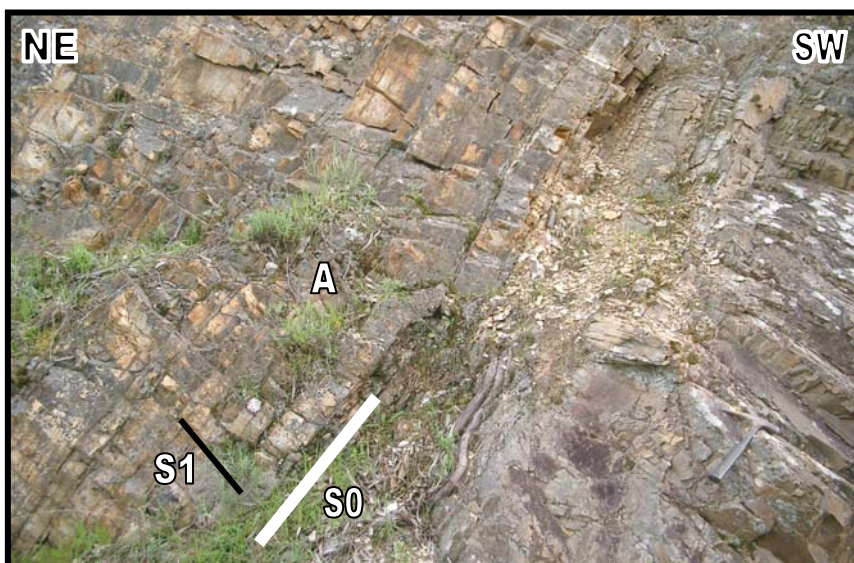


Fig. 13 - Rochas vulcanoclásticas finas com estratificação bem marcada (A). Relação $S_0 > S_1$ indicando flanco normal.

MINA DE S. DOMINGOS

PARAGEM 5– Corta da mina

Localização: Corta da mina de São Domingos

A exploração moderna de sulfuretos maciços polimetálicos na Mina de S. Domingos decorreu ao longo de mais de um século, entre 1857 e 1966, tendo sido extraídos cerca de 25 milhões de toneladas de minério. Esta actividade extractiva envolveu a exploração a céu aberto de uma única corta com cerca de 120m de profundidade, e de uma rede de galerias e poços que se desenvolveu até cerca de 420m abaixo da superfície, ver Fig. 14. Os trabalhos mineiros distribuem-se entre o poço nº 6 (malacate de extracção das *águas de mina* situado próximo das oficinas ferroviárias) e o poço nº 7, localizado a ocidente da corta. Esta estrutura destinava-se à sucção do ar viciado do interior da mina, ver mapas da Fig. 14 e 14. Os métodos de exploração subterrânea utilizados foram os de câmaras e pilares, e de corte e enchimento (*cut and fill*). Os principais pisos mineiros situavam-se à profundidade de 122, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 315, 330, 345, 360, 390 e 405m (Matos *et al.* 2002, 2003b, 2004), ver Fig. 16.

O minério era formado por uma massa aflorante de pirite, em posição sub-vertical, com cerca de 560m de extensão e 80m de largura, de direcção aproximadamente E-W. Os teores médios eram de 1,25% de cobre, 2-3% de zinco e 45-48% de enxofre (Carvalho 1971). Além da pirite, a paragénese incluía também blenda, calcopirite, galena, arsenopirite e sulfossais. A massa de S. Domingos apresenta na sua base (lado norte da corta) um *stockwork* bem desenvolvido, marcado pela presença de uma rede de veios centimétricos de pirite com matriz siliciosa. Estes canais alimentadores ligam-se ao minério maciço que evidencia uma zonalidade do seu conteúdo metalífero, caracterizada por um enriquecimento em cobre a norte, e em zinco a sul e oeste (Webb 1958). Nos bancos setentrionais da corta é possível observar texturas de tipo disjunção prismática em riólitos maciços, atravessados pelo *stockwork* principal de S. Domingos. A geometria poligonal dos veios de pirite sugere que a instalação do *stockwork* tenha sido controlada por planos de maior permeabilidade da rocha vulcânica.

A génese dos jazigos de sulfuretos maciços da FPI, como o de S. Domingos, está relacionada com a circulação de fluidos hidrotermais (água do mar modificada e fluidos magmáticos) entre as rochas vulcânicas e sedimentares, as quais sofreram por isso processos de lixiviação e troca iónica. Os halos de alteração hidrotermal característicos destes depósitos reflectem as relações fluido/rocha e materializam-se por forte cloritização, silicificação e sericitização (Matos *et al.* 2002b).

Na sua parte superficial o jazigo de S. Domingos foi sujeito a intensa oxidação, provocada pelos agentes atmosféricos, de que resultou a formação de um chapéu de ferro (*gossan*), que foi intensamente explorado para cobre, ouro e prata durante a época romana. A alteração supergénica da massa de pirite, condicionada pela sua erosão e meteorização, caracteriza-se por uma forte hematitização e argilização (caulinite), Matos *et al.* 2003a. A massa de sulfuretos localiza-se a topo de uma sequência rochosa constituída por xistos negros e vulcanitos ácidos, básicos e intermédio-básicos do Complexo Vulcano-Sedimentar (CVS). Estas litologias encontram-se afectadas por alterações hidrotermais marcadas pela presença de clorite, sílica e sericite. O corpo de sulfuretos contacta, a sul, com uma diabase intrusiva. O acentuado controle estrutural do jazigo caracteriza-se por uma tectónica compressiva, marcada por cavalgamentos de direcção WNW-ESE e NW-SE, e desligamentos de orientação N-S a NE-SW (Matos *et al.* 2004), ver Figs. 12, 15 e 16. Nos sectores NE e sul da corta o CVS contacta por cavalgamento com xistos e quartzitos da Formação Filito-Quartzítica. Estudo palinológico recente das litologias atravessadas por uma sondagem efectuada a leste da corta; efectuada pelo IGM (Zélia Pereira, com. escrita), pôs em evidência que os xistos e quartzitos têm idade Estruniano (Devónico terminal) e que o Complexo Vulcano-Sedimentar subjacente é de idade mais moderna, do Viséano.

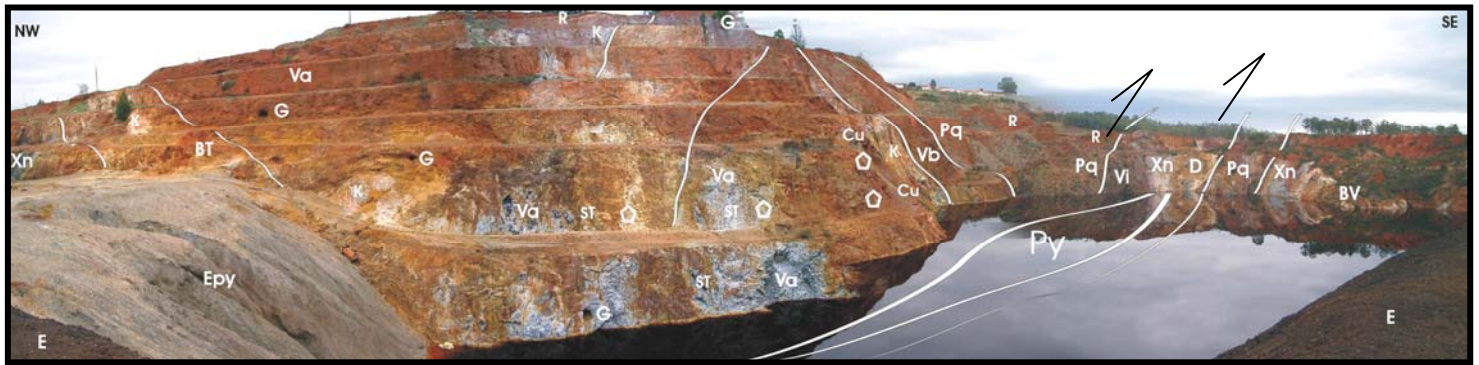


Fig. 14 – Mapa Vista geral da corta da Mina de S. Domingos (ad. Matos *et al.* 2004). Complexo Vulcano-Sedimentar: D – diabase, Va – vulcanitos ácidos de natureza riolítica, Vb – vulcanitos básicos, Vi – vulcanitos intermédio-básicos, Xn - xistos negros com níveis chérticos, BT – brecha tectónica com fragmentos de vulcanitos ácidos, BV – brecha epiclástica. Formação Filito-Quartzítica: Pq - xistos e quartzitos. Py - Localização provável da Massa de S. Domingos. ST - Stockwork. Cu - Minerais secundários de cobre. K - Caulinitização supergénica. ◊ - Disjunção colunar em riólitos. G – Galeria. E - Escombreira de escórias modernas. R - Escorial romano. Epy - Escombreira de pirite britada. ↘ - Falha principal. ———> - Sentido do movimento.

O encerramento da mina de S. Domingos em 1966 conduziu ao alagamento da sua corta por águas ácidas de cor acastanhada, ver Fig. 14. O baixo pH destas águas (inferior a 2,5-3) resulta do processo de alteração supergénica dos sulfuretos maciços que se encontram no fundo da corta e nas galerias e poços inundados. O fim dos trabalhos mineiros conduziu também ao colapso geotécnico de alguns sectores da corta e à forte erosão por abarrancamento das escobreiras, aqui constituídas por materiais vulcânicos, xistentos, sulfuretos totalmente oxidados (escombros de *gossan*) e escórias. Neste último grupo de materiais destacam-se as escórias produzidas por processos de fundição modernos, de cor negra, e as produzidas há mais de 1700 anos, durante a época romana, de cor ocre-avermelhada, ver mapa da Fig. 15 (Matos *et al.* 2004).

No percurso a pé, efectuado ao longo de um banco da corta (nível mineiro +8m) situado no lado norte desta cavidade, observar-se-ão vários aspectos das unidades sedimentares e vulcânicas do Comp. Vulcano-Sedimentar, que constituem o encaixante e o muro do corpo de sulfuretos maciços. De oeste para leste observam-se:

- Xistos cinzentos, com níveis siltíticos.
- Xistos negros, com veios sub-horizontais de alunite.
- Zona de falha.
- Vulcanitos ácidos com textura porfirítica, extremamente silicificados e argilizados.
- Brecha tectónica com fragmentos grosseiros de vulcanitos ácidos.
- Vulcanitos ácidos com textura porfirítica e natureza predominantemente riolítica, localmente com stockworks total ou parcialmente oxidados (*gossanizados*) e disjunção prismática ou colunar.
- Zona de falha com forte alteração hidrotermal associada – *cisalhamento central*.
- Vulcanitos básicos com textura afanítica e alteração hidrotermal de tipo clorítico.

Neste curto trajecto serão também identificadas e comentadas galerias e trabalhos mineiros do séc. XIX e de idade romana.

PARAGEM 6 – ACHADA do GAMO

Localização: Área industrial de Achada do Gamo, cerca de 2,5km a SW da corta de S. Domingos

Entre a corta de exploração e a Achada do Gamo observam-se várias infra-estruturas mineiras em ruínas que testemunham a intensa actividade extractiva, que aqui decorreu ao longo de mais de um século. Descendo o vale da Ribeira de S. Domingos, claramente afectado pela

actividade mineira, podemos identificar vários pólos de interesse patrimonial como a aldeia de S. Domingos, as barragens de águas claras Tapada Grande e Tapada Pequena, o distribuidor de minério, vários túneis de acesso às galerias, as oficinas ferroviárias, a central eléctrica, o poço malacate n.º 6, o paiol pequeno, a estação de moagem de minério e bairros operários de Moitinhos, as fábricas do enxofre da Achada do Gamo, os açudes da Portela de S. Bento e do Telheiro (Matos *et al.* 2002b, Martins & Matos 2003), ver mapa da Fig. 17.

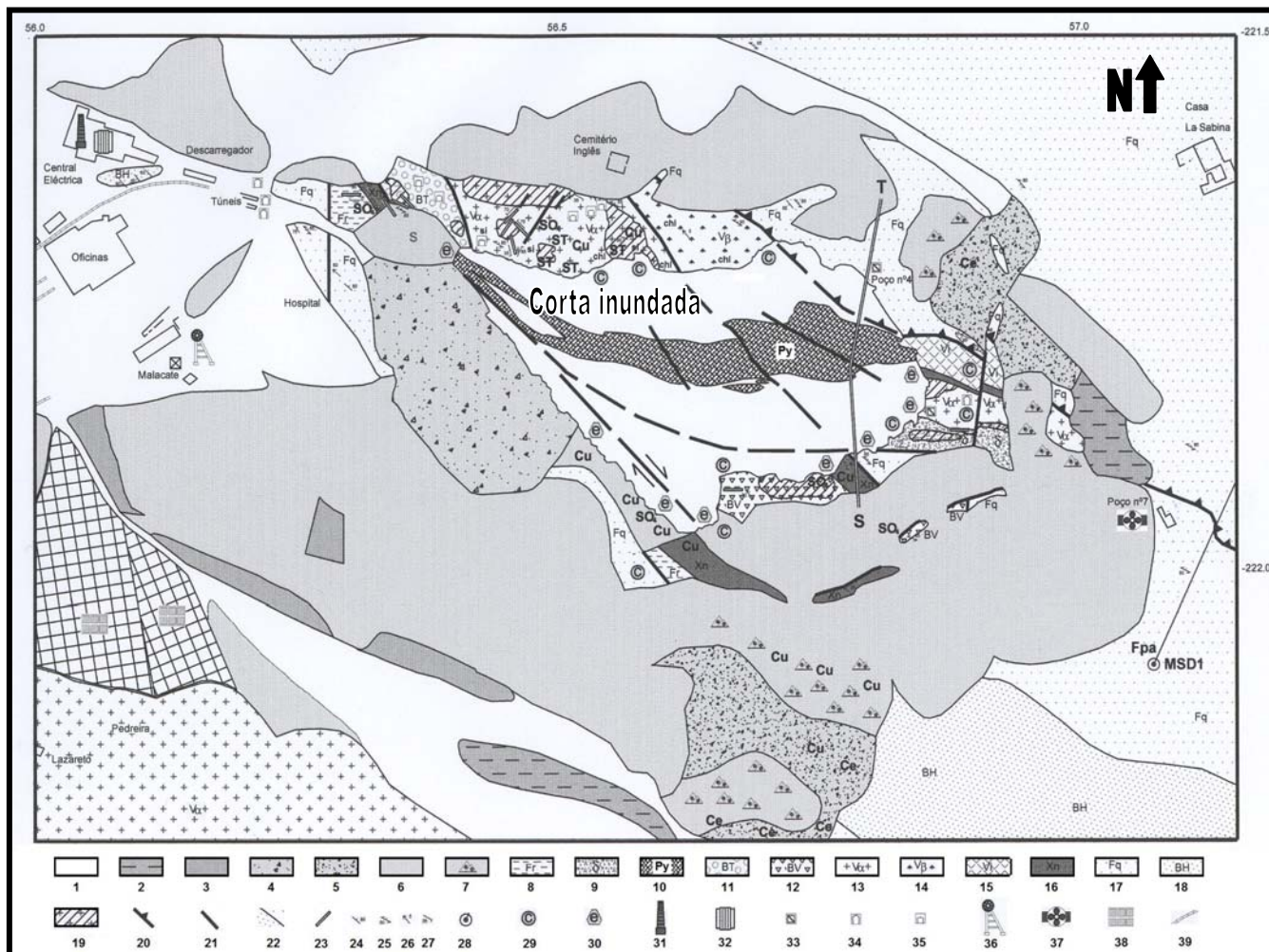


Fig. 15 - Mapa geológico esquemático da corta de S. Domingos (ad. Matos 2004).

Legenda: 1 – aterro, 2 – argilas acastanhadas, 3 – argilas amareladas, 4 – escórias modernas, 5 – escoriais romanos, 6 – escombrireas indiferenciadas, 7 – escórias romanas sob escombrireas ind..

Formações geológicas:

8 – Formação de Freixial (Viseano Sup.): xistos, siltitos e grauvaques.

Complexo Vulcano-Sedimentar (Fameniano Sup.-Viseano): 9 – diabase, 10 – massa de pirite, 11 – brecha tectónica com fragmentos de vulcanitos ácidos, 12 – brecha vulcanoclástica, 13 – vulcanitos ácidos coerentes, de natureza predominantemente riolítica, 14 – vulcanitos básicos, 15 – vulcanitos intermédios, 16 – xistos negros com níveis siliciosos e piritosos, ST – *stockwork* piritoso associado à massa de S. Domingos. Alteração hidrotermal: chl – clorite, si - sílica.

17 – Formação Filito-Quartzítica (Fameniano-Estruniano): filitos, siltitos, quartzitos, quartzovaques e raros conglomerados.

18 – Formação Barranco do Homem (Fameniano?): filitos, siltitos, grauvaques e quartzovaques.

Símbolos: 19 – alteração supergénica de tipo caulínítico, 20 – cavalgamento, 21 – falha, 22 - limite geológico, 23 – veio de alunite, 24 – estratificação, 25 – clivagem, 26 – lineação, 27 – diaclase, 28 – sondagem MSD1 com fósseis de palinimorfos (Fpa), 29 – área em colapso geotécnico, 30 – erosão por abarrancamento, SO₄ – sulfatos, Cu – minerais secundários de cobre, S – enxofre nativo.

Património mineiro: 31 – chaminé, 32 – central eléctrica, 33 – poço mineiro, 34 – galeria moderna, 35 – galeria romana, 36 – Poço nº 6 – malacate de extracção de água, 37 – Poço nº 7 de ventilação, 38 – grupo de tanques de cementação, 39 – caminho de ferro mineiro, totalmente desactivado. S/T – corte geológico (ver Fig. 16).

O complexo sistema ferroviário mineiro, construído em via reduzida entre a corta e o porto mineiro do Pomarão, foi iniciado em 1859, sendo contemporâneo da primeira linha de comboios portuguesa, entre Lisboa e Carregado, que foi inaugurada em 1856 (Custódio 1996). O transporte de minério foi feito inicialmente pelo processo *tramway* (vagons puxados por muares) e posteriormente por locomotivas a vapor (Rego 2004). Após o curto trajecto por ferrovia, o minério de S. Domingos era exportado por via marítima para Inglaterra. O fácil escoamento dos produtos da mina foi desde cedo uma enorme vantagem comercial para a empresa concessionária Mason & Barry. Esta companhia era responsável pelo desassoreamento do Rio Guadiana até à sua foz, bem como dos canais da barra.

A área industrial de processamento de minério da Achada do Gamo (ver Figs. 17 e 18) caracteriza-se por uma larga superfície ocupada por escombrelas de escórias, minério e rochas alteradas, ruínas de instalações fabris e pequenas barragens de águas ácidas resultantes do processamento do minério, fundamentalmente por via química. No séc. XIX procedia-se neste local à queima da pirite ao ar livre. Este sistema foi posteriormente substituído, durante o último quartel de oitocentos, pela técnica hidrometalúrgica, onde o minério era tratado por lixiviação e cementação, num processo patenteado por James Mason (Alves 1998, Matos *et al.* 2002). Os tanques de cementação encontram-se dispostos em desníveis, de forma a permitir o fluxo controlado das águas saturadas. Na sequência das condicionantes económicas associadas à guerra civil de Espanha e à II Guerra Mundial foram construídas unidades fabris para extracção do enxofre a partir das pirites pelo processo Orkla, em 1935/36 e em 1947, respectivamente nos sectores norte e sul da Achada do Gamo (Rego 2004). Até finais da década de 50 o enxofre constituía a principal fonte de receita pela sua larga aplicação na indústria química nomeadamente no fabrico do ácido sulfúrico e pesticidas agrícolas.



Fig. 17 – Antigas fábricas do enxofre na área industrial da Achada do Gamo.

Impacte ambiental da actividade extractiva efectuada em S. Domingos

Na Achada do Gamo e entre este local e a barragem do Chumbeiro, localizada a jusante, evidenciam-se amplas superfícies não vegetadas afectadas por *drenagem ácida de mina*, outrora controlada por uma vasta rede de canais (Matos *et al.* 2002a,b, 2003a). Nas margens dos açudes com águas ácidas e junto às ruínas é possível observar minerais de neoformação como enxofre nativo e sulfatos como melanterite, calcantite e jarosite (Quental *et al.* 2003). A ausência de uma política e consciências ambientais durante a laboração da mina e seu encerramento traduz-se, actualmente, numa pesada herança reflectida na presença de grande volume de escombrelas contendo teores relativamente elevados em metais como Cu, Pb, Zn, Fe, As, Sb (Matos *et al.* 2003b, 2002b, Matos & Rosa 2001). A lixiviação destes corpos de escombros por águas pluviais provoca um impacte negativo sobretudo ao nível da Ribeira de S. Domingos, afluente do Rio Chança,

manifestado através da presença de águas de pH muito baixo (<3) e elevada condutividade (Baptista *et al.* 2003). Esta situação não se restringe unicamente a S. Domingos, sendo característica da generalidade dos jazigos de sulfuretos maciços da Faixa Piritosa Ibérica, sobretudo daqueles que foram explorados no séc. XIX e início do séc. XX. O impacte ambiental da Mina de S. Domingos tem vindo a ser estudado pelo Instituto Geológico e Mineiro (Santos Oliveira 1997, Santos Oliveira *et al.* 2000, 2002, Matos & Rosa 2001, Matos *et al.* 2003a, Quental *et al.* 2003, Batista *et al.* 2003) e pela empresa Exmin com vista a uma remediação futura deste problema. A presença de meios ambientais atípicos como o vale da Ribeira de S. Domingos constitui, por outro lado, um factor de biodiversidade existindo várias espécies de plantas (urze, *Erica andevalensis*), animais (microvertebrados) e microorganismos (arqueobactérias) adaptados às condições adversas de baixo pH e elevada concentração de metais (Pereira *et al.* 1995, Felix 2000, Matos *et al.* 2002b, 2003b).

Geologia

Numa pequena trincheira do antigo caminho de ferro mineiro observa-se o contacto tectónico com direcção E-W e inclinação para norte, entre a Formação de Mértola representada por xistos e grauvaques e o Complexo Vulcano-Sedimentar (CVS), aflorante a norte do plano de falha e aqui constituído por xistos siliciosos (Matos *et al.* 2002b). Através de critérios sedimentares (estratificação gradada e figuras de carga) e tectónicos (relação estratificação/xistosidade) é possível constatar uma polaridade positiva no *flysch* de Mértola, indicando o topo desta formação para norte. A presença dos sedimentos do CVS sobre os turbiditos de Mértola no sector setentrional do corte, apoia a tese de o contacto entre estas formações ser anormal. De facto este limite é de natureza tectónica, sendo materializado por um plano de carreamento com veios de quartzo associados.

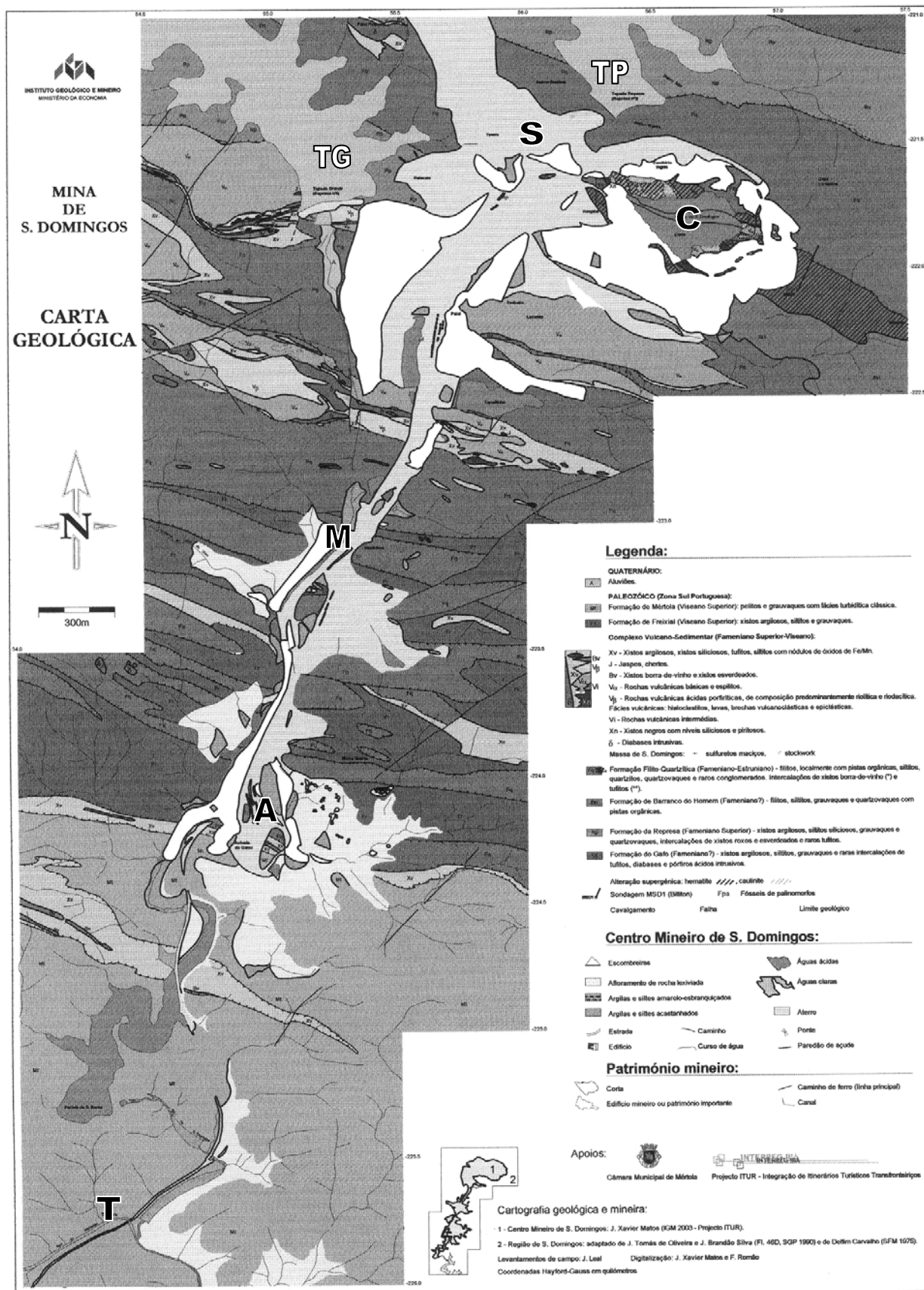


Fig. 18 – Mapa esquemático do centro mineiro de S.Domingos, entre a corta (C) e a antiga estação ferroviária do Telheiro (T), adaptado de Matos 2004, cartografia geológica ad. de Oliveira & Silva 1990, Fl. 46D Mértola 1/50000, SGP, e Carvalho 1975, SFM. S – Aldeia de S. Domingos. A – Área industrial da Achada do Gamo. M – Central de britagem de Moitinhos. Barragens de águas limpas: TG – Tapada Grande, TP – Tapada Pequena.

Referências bibliográficas

- Alves, H. (1998) – Mina de S. Domingos: entre o património construído e os projectos de musealização. Actas Sem. Museologia e Arqueologia Mineiras, IGM, pp. 49-56.
- Batista, M.; Brito, G.; Abreu, M.; Sousa, J.; Quental, L.; Vairinho, M. (2003) – Avaliação por modelação em SIG da contaminação mineira por drenagem ácida: S. Domingos, Faixa Piritosa, Alentejo. Ciências da Terra (UNL), nº esp. V, CD-ROM, pp. M6-M10.
- Boogaard, M.V. Den; Schermerhorn, L.J.G. (1981) - Conodont faunas from Portugal and southwestern Spain. Part 6 - a lower Famennian conodont fauna at Monte Forno da Cal (South Portugal) *Scrip. Geol.* 63:1.16.
- Carvalho, D. (1971) – Mina de S. Domingos. Principais Jazigos Minerais do Sul de Portugal, Livro-Guia nº4, pp. 59-64.
- Carvalho, D.; Conde, L.; Enrile, J.; Oliveira, V.; Schermerhorn, L.; Palomero, F.; Caballero, E.; Madel, J.; Martín, E. (1976) – III Reunião de Geologia do SW do Maciço Hispérico da Península Ibérica, Huelva-Beja, 1975. Liv. Guia das excursões geológicas na FPI. Com. SGP t. 60, pp. 271-315.
- Cunha, T.; Oliveira, J.T. (1989) – Upper Devonian palynomorphs from the Phyllite Quartzitic and Represa Formations in the Mina de S. Domingos region, SE Portugal. *Tectonostratigraphic implications.* *Bull. Soc. Belge Geol.*, 98, pp. 314.
- Custódio, J. (1996) - Sistemas de Lavra na Mina S. Domingos (1854-1966). *Mineração Baixo Alentejo*, C.Verde: 174-185.
- Felix, J. (2000) – Estudo de controlo ambiental na Área Mineira Abandonada de S. Domingos. Rel. Técnico COBA. Arquivo IGM.
- Martins, L.; Matos, J.X. (2003) – Itinerários geo – eco – educacionais como factor de desenvolvimento sustentado do turismo temático associado à Faixa Piritosa Ibérica. Abstract IV Cong. Int. Património Geológico Y Minero, SEDPGYM, Utrillas (Teruel, Aragón), Espanha.
- Matos, J.X. (2004) – Carta geológica e mineira da corta da Mina de S. Domingos na escala 1/2500, IGM.
- Matos, J. X.; Oliveira, J.T.; Pereira, Z.; Quental, L. (2004) – Mina de S. Domingos 150 anos de História – Textos sala 2: Geologia, IGM, Cam. Municipal de Mértola.
- Matos, J.X.; Barriga, F.J.A.S.; Oliveira, V. (2003a) - Alunite veins versus supergene kaolinite/halloysite alteration in the Lagoa Salgada, Algaes and S. João (Aljustrel) and S. Domingos massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt, Portugal *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, V, pp. B56-B59.
- Matos, J.X.; Petersen, E.U.; Chávez, W.X. (2003b) - Environmental Geochemistry Field Course – Iberian Pyrite Belt, *Society of Economic Geologists Guidebook*, 32pp..
- Matos, J.X.; Oliveira, J.M.S.; Farinha, J.B.; Ávila, P.; Rosa, C.; Leite, M.R.M.; Daniel, F.; Martins, L. (2002a) - Património mineiro português: estado actual da herança cultural de um país mineiro. Actas do Congresso Internacional Sobre Património Geológico e Mineiro, IGM/SEDPGYM, Beja, Portugal, pp. 539-554.
- Matos, J.X.; Oliveira, V.; Alves, H.; Carvalho, R. (2002b) - Património geológico-mineiro e histórico da Mina de S. Domingos, Faixa Piritosa Ibérica. Actas do Congresso Internacional Sobre Património Geológico e Mineiro, IGM/SEDPGYM, Beja, Portugal, pp. 517-535.
- Munhá, J. (1976) - Nota preliminar sobre o metamorfismo na Faixa Piritosa Portuguesa. *Com. SGP*, t. 60: 151-161.
- Oliveira, J.M.S.; Farinha, J.; Matos, J.X.; Ávila, P.; Rosa, C.; Machado, M.J.C.; Daniel, F.S.; Martins, L. e Leite, M.R.M.; (2002) – Diagnóstico Ambiental das Principais Áreas Mineiras Degradadas do País. *Boletim Minas IGM* 39 (2), pp. 67-85.
- Oliveira J.M.S.; Leite, M.R.M.; Machado, M.J.C.; Pedrosa, M.Y., Quental, L.M.; Matos, J.X.; Rosa, C.; Martins, L.P.; Daniel, F.S. (2000) - Avaliação dos riscos ambientais originados pela actividade mineira em Portugal. Linhas orientadoras de um programa de estudos e resultados. *in Cierre de Minas: experiencias en iberoamerica – CYTED/IMAAC/UNIDO*, Ed. R. Villas Bôas, M. Barreto, Rio de Janeiro, pp. 516-533.
- Oliveira, J.S. (1997) – Algumas reflexões com enfoque na problemática dos riscos ambientais associados à actividade mineira. *Est. Not. Trab. IGM*, t. 39, pp.3-26.
- Oliveira, J.T.; Silva, J.B.; Oliveira, V.; Munhá, J.; Matos, J.X. (1998) – Geologia da região compreendida entre Mértola, Pomarão e Mina de São Domingos. Livro Guia das Excursões do V Cong. Nacional de Geologia, IGM pp.101-110.
- Oliveira, J.T.; Silva, J.B. (1990) – Carta Geológica de Mértola Fl. 46D na escala 1/50000, Ser. Geológicos de Portugal.
- Oliveira, J.T.; Horn, M., Paproth, E (1979) - Preliminary note on the stratigraphy of the Baixo Alentejo Flysch Group, Carboniferous of Portugal and on the paleogeographic development compared to corresponding units in northwest Germany. *Com. Serv. Geológicos de Portugal* 65: 151-168.
- Quental, L.; Brito, G.; Sousa, J.; Abreu, M.; Batista, M.; Oliveira, V.; Vairinho, M.; Tavares, T. (2003) – Utilização de imagens hiperespectrais na avaliação da contaminação mineira em S. Domingos, Faixa Piritosa, Alentejo. *Ciências da Terra (UNL)*, nº esp. V, CD-ROM, pp. M33-M36.

- Pereira, E.; Moura, I.; Costa, J.; Mahony, J.; Thomann, R. (1995) - The S. Domingos Mine: A Study of Heavy Metal Contamination in the Water Column and Sediments of the Chança River Basin by Discharge from an Ancient Cupriferous Pyrite Mine (Portugal). *Mar. Freshwater Res.* t46. pp.145-151.
- Rego, M. (2004) – Mina de S. Domingos 150 anos de História. *Fotogramas da memória*. Cam. Municipal de Mértola, 85pp.
- WEBB, J.C. (1958) - Observations on the Geology and origin of the San Domingos pyrite deposit. Portugal. *Com. SGP, Lisboa*, 42. 119-143.