

ESTUDOS DE MAGNETO-TELÚRICA NO SECTOR NORTE DA BACIA TECTÓNICA DA VILARIÇA - RESULTADOS PRELIMINARES

Hugo C. Matias^{1,3}, Fernando A. Monteiro Santos¹, António Mateus², Eugénio P. Almeida^{1,4}, João Cabral², Luis A. Mendes-Victor¹

¹Departamento de Física e C.G.U.L., Fac. de Ciências da Univ.de Lisboa, R. da Escola Politécnica, 58, 1250 Lisboa, Portugal, e-mail: dfams@fc.ul.pt

²Departamento de Geologia, Fac. de Ciências da Univ. de Lisboa, Bloco C2, Piso 5, Campo Grande 1700, Lisboa, Portugal; e-mail: amateus@fc.ul.pt; jcabral@fc.ul.pt

³Instituto Geológico e Mineiro, Portugal

⁴Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Instituto Politécnico de Tomar, Quinta do Contador, Estrada da Serra, 2300-Tomar, Portugal

Abstract

In this paper we present the results obtained from the interpretation of 15 magnetotelluric soundings carried out in the north sector of the tectonic basin associated with the Manteigas-Vilariça-Bragança Fault.

1. Introdução

Com o objectivo de caracterizar a distribuição da resistividade eléctrica das estruturas geológicas associadas ao domínio de transição entre a extremidade Norte da bacia tectónica da Vilariça e o *push-up* de Bornes, foram realizadas 15 sondagens MT na região compreendida entre Sta. Comba da Vilariça e Sampaio. Complementarmente foram investigadas as relações entre as falhas activas e os troços aparentemente inactivos do segmento de falha cartografado.

Na região de Sta. Comba da Vilariça - Sampaio (fig. 1) afloram várias unidades li-toestratigráficas de natureza metassedimentar predominante, constituintes dos Domínios: 1) **Autóctone** - quartzitos frequentemente intercalados em sequências pelíticas e/ou psamíticas de idade Ordovícica que, em concordância estratigráfica, repousam sobre uma série de psamitos, metagrauvaques finos e pelitos do Grupo do Douro; 2) **Parautóctone** - sequência monótona de xistos pelíticos e psamitos, por vezes contendo metagrauvaques grosseiros (Silúrico provável), acima da qual se desenvolve uma série de espessura variável de rochas quartzíticas impuras; e 3) **Alóctone Inferior** - sequência azóica de filitos/quartzo-filitos, cujo topo é sublinhado por metagrauvaques com cimento carbonatado (Silúrico Superior - Devónico Superior; Ribeiro, 1974). Importa ainda mencionar que, a Sul, as litologias características do Autóctone são intruí-das por rochas graníticas sin-D₃, aflorando a Norte parte do batólito tardi-hercínico de Santa Comba da Vilariça. Os levantamentos geológicos efectuados colocam em evidência diversos acidentes tectónicos que, face ao seu estilo de movimento, orientação, cronologia relativa e significado geodinâmico, podem ser agrupados em duas famílias preponderantes. A primeira compreende os grandes carreamentos transmontanos gerados no decurso das fases iniciais da Orogenia Hercínica e/ou estruturas que lhes são subsidiárias, separando as formações que integram os Domínios Autóctone, Parautóctone e Alóctone Inferior (e.g. Ribeiro et al., 1990); correspondem, por norma a faixas de esmagamento intenso com espessura métrica, rumo geral variável entre NW-SE e

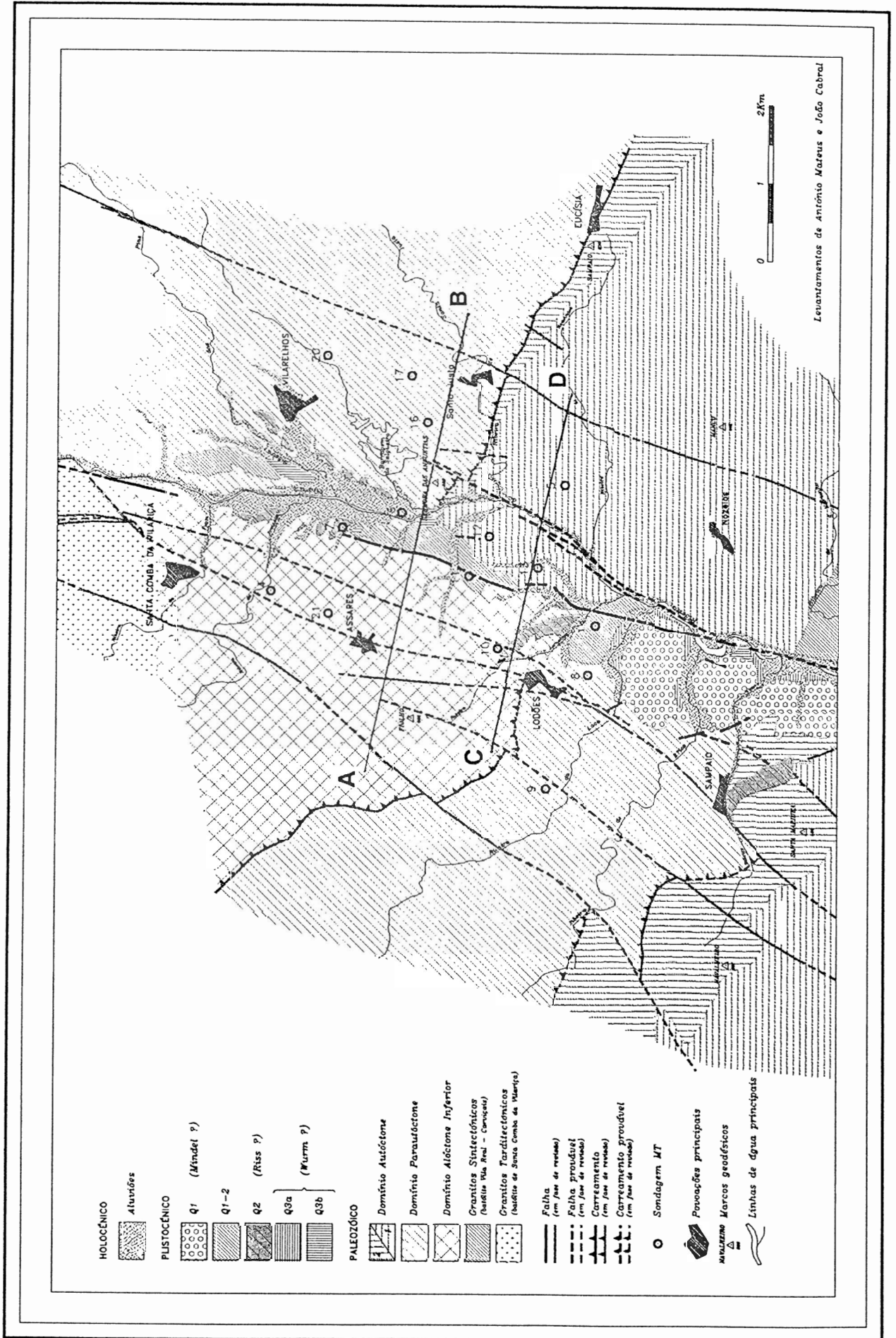


Figura 1 - Esboço geológico da região de Santa Comba da Vilarça - Sampaio.

WNW-ESE e pendor forte ($>60^\circ$) para N ou NNE. A segunda integra preferencialmente os acidentes subverticais de direcção compreendida entre NNE-SSW e NE-SW que, limitando a bacia tectónica da Vilariça, definem um dos troços da Zona de Falha Manteigas-Vilariça-Bragança em Tás-os-Montes. Não obstante a natureza polifásica destas últimas estruturas, a movimentação por elas exibida compreende invariavelmente uma componente de desligamento esquerdo predominante, não raras vezes associada a um deslocamento vertical responsável pelo abatimento relativo do bloco ocidental ou oriental. Os sedimentos detríticos dispostos ao longo da referida bacia tectónica podem ser agrupados em quatro unidades fundamentais que, da base para o topo, integram: 1) depósitos atribuíveis com grande probabilidade ao Plistocénico Inferior, apresentando composição e estruturação intermédias das unidades abaixo denominadas Q_1 e Q_2 ; 2) depósitos de fácies torrencial e idade provável Mindel - Riss, compreendendo sequências alternantes de areias, cascalheiras e níveis silto-argilosos (Q_1), bem como sedimentos heterométricos com matriz arenosa (Q_2); 3) depósitos heterométricos, cobrindo terraços fluviais da Ribeira da Vilariça (Q_3^a e Q_3^b), talvez estabelecidos durante o Wurm; e 4) aluviões holocénicos de natureza silto-argilosa predominante.

2. Dados de MT

O método Magneto-telúrico é um método electromagnético que usa as variações dos campos eléctrico e magnético naturais. Através do registo simultâneo destes é possível obter as impedâncias eléctricas do meio geológico e interpretá-las em termos de variação de resistividades, a qual depende da natureza da formação rochosa, da temperatura, quantidade e composição química dos fluidos que preenchem os espaços intersticiais do meio rochoso. A aquisição dos dados foi efectuada usando um equipamento de 4 vias (2 para o campo eléctrico e 2 para o campo magnético). A digitalização dos sinais fez-se em quatro gamas de frequências (180-12 Hz, 20-1 Hz, 1,6-0,1 Hz e 1/8-1/125 Hz). O tratamento das séries temporais foi efectuada por aplicação do método de dizimação em cascata, transformando os dados obtidos para o domínio das frequências. Obtiveram-se, em seguida e para cada sondagem os tensores das impedâncias, curvas de resistividade aparente e as respectivas curvas de fase. Globalmente, os dados obtidos apresentam qualidade aceitável na gama de períodos compreendidos entre 0,1 e 8 segundos, a partir dos quais se observa alguma dispersão, consequência da contaminação electromagnética resultante da densa rede de transporte de energia eléctrica existente.

A direcção regional preferencial, ou direcção de camada regional, se ela existe, é usualmente determinada através do estudo do comportamento do tensor das impedâncias, ou de alguns dos seus componentes, em função do ângulo de rotação (as direcções obtidas são referidas ao norte magnético). A técnica, de decomposição do tensor das impedâncias proposta por Groom & Bailey (1989) foi utilizada no caso presente. Conforme se evidencia na figura 2, as direcções encontradas apresentam boa correlação com as estruturas geológicas conhecidas, confirmando o rumo preferencial

do sistema de estruturas associado à zona de falha activa. Mercê do carácter claramente 3D da estrutura regional, não foi possível obter um valor médio para a direcção regional. Obtiveram-se, no entanto, importantes resultados que a seguir se descrevem.

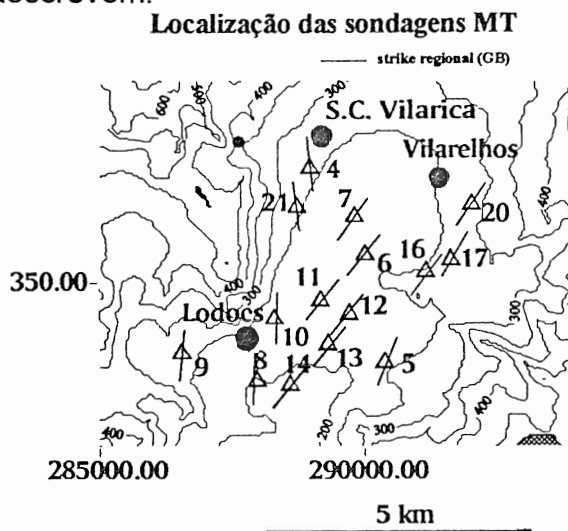


Figura 2 - Direcções de camada regionais. estações 8 e 14; tal é compatível com as informações fornecidas pelos levantamentos geológicos

No sector Oeste da bacia tectónica, a direcção aproximada N-S evidenciada pelas estações 4, 21, 10, 9 e 8 associa-se ao ramo não activo da zona de falha. As estações 7, 6, 11, 12, 13 e 14 revelam uma direcção aproximada de N38,5°E correlacionável com o ramo activo da zona de falha. No sector Este (estações 5, 16, 17 e 20) a direcção média obtida N30°E, põe em evidência outro ramo importante da zona da falha, com expressão cartográfica notória. A análise das direcções principais sugere ainda que os três grandes tipos de estruturas presentes no troço estudado da zona de falha, tendem a coalescer na região vizinha das

3. Discussão de Resultados

Para se obter uma primeira aproximação da distribuição de resistividade eléctrica na zona em estudo efectuaram-se dois modelos bidimensionais segundo perfis subparalelos entre si e subperpendiculares à zona de falha: um a Norte (incluindo as estações 21, 4, 7 e 6, 16 e 17) e outro a Sul (incluindo as estações 9, 8, 14, 13 e 5). Na modelação utilizou-se o método de tentativa e erro, sendo a resposta electromagnética do modelo bidimensional obtida com o algoritmo de elementos finitos de Rijo (1977). Como um dos objectivos do trabalho em curso consiste na determinação da estrutura electromagnética regional, a gama de períodos em que se procurou o melhor ajuste entre as curvas teóricas e os valores observados foi desde os 0,1 s aos 100 s. Contudo, sempre que possível, procurou-se ajustar os valores de resistividade para períodos mais curtos.

Os modelos apresentados evidenciam dois domínios importantes (Fig. 3). Um, mais superficial, associado aos preenchimentos sedimentares da bacia tectónica e áreas mais fracturadas e alteradas das formações encaixantes, apresentando grandes contrastes laterais de resistividade. Outra, a profundidades superiores a 1 km, com estrutura estratificada e resistividades mais elevadas, directamente correlacionáveis com as formações rochosas mais antigas: 1) os níveis profundos do Autóctone apresentam resistividade média de 1000 Ohm.m; 2) aos 2 km estabelece-se a

passagem ao soco gneíssico com resistividade média de 3500 Ohm.m, o qual se estende aparentemente até aos 30 km; 3) a profundidade estimada para o nível de

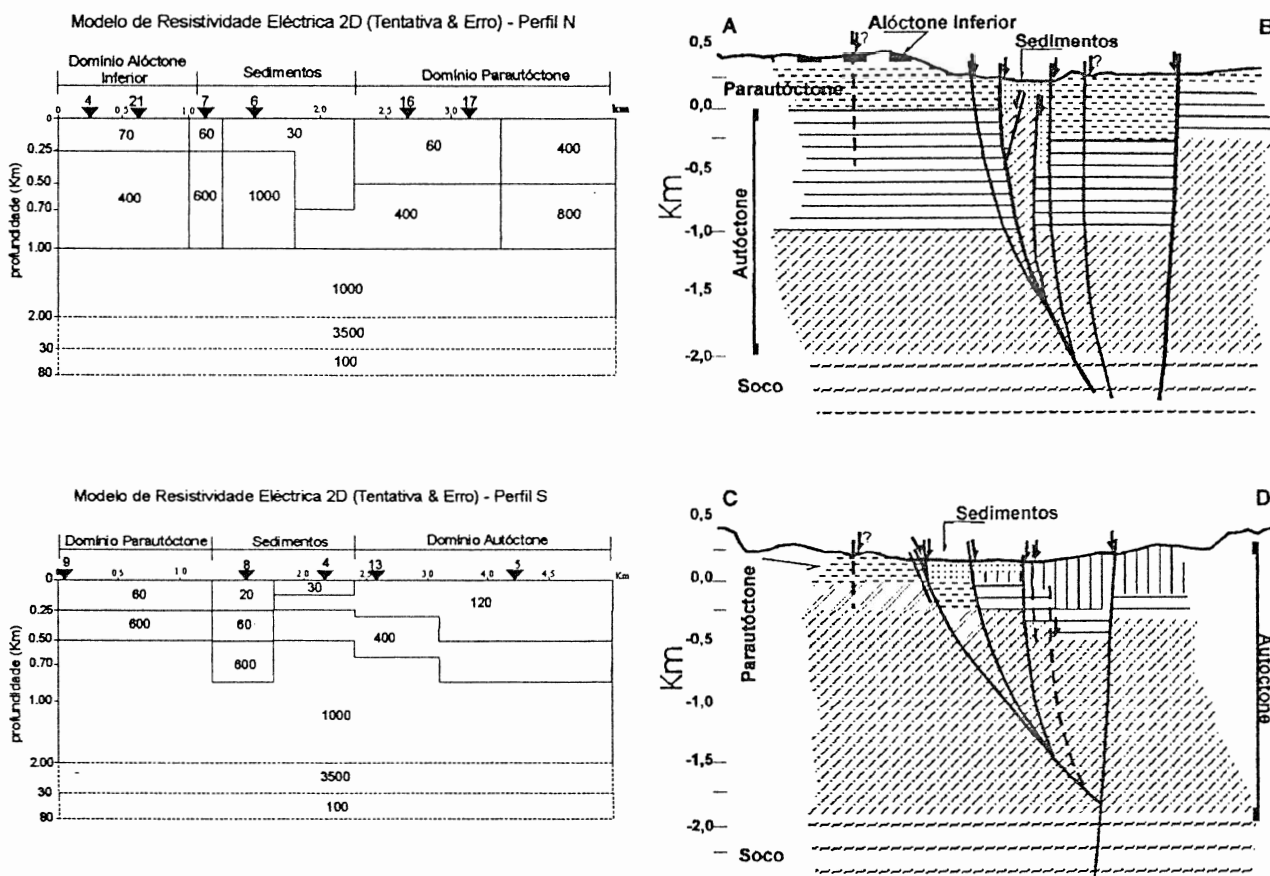


Figura 3 - Modelos geoelectricos (valores em Ohm.m) e respectiva interpretação geológica. Nota - variação na escala vertical dos modelos geoelectricos aos 2 km.

separação manto/crusta (~30 km), está de acordo com a que se obtém pela interpretação de dados de sísmica (Matias, 1996) e de dados MT obtidos para a Zona Sul-Portuguesa (Almeida et al., 1996); 4) para profundidades superiores a 30 km o modelo evidencia uma diminuição da resistividade característica da crusta inferior (Monteiro Santos et al., 1994; Almeida et al., 1996). A distribuição de resistividades no domínio superficial (< 1 km) é fortemente marcada pela rede de acidentes tectónicos, quantidade relativa e heterogeneamente distribuída de fluidos aquosos, e hierarquização das diferentes unidades litoestratigráficas. Face aos dados disponíveis é no entanto possível concluir que: 1) as litologias do Parautóctone apresentam resistividade média em torno dos 60 Ohm.m; 2) tomadas em conjunto, a zona de transição Alóctone Inferior/Parautóctone e o Parautóctone, formam uma camada com espessura média de 250 m e resistividade de 70 Ohm.m; e 3) a sobreposição das seqüências metassedimentares do Autóctone, ora dominadas por rochas de natureza

quartzítica, ora consistindo em alternâncias rítmicas de rochas pelíticas e grauvacóides, permite interpretar a forte zonalidade dos valores de resistividade obtidos. Contudo, é necessário proceder-se à caracterização laboratorial de amostras representativas das várias formações aflorantes por forma a testar a plausibilidade desta interpretação (este será um assunto a tratar muito em breve). Regista-se, por último, o facto dos preenchimentos sedimentares da bacia tectónica serem bons condutores, apresentando resistividades médias variáveis entre os 20 e 30 Ohm.m.

Do ponto de vista geométrico, importa referir o carácter vincadamente assimétrico da bacia tectónica, provavelmente resultante do jogo simultâneo em desligamento esquerdo e falha normal dos acidentes que a limitam a E e W, respectivamente. Tal denuncia um estilo tectónico do tipo *transform-normal extension*, compatível com o desenvolvimento localizado de bacias *pull-apart* no seio da depressão tectónica maior (e.g. Ben-Auraham & Zoback, 1992).

Agradecimentos- Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto nº PBICT/C/CTA/2123/95, *Estudos de MT na falha de Manteigas-Vilariça-Bragança*, financiado pela JNICT. Esta é a contribuição 03/97/03 do GSE-CGUL.

Referências

- Almeida, E. P., Monteiro Santos, F. A., Mendes-Victor, L. A., 1996, The Structure of the Upper Crust in the South Portuguese Zone from Magnetotelluric Studies - preliminary results, *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, **31**, pp. 217-229
- Groom, R. W., Bailey, R. C., 1989, Decomposition of magnetotelluric impedance tensor in the presence of local three-dimensional galvanic distortion, *J. Geophys. Res.*, **94**, pp. 1913-1925
- Matias, L., 1996, A sismologia experimental na modelação da estrutura da crosta em Portugal Continental, Tese de Doutoramento, Univ. de Lisboa
- Rijo, L., 1977, Modelling of electrical and electromagnetic data, Tese de Doutoramento, Univ. de Utah
- Monteiro Santos, F. A., Dupis, A., Andrade Afonso, A. R., Mendes-Victor, L. A., 1994, Magnetotelluric observations over the Chaves geothermal field (NE Portugal) - preliminary results", *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **91**, pp. 203-211
- Ribeiro, A., 1974, Contