

Prospecção mineral no sector de Barranco das Lages-Abegoaria (NW de Portel, Zona Ossa Morena); ponto de situação

Mineral exploration in the Barranco das Lages-Abegoaria sector (NW Portel, Ossa Morena Zone); state of the art

Andreia Beleque¹, João Xavier Matos², António Mateus¹

¹ Departamento de Geologia e CeGUL, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, C6, Piso 4, 1749-016 Lisboa

² Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., Rua Frei Amador Arrais, 39, Apartado 104, 7801-902 Beja

andreiabeleque@gmail.com, joao.matos@ineti.pt, amateus@fc.ul.pt

Resumo

No sector de Barranco das Lages-Abegoaria (Faixa Magnetítico-Zincífera, Zona de Ossa Morena), as anomalias de Cu, Zn e Pb em solos apresentam anisotropia espacial NW-SE / NNW-SSW e posicionam-se acima de 17.5, 97 e 24 ppm, respectivamente; o fundo local para o Cu cifra-se em 363 ppm. As principais anomalias coincidem com os chapéus de ferro de Barranco das Lages e Vale de Rebolo, circunscritos a unidades predominantemente metassedimentares do Neoproterozóico e Câmbrio Inferior. A NE destas anomalias geoquímicas, e sobre o contacto entre unidades de natureza xistenta e anfibolítica (Ordovícico-Silúrico?), desenvolve-se uma importante anomalia gravimétrica, a qual foi investigada por sondagem, revelando conter mineralização sulfureta disseminada; a sua génese é correlativa da retrogradação metamórfica Varisca, cujos estádios tardios são marcados por razões *w/r* elevadas e maior focalização dos fluidos ao longo de fracturas diversas.

Palavras-chave: Geoquímica de solos; Prospecção mineral; Faixa Magnetítico-Zincífera; Zona de Ossa Morena

Abstract

In the Barranco das Lages-Abegoaria sector (Magnetite-Zinc Belt, Ossa Morena Zone), the Cu, Zn and Pb soil anomalies show spatial anisotropy running NW-SE / NNW-SSW and are placed above 17.5, 97 and 24 ppm, respectively; the local threshold for Cu is 363 ppm. The main anomalies coincide with the iron-hats of Barranco das Lages and Vale de Rebolo, confined to Neoproterozoic and Lower Cambrian units, mostly composed of meta-sedimentary rocks. Towards NE of these geochemical anomalies and overlapping the contact between phyllites and amphibolites (Ordovician-Silurian?), an important gravimetric anomaly develops, which was inspected through drilling and revealed the presence of disseminated sulphide mineralization; the ore genesis correlates with the Variscan metamorphic retrograding path, whose later evolving stages are characterized by high *w/r* ratios and advanced fluid focusing along miscellaneous fractures.

Key-words: Soil geochemistry; Mineral exploration; Magnetite-Zinc Belt, Ossa Morena Zone

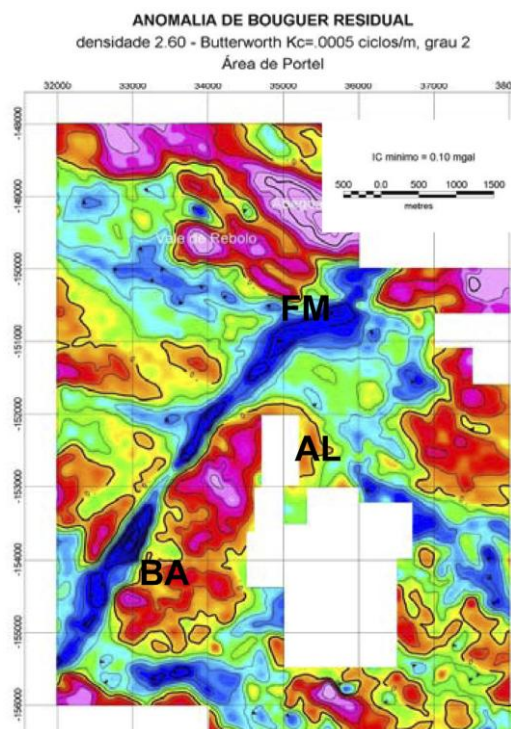
1. Introdução

A Faixa Magnetítico-Zincífera, estendendo-se desde Montemor-o-Novo a Vila Verde de Ficalho, inclui diferentes tipos de mineralização cuja importância económica (histórica e actual) lhe confere o estatuto de principal cintura mineira da Zona de Ossa Morena (e.g. Thadeu, 1965; Schermerhorn, 1981; Oliveira, 1986; Martins *et al.*, 1998). As mineralizações conhecidas localizam-se em contextos geológicos diversos e, regra geral, revelam efeitos de deformação intensa e de transformações mineralógico-texturais complexas; estas últimas desenvolvem-se predominantemente durante o metamorfismo Varisco ou como consequência do subsequente percurso de retrogradação e/ou da actividade hidrotermal desencadeada pela nucleação e propagação (ou reactivação) de zonas de falha com cinemática diversa (e.g. Tornos *et al.*, 2004; Mateus *et al.*, *in press*).

A região vizinha da vila de Portel é uma das áreas-chave desta Faixa e tem sido sujeita a numerosas campanhas de prospecção e pesquisa ao longo do tempo. Na década de 60, os levantamentos geológicos, gravimétricos e magnetométricos empreendidos pelo Serviço de Fomento Mineiro (SFM) justificaram a realização de numerosas sondagens, permitin-

do reconhecer as jazidas de Algares e Balsa (Andrade, 1966, 1969; Gaspar, 1967; Goinhas, 1971; Carvalho, 1988; Mateus *et al.*, 2003), localizadas a cerca de 15 km a SW daquela povoação. A \approx 5 km a WNW de Portel, porém, uma importante anomalia de Bouguer (com intensidade 0.8 mgal, orientação geral NW-SE e dimensão 1800 x 750 m) permaneceu por investigar (Fig.1). Com o intuito de averiguar a causa desta anomalia, a empresa MAEPA em parceria com o INETI, desenvolveu uma campanha de prospecção em 2007 que conduziu à execução da sondagem ABG01 com 506 m de comprimento (Matos *et al.*, 2007). O presente trabalho procura complementar os resultados obtidos nesta campanha, procedendo à: (i) reavaliação do banco de dados existente sobre a geoquímica de solos no sector de Barranco das Lages-Abegoaria; (ii) caracterização detalhada (à escala 1:200) da sondagem ABG01, incluindo o exame petrográfico de testemunhos seleccionados; e (iii) interpretação integrada dos resultados disponíveis, discutindo a pertinência de planear novas campanhas de prospecção neste sector da Faixa Magnetítico-Zincífera.

Fig. 1: Carta gravimétrica de Portel (Matos e Sousa, 2007): FM – Falha Messejana; AL – Algaes; BA – Balsa.



2. Enquadramento geológico

A cartografia geológica realizada no sector Barranco das Lages-Abegoaria (Fig. 2, Matos, 2007) conduziu à delimitação de quatro unidades fundamentais que se alongam na direcção NW-SE e contactam entre si através de acidentes tectónicos cavalgantes; todo o conjunto é cortado por zonas de falha NE-SW a NNE-SSW com cinemática esquerda dominante. Tomando como referência a coluna litoestratigráfica estabelecida por Oliveira *et al.* (1991), uma primeira interpretação do padrão cartográfico pode ser realizada, fazendo corresponder: (1) à unidade predominantemente constituída por xistos negros, contendo intercalações de micaxistos, metavulcanitos (félsicos e máficos) e níveis metachérticos, a *Formação Águas de Peixe* (Neoproterozóico); (2) à unidade metadomítica com níveis metachérticos a *Formação Dolomítica* (Câmbrico Inferior); (3) à unidade composta por anfíbolitos (laminados e maciços), ocasionalmente revelando intercalações de metavulcanitos (félsicos), ao *Complexo Vulcano-sedimentar de Moura* (Câmbrico-Ordovícico); e (4) à unidade xistenta monótona com escassos horizontes de metapsamitos e de xistos negros, a *Formação de Xistos de Moura* (Ordovícico-Silúrico). Assim sendo, a quantidade de movimento associada aos acidentes cavalgantes deverá ser relativamente pequena, traduzindo reajustamentos estruturais acomodados pela sequência autóctone da Zona de Ossa Morena durante a deformação Varisca como resposta ao desenvolvimento de antiformal de empilhamento. Todavia, tal como salienta Araújo (1995), o

estabelecimento de critérios multi-escala que permitam suportar sem ambiguidade correlações litoestratigráficas entre as regiões de Portel e de Moura não está isento de controvérsia, mercê da presença de diversas unidades para-autóctones e alóctones e da heterogeneidade dos efeitos da deformação Varisca (mais intensos e complexos em Portel). Então, o padrão cartográfico obtido para o sector Barranco das Lages-Abegoaria poderá ter uma interpretação alternativa, fazendo corresponder: (1) as unidades do Neoproterozóico e do Câmbrico Inferior (esta última reunindo as metadolomitas e os metavulcanitos) às *Sequências Para-autóctones*; (2) a unidade anfibolítica à *Sequência Alóctone* de afinidade ofiolítica; e (3) a unidade xistenta de topo ao *Complexo Filonítico de Moura*, interpretado como uma *mélange* tectónica (Araújo *et al.*, 2005). Nesta perspectiva, a arquitectura do sector cartografado configura o desenvolvimento de um complexo tectónico imbricado durante as primeiras fases de deformação da orogénia Varisca, pelo que a quantidade de movimento associado aos acidentes que hoje marcam os contactos entre as diferentes unidades geológicas deverá ser quilométrica.

3. Geoquímica de solos

Em 1970, o SFM programou e executou uma campanha de geoquímica de solos no sector de Barranco das Lages-Abegoaria para Cu, Zn e Pb, recorrendo a uma rede ortogonal de estações espaçadas de 100 m ou 50 m em cada direcção, à escala 1:5000. Os dados analíticos então obtidos para 4504 (Zn e Cu) e 4058 (Pb) estações foram compilados com o objectivo duplo de realizar a sua reinterpretação e de poder justapor os mapas geoquímicos à cartografia geológica recorrendo ao sistema CAD georreferenciado (Fig. 3). As amostras de solos foram colhidas a 20 cm de profundidade sendo analisada a fracção inferior a 80 mesh por colorimetria (método SFM).

Fig.3: Projecção dos pontos de amostragem (coordenadas Hayford Gauss em metros) que serve de base aos mapas de isoconcentração apresentados subsequentemente.

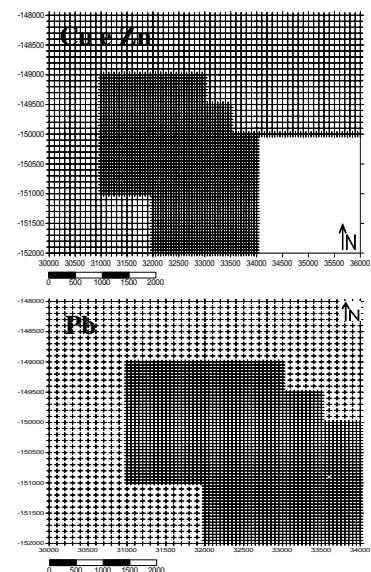
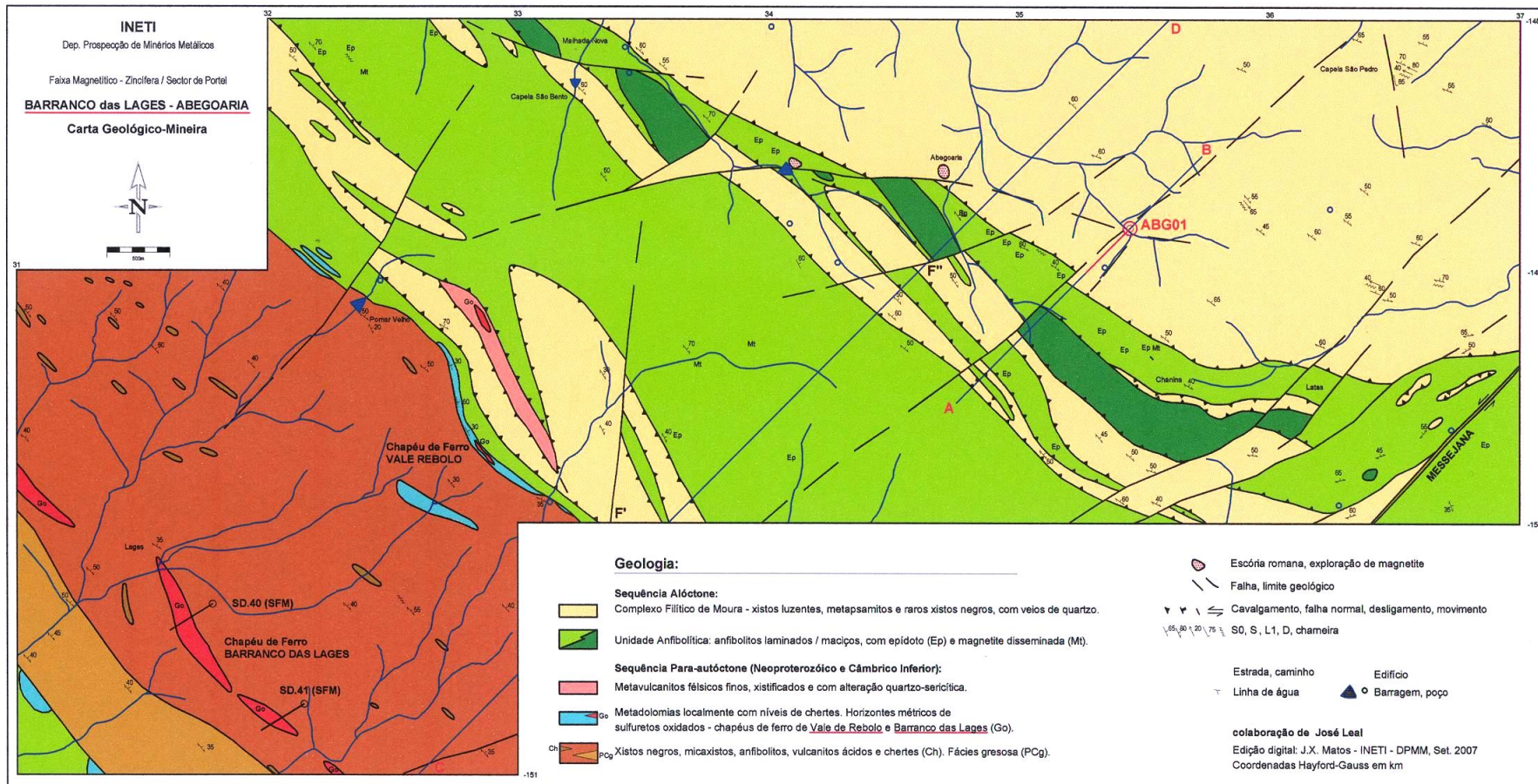


Fig. 2: Cartografia geológico-mineira do sector Barranco das Lages – Abegoaria na escala 1/5000 (Matos, 2007). Os segmentos \overline{AB} e \overline{CD} assinalam os cortes geológicos patentes nas Figs. 7 (o qual contém a sondagem ABG01) e 9.



3.1 Metodologia

Após caracterizar as distribuições de concentração em Cu, Zn e Pb através da estatística descritiva, procedeu-se à verificação do seu comportamento multifractal. Esta última seguiu a abordagem proposta por Gonçalves (2001) e foi realizada em ambiente MATLAB®, modelando o espectro $\alpha - f(\alpha)$ para diferentes áreas de acordo com o método dos momentos (Halsey *et al.*, 1986) e corrigindo o efeito de aresta. Os valores de fundo (regionais e locais) que permitem destacar as concentrações verdadeiramente anómalas, foram calculados subsequentemente aplicando o modelo concentração-área preconizado por Cheng *et al.* (1994). A interpolação necessária à construção dos mapas de isolinhas fundamentou-se no *kriging* ordinário dos valores de concentração, recorrendo ao programa SURFER 8®. Os variogramas experimentais foram ajustados a modelos teóricos, permitindo obter informações sobre a variabilidade espacial e a anisotropia das distribuições.

3.2 Estatística descritiva

A Tabela I sintetiza os resultados da estatística descritiva para as distribuições de concentração em Cu, Zn e Pb.

Tabela I: Síntese da estatística descritiva para as distribuições de concentração dos metais considerados

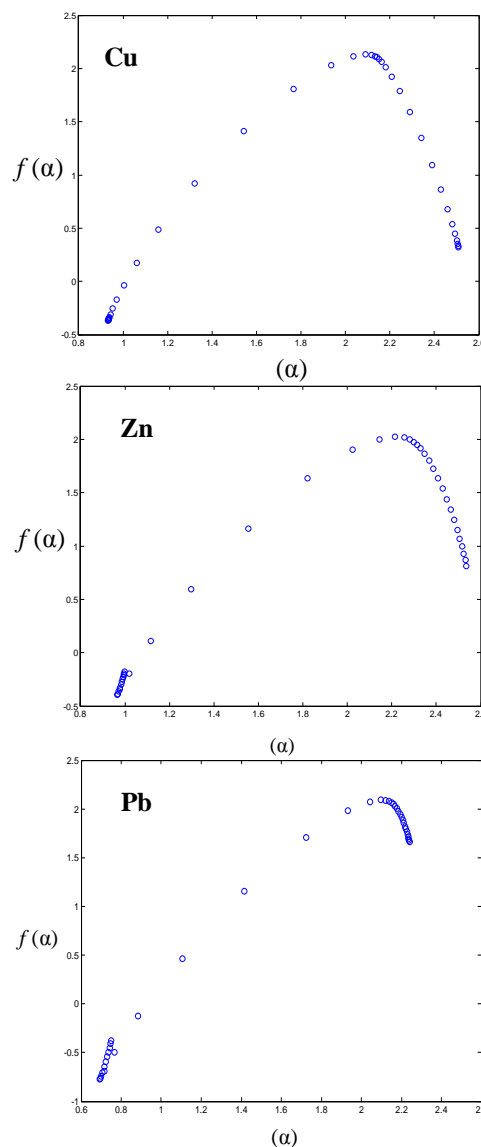
	Elemento		
	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)
N	4504	4058	45504
\bar{x}	139.5	42.85	31.98
σ	191.6	48.64	33.08
σ / \bar{x}	1.37	1.14	1.03
Min.	20	10	5
Q_1	60	30	20
Moda	100	40	20
M	100	40	20
Q_5	150	40	30
AIQ	90	10	10
Max.	5800	1500	800
Curtose	234.269	269.146	124.3
Assimetria	11.4	12.8	8.9
Amplitude	5780	1490	795
Variância	36710	2365	1095

Estes resultados permitem verificar que, com excepção do Zn, não existem concentrações significativamente elevadas (<50 ppm). As distribuições são assimétricas e heterogéneas, existindo forte discrepância entre os valores máximos e médios de concentração para cada um dos metais. Estas distribuições de concentração não manifestam correlação linear significativa entre si (os coeficientes de correlação obtidos para as projecções Cu *vs* Zn, Cu *vs* Pb e Zn *vs* Pb cifram-se em 0.339, 0.1051 e 0.0839, respectivamente).

3.3 Comportamento multifractal

A modelação do espectro $f(\alpha) - \alpha$ no intervalo $-3 \leq q \leq 3$ revela que as distribuições de concentração em análise apresentam comportamento multifractal (Fig. 4). Componentes do espectro com maior dispersão correspondem a domínios com menor número de valores para o α considerado.

Fig. 4: Espectro multifractal para as distribuições de concentração em Cu, Zn e Pb.



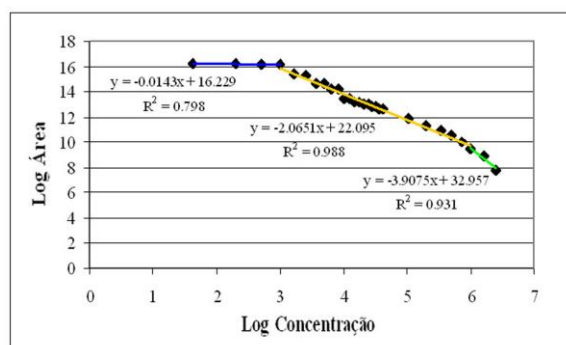
Tal significa que a caracterização de cada distribuição implica diferentes medidas de auto-similaridade, cujo estudo permite delimitar os “constituintes particulares” (anómalos) em relação a um comportamento característico (fundo).

3.4 Cálculo dos valores de fundo

O modelo concentração-área permite circunscrever indirectamente os “constituintes particulares” de cada distribuição através do cálculo dos valores de fundo (regional e local) denunciados pelas quebras de linea-

ridade obtidas na projecção log área – log concentração. O gráfico da Fig. 5 exemplifica o procedimento adoptado para o caso do Cu, assinalando-se as rectas de ajustamento aos diferentes grupos de pontos; o fundo regional corresponde à solução numérica resultante da intersecção das duas primeiras rectas; o fundo local obtém-se pela intersecção da segunda recta com a terceira.

Fig. 5: Log área – log concentração para o Cu com base na janela 100×100 m.



Os valores de fundo regional para o Cu, Zn e Pb são, respectivamente, 17.5 ppm, 97 ppm e 24 ppm. No sector de Barranco das Lages-Abegoaria apenas o Cu apresenta fundo local bem definido, valendo 363 ppm.

3.5 Variogramas

A Tabela II sumariza os parâmetros dos variogramas experimentais para as distribuições de concentração em apreço, as quais se ajustam satisfatoriamente ao modelo esférico.

Tabela II: Parâmetros dos variogramas experimentais para as distribuições de concentração examinadas.

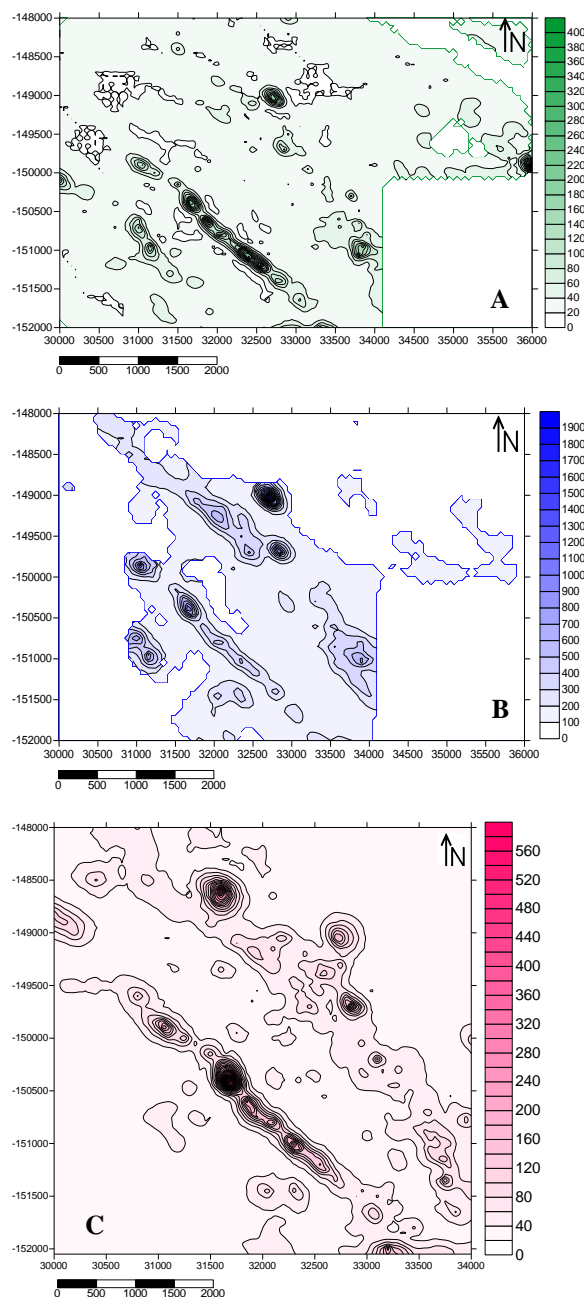
Análise Multifractal		Cu	Pb	Zn
Kriging Ordinarário	Efeito Pepita	530	1396	27300
	Patamar	650	1850	34900
	Alcance	350	480	800
	Anisotropia	1.4	1.3	1.4
	Direcção Anisotropia	335	335	335

A modelação dos variogramas permitiu colocar em evidência a anisotropia das distribuições de concentração a qual se caracteriza por razão axial igual a 1.4 para o Cu e Zn, 1.3 para o Pb e direcção azimutal 335° para Cu, Pb e Zn.

3.6 Mapas de anomalias

Os mapas de isoconcentração patentes na Fig. 6 consideram apenas os valores acima dos fundos regionais calculados para as diferentes distribuições de concentração.

Fig. 6: Isolinhas de concentração para o Cu (A), Zn (B) e Pb (C); escala em ppm e coordenadas Hayford Gauss (m).



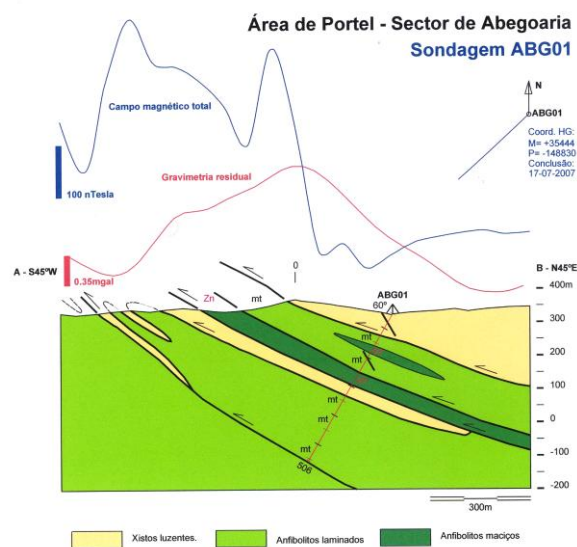
As anisotropias espaciais encontram-se bem definidas, seguindo direcções (NW-SE a NNW-SSE) coincidentes com os alinhamentos litológico-estruturais identificados na região. Regra geral, as anomalias para os três metais sobrepõem-se, exceptuando a que traduz a presença de concentrações relativamente elevadas em Pb no domínio NW da região amostrada. Cruzando esta informação com a cartografia geológica, verifica-se que todas as áreas anómalas coincidem com os chapéus de ferro de Barranco das Lages e Vale de Rebolo (os quais se desenvolvem no seio das unidades Neoproterozóica e Câmbrio Inferior, respectivamente). Não deixa de ser interessante,

contudo, assinalar o contraste existente entre esta convergência espacial e a ausência de correlação linear entre as concentrações metalíferas; tal pode ser interpretado como um sinal da sobreposição heterogénea de diferentes tipos de mineralização, muito embora os efeitos decorrentes da migração e fixação diferencial dos metais durante a meteorização possam, em boa parte, justificar os resultados obtidos.

4. Sondagem ABG01

A sondagem ABG01 foi projectada com o intuito de investigar a causa da anomalia de Bouguer denominada Abegoaria (Fig. 1), a qual se situa sobre o contacto entre a unidade xistenta de Moura (situada a NE) e a sequência de natureza anfibolítica (localizada a SW). Previamente à sua execução, realizaram-se levantamentos de gravimetria e de magnetometria em perfil, tendo ainda sido reavaliados os dados disponíveis de polarização induzida e geoquímica de solos.

Fig. 7: Perfil geológico do sector de Abegoaria, após a realização da sondagem ABG01 (Matos 2007). Perfis gravimétrico e magnético (Sousa 2007).



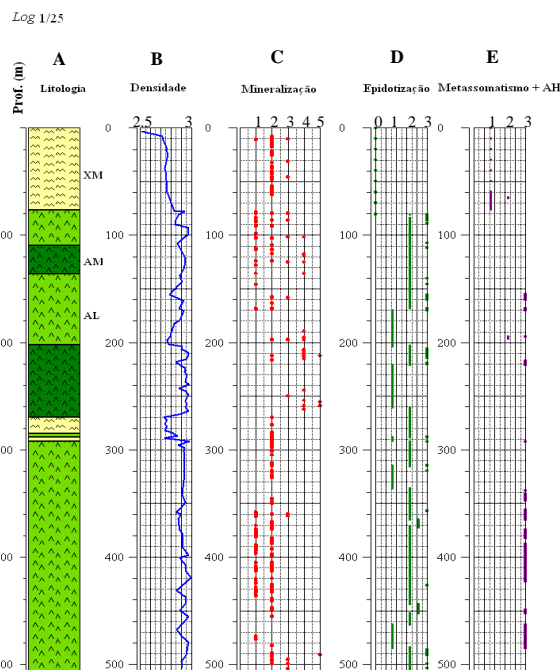
Conforme esperado, a sondagem ABG01 intersectou litologias das formações acima referidas (Fig. 7), revelando a ocorrência de: (1) sulfuretos disseminados, em fracturas e vénulas nos xistos de Moura; (2) magnetite (em leitões e fracturas), bem como de Pirrotite (disseminada e em fracturas), nos anfibólitos subjacentes.

4.1 Logging

A revisão circunstanciada do *logging* existente para a sondagem ABG01 teve como propósito fundamental a caracterização: (1) das diferentes unidades geológicas e da natureza dos respectivos contactos; (2) da mineralização; e (3) dos padrões de metassomatismo / alteração hidrotermal que se lhe associa. Comple-

mentarmente, permitiu seleccionar um conjunto de 30 testemunhos para posterior exame petrográfico.

Fig. 8: Log da sondagem ABG01 (A) e distribuição dos valores de densidade (B). Os quadros C, D e E assinalam, respectivamente, a presença e tipo de mineralização, variação qualitativa da intensidade de epidotização e ocorrência de outras transformações mineralógicas relevantes. C: 1 - Mgt; 2 - Py; 3 - Cpy; 4 - Po; 5 - Sph; D: 0 - ausente; 1 - fraca; 2 - moderada; 3 - forte; E: 1 - cloritização; 2 - sericitização; 3 - qtz/carbonato. XM - Xistos Moura; AM - Anfibólitos maciços; AL - Anfibólitos laminados.



Os resultados desta revisão conduzem às conclusões seguintes: (1) os xistos de Moura apresentam densidade média igual a 2.78 g.cm^{-3} , seguindo-se-lhes os anfibólitos laminados e maciços com 2.97 e 3.00 g.cm^{-3} , respectivamente; (2) os acidentes tectónicos de maior envergadura são assinalados por decréscimo da densidade global do testemunho de sondagem; (3) a mineralização compreende maioritariamente pirite (Py) \pm magnetite (Mgt) \pm calcopirite (Cpy) \pm pirrotite (Po) \pm esfalerite (Sph); (4) a distribuição da Py processa-se de forma quasi-homogénea ao longo da sondagem, e a Mgt está confinada aos intervalos de profundidade $\pm 79-170 \text{ m}$ e $\pm 358-430 \text{ m}$; (5) a epidotização é, regra geral, moderada e covaria com a piritização; (6) não existe qualquer relação entre a variação da intensidade da epidotização e a densidade.

4.2 Caracterização petrográfica e mineralógica

Os xistos (clorítico-sericíticos bandados) de Moura registam deformação não coaxial intensa e heterogénea que, usualmente, destrói a textura porfiroblástica desenvolvida em condições P-T da fácies dos xistos verdes. A associação mineral fundamental abarca quartzo + plagioclase (Ab₉₈₋₉₉) + moscovite + clorite + calcite. As bandas quartzosas preservam efeitos

resultantes de deformação plástica e recristalização dinâmica considerável, conduzindo ao desenvolvimento de texturas miloníticas. Os agregados de moscovite fina mimetizam, frequentemente, uma crenulação tardia; os valores médios de Na, K, Mg e Fe^{2+} obtidos para estas moscovites cifram-se em 0.41, 1.34, 0.18 e 0.18 catiões *p.u.f.*, respectivamente. O desenvolvimento de clorite (2.84 at. Fe^{2+} e 1.53 at. Mg *p.u.f.*) processa-se tardiamente, sendo, por vezes, correlativa da reactivação de corredores de cisalhamento subparalelos ao bandado metamórfico. A mineralização, essencialmente disseminada, compreende sulfuretos ($Py \pm Cpy$) subeuédricos a euédricos e óxidos ($Mgt + Hem$) anédricos; associa-se a fases silicatadas (clorite e moscovite de fina granularidade) e carbonatadas (calcite), provavelmente como resultado de remobilização/re-deposição metalífera pós-pico metamórfico.

Os anfíbolitos laminados apresentam bandado metamórfico desenvolvido em condições metamórficas na fácies anfíbolítica (- xistos verdes alta) e granularidade média a grosseira. A deformação intensa e heterogénea acomodada por estas rochas conduz ao desenvolvimento de vários corredores sublinhados por tectonitos diversos (milonitos e cataclastos). A epidotização é um processo tardio, por vezes acentuado, que se associa à cloritização e carbonatação, desenvolvendo-se após a formação de actinolite (em média, contendo 7.78 at. Si *p.u.f.* e mostrando razão $Mg/(Mg+Fe^{2+}) = 0.63$). As plagioclases são, predominantemente, albíticas (Ab_{96-99}) e as biotites apresentam composição média caracterizada por 2.68, 2.50 e 1.93 at. de Fe^{2+} , Mg e K *p.u.f.*, respectivamente). Identificam-se ainda relíquias de piroxenas, composicionalmente do tipo augite-hedbergite ($Wo_{44.56}$, $En_{43.32}$ e $Fs_{12.12}$), as quais são substituídas por hornblendas magnesianas (contendo, em média, 6.99 at. Si *p.u.f.* e revelando razão $Mg/(Mg+Fe^{2+}) = 0.58$). A mineralização sulfuretada disseminada compreende $Py + Cpy + Po \pm Cv \pm Bn$ que se associa à clorite (em média, incorporando 1.95 at. Fe^{2+} e 2.69 at. Mg *p.u.f.*), epidoto (em média, incluindo 2.19, 1.78 e 0.75 at. de Al, Ca e Fe^{3+} *p.u.f.*) e carbonatos (calcite). Identificam-se ainda disseminações de óxidos primários ($Mgt \pm Ilm$), tardiamente oxidados (Hem).

Os anfíbolitos maciços apresentam granularidade grosseira e preservam mineralogia primária compatível com condições metamórficas na fácies anfíbolítica (- xistos verdes alta). A mineralização sulfuretada consiste na associação $Po + Py \pm Cpy \pm Sph \pm Gn$ que, preferencialmente, coexiste com fases silicatadas (anfíbola, clorite e epidoto) e carbonatadas.

5. Discussão

O sector de Barranco das Lages-Abegoaria apresenta uma importante anomalia de Bouguer (com intensidade 0.8 mgal, orientação geral NW-SE e dimensão

1800 x 750 m), a qual foi recentemente investigada por um consórcio estabelecido entre a empresa MAEPA e o INETI através da sondagem ABG01. A caracterização detalhada dos testemunhos desta sondagem, incluindo o exame petrográfico de amostras seleccionadas e a subsequente análise composicional das fases minerais predominantes, sugere fortemente a presença de uma sequência tectonicamente imbricada de metassedimentos e anfíbolitos (o que se afigura compatível com o padrão cartográfico da área – Fig. 9). Com efeito, todas as rochas intersectadas por sondagem apresentam efeitos decorrentes de acomodação de deformação não coaxial (heterogénea e polifásica), cuja intensidade covaria com a proximidade aos contactos litológicos. Estes últimos são invariavelmente marcados por tectonitos diversos (milonitos, localmente, afectados por cataclase heterogénea) e todos os efeitos resultantes da circulação tardia de fluidos circunscrevem-se a redes tardias de fracturas inter-transgranulares. Deste modo, os anfíbolitos laminados diferem dos maciços apenas por apresentarem maior deformação e registarem efeitos mais pronunciados da retrogradação metamórfica (mercê dos incrementos de permeabilidade a que foram sujeitos por fracturação).

Do ponto de vista mineralógico é digno de nota o facto da unidade xistenta preservar porfiroblastos de albite e agregados deformados de moscovites fengíticas com conteúdos não negligenciáveis de componente paragonítica. Quanto aos anfíbolitos, salienta-se a presença de relíquias de piroxena (parcialmente anfíbolitizadas), para além de hornblenda magnesianas e albite, denunciando o estabelecimento precoce de condições metamórficas algo acima das que afectaram inicialmente os metassedimentos. Os efeitos da retrogradação metamórfica, porém, são similares para ambos os tipos de rocha, muito embora a abundância relativa das diferentes fases minerais e a sua natureza composicional particular varie em função dos gradientes químicos que localmente se estabeleceram sob condições decrescentes de temperatura (e pressão?), aumento da razão *a/r*, da acidez do meio, do potencial de oxidação e da pressão parcial de CO_2 . Estas inferências são compatíveis com o incremento

gradual pós-pico metamórfico dos processos de hidratação e hidrólise da associação mineral pré-existente, culminando com a neo-formação de quartzo, clorite, epidoto e calcite, particularmente evidente ao longo de fracturas com abertura polifásica ou em domínios rochosos adjacentes. Assim, o desenvolvimento dos agregados de actinolite deverá marcar o início dos processos metassomáticos que transcrevem o percurso de retrogradação metamórfica sob condições de transição entre as fácies anfíbolítica e xistos verdes; nas rochas anfíbolíticas, este estágio evolutivo induz, igualmente, reajustes composicionais na paragénesis mineral relíquia, tanto mais significativos

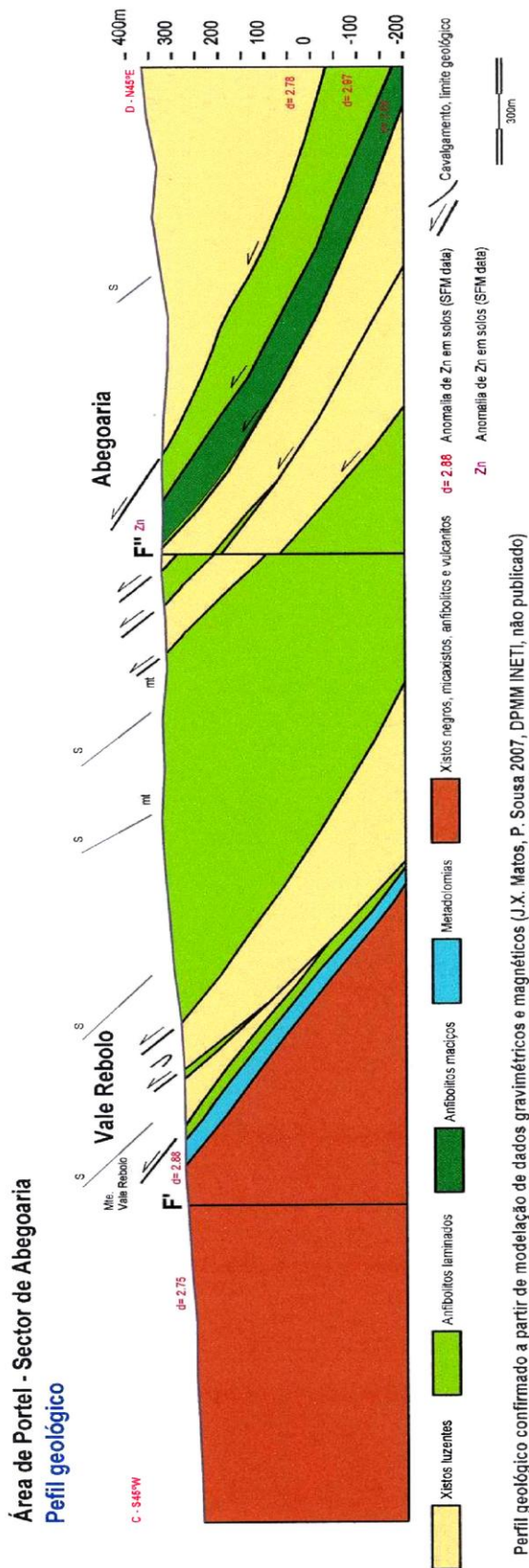


Fig. 9: Corte geológico CD do sector Vale de Rebolo – Abegoaria (Matos e Sousa, 2007).

quanto maior for o contraste químico entre esta e os fluidos intersticiais. O desenvolvimento de quartzo, clorite, epidoto e calcite marca os estádios seguintes de retrogradação sob razões a/r mais elevadas, correlacionando-se com a formação da mineralização disseminada. Importa, contudo, salientar que esta evolução tardia se processa polifasicamente, começando por permitir a deposição de quartzo + clorite ± epidoto + Py ± Po ± Cpy e, só depois, epidoto ± quartzo ± clorite ± Py ± Sph ± Gn ± Bn ± Cv . A deposição de calcite (preferencialmente ao longo de fracturas inter-transgranulares) deverá então assinalar transições entre vários eventos que transcrevem a referida evolução tardia, ocorrendo como resposta a sucessivas despressurizações do sistema (desencadeadas por fracturação) e conseqüente aumento de pH. A abundância relativa de calcite permite ainda colocar em evidência o carácter aquo-carbónico dos fluidos intervenientes no processo mineralizante, o que se afigura consistente com o ambiente físico-químico gerado em condições de retrogradação metamórfica. Acresce referir que o regime térmico subjacente a esta evolução pode ser adequadamente assegurado através do estabelecimento de um gradiente inverso de temperatura durante as fases iniciais da imbricação tectónica Varisca.

Não obstante a natureza subeconómica da mineralização intersectada pela sondagem ABG01, certo é que a análise das distribuições de concentração em solos para o Cu, Zn e Pb no sector de Barranco das Lages-Abegoaria permite colocar em evidência algumas anomalias geoquímicas com interesse potencial. Estas distribuições de concentração são assimétricas e heterogéneas, revelando anomalias coincidentes para os três metais que se sobrepõem aos chapéus de ferro de Barranco das Lages e Vale de Rebolo. O primeiro foi investigado parcialmente pelas sondagens SFM SD40 e SD41, revelando a presença de disseminações de sulfuretos, nomeadamente Py , Cpy , Sph e Gn . As anomalias em causa apresentam anisotropia bem definida e desenvolvem-se segundo direcções (NW-SE a NNW-SSE) concordantes com os alinhamentos litológico-estruturais de idade Varisca. Neste contexto, importa salientar que os mapas de isoconcentração obtidos para o Zn e Pb denunciam concentrações relativamente uniformes para cada unidade geológica, não sendo possível determinar fundos com significado local e, conseqüentemente, delimitar domínios francamente anómalos; o mesmo não acontece para o Cu, cujo fundo local se cifra em 363 ppm, apesar de ser impossível circunscrever espacialmente alvos para pesquisa mineral futura com base nos elementos geoquímicos disponíveis.

6. Conclusões

No sector Barranco das Lages-Abegoaria, as unidades litológicas intersectadas pela sondagem ABG01

registam deformação intensa e contactam entre si através de zonas de carreamento sublinhadas por tectonitos diversos. Tal favorece a possibilidade dos anfibolitos representarem uma sequência alóctone (de afinidade ofiolítica?), sobre a qual se desenvolve a *mélange* tectónica denominada *Complexo Filonítico de Moura*.

As unidades geológicas intersectadas por sondagem contêm mineralização disseminada de sulfuretos (Py + Po ± Cpy ± Sph ± Gn ± Bn ± Cv) cuja génese é correlativa do processo de retrogradação metamórfica, a qual se desenrola sob condições decrescentes de temperatura (e pressão?), aumento da razão *a/r*, da acidez do meio, do potencial de oxidação e da pressão parcial de CO₂. Deste modo, o potencial económico da mineralização sulfuretada é bastante reduzido, sendo a anomalia de Bouguer explicada pelo contraste de densidade entre a sequência de natureza anfibolítica e as unidades sedimentares que as enquadram no complexo tectónico imbricado. Contudo, a análise geoestatística dos valores de geoquímica de solos para Cu, Zn e Pb não invalida a possibilidade de haver interesse em delinear campanhas de prospecção e pesquisa mineral no sector de Barranco das Lages-Abegoaria, nomeadamente ao longo dos alinhamentos definidos pelos chapéus de ferro de Barranco das Lages e Vale de Rebolo.

Agradecimentos

A. Mateus e A. Beleque agradecem as autorizações concedidas pela MAEPA e INETI para a realização e divulgação do presente trabalho. São devidos agradecimentos ao Prof. Mário Abel Gonçalves (FCUL) pelo apoio prestado no processamento dos dados de geoquímica de solos.

Referências bibliográficas

Andrade A. S. (1966). Les gisements stratoids du Massif d'Évora. *Mem. Not. Univ. Coimbra*, 61 : 49-71.

Andrade A. S. (1969). *Contribution à l'étude géologique et métallogénique du gisement plombo-zincifère et cuprifère d'Algares de Portel (Alentejo, Portugal)*. Thèse 3ème Cycle, Nancy.

Araújo A. (1995). *Estrutura de uma geotransversal entre Brinches e Mourão (Zona de Ossa-Morena): implicações na evolução geodinâmica da margem sudoeste do Terreno Autóctone Ibérico*. Dissertação de Doutoramento, Univ. Évora, Portugal.

Araújo A., Fonseca P., Munhá J., Moita P., Pedro J., Ribeiro A. (2005). The Moura Phyllonitic Complex: an accretionary complex related with obduction in the Southern Iberia Variscan Suture, *Geodinamica Acta*, 18(5): 388.

Carvalho J.P.L. (1988). *Contribuição para o estudo dos jazigos de Algares de Portel e Balsa (Portel, Alentejo)*. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica,

Dep. Geologia da Faculdade de Ciências da Univ. Lisboa, Lisboa, Portugal.

Cheng Q., Agterberg F.P., Ballantyne S.B., (1994). The separation of geochemical anomalies from background by fractal methods. *Journal of Geochemical Exploration*; 51: 109 – 130

Gaspar O. (1967). Micrografia dos sulfuretos de Algares de Portel e sua contribuição para o esclarecimento da génese desta ocorrência. *Est. Notas e Trab. Serv. Fom. Min.*, XVIII (1-2): 237-251.

Goinhas J.A.C. (1971). Jazigos de Algares e Balsa (Portel). *Actas 1º Congresso Hispano-Luso-Americano de Geologia Económica*, Madrid-Lisboa, 1: 89-94.

Gonçalves M.A., (2001). Characterization of Geochemical distribution using multifractal models. *Mathematical Geology*; 33, 1: 41 – 62

Halsey T.C., Jensen M.H., Kadanoff L.P., Procaccia I., Shraiman B.I. (1986). Fractal measures and their singularities: the characterization of strange sets. *Phys. Rev. A*, 32(2): 1141-1151.

Mateus A., Figueiras J., Oliveira V., Matos J.X. (2003). Recrystallised (Fe-)Zn-Pb ores of the Portel-Ficalho region (Ossa Morena Zone, Portugal) VI Congresso Nacional de Geologia, Lisboa (Portugal) , *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, nº esp. V, CD-ROM: F86-F89.

Mateus A., Munhá J., Inverno C., Matos J.X., Martins L., Oliveira D.P.S., Jesus A., Salgueiro R. – Mineralizações no sector português da Zona de Ossa-Morena. “*Geologia de Portugal no Contexto da Ibéria*”, 2ª edição, in press.

Matos J.X. (2007). Cartografia geológico-mineira do sector de Barranco das Lages-Abegoaria (NW de Portel), escala 1/5000.

Matos J.X., Sousa P. (2007). Maepa Área de Portel. caracterização Geológico-Mineira, Avaliação do Potencial em Recursos Metálicos, Estudo de Campo Gravítico e Recomendação de Trabalhos Futuros. INETI/DPMM, Relatório inédito não publicado, 36pp.

Matos J.X., Sousa P., Ramalho E. (2007). Caracterização geológico-mineira do sector Abegoaria, região NW de Portel. Área de Prospecção de Portel, INETI/DPMM, Relatório inédito não publicado, 23pp.

Martins L., Borralho V., Moreira J., Magno C., Inverno C., Oliveira V., Torres L., Matos J., Oliveira D. (1998). Mineral Potential of Portugal. Instituto Geológico e Mineiro, Portugal: 60 pp.

Oliveira J.T., Oliveira V., Piçarra J.M. (1991). Traços gerais da evolução tectono-estratigráfica da Zona de Ossa Morena em Portugal. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 16: 221-250.

Oliveira V. (1986). Prospecção de minérios metálicos a sul do Tejo. *Geonovas*, 1(1-2): 15-22.

Schermerhorn L.J.G. (1981). Framework and evolution of hercynian mineralization in the Iberian Meseta. *Leiden Geologische Mededelingen*, 52: 23-56.

Thadeu D. (1965). *Notícia explicativa da Carta Mineira de Portugal*, escala 1:500000, Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, 46 pp.

Tornos F., Inverno C.M.C., Casquet C., Mateus A., Ortiz G., Oliveira V. (2004). Metallogenic evolution of the Ossa Morena Zone. *Journal of Iberian Geology*, 30: 143-181.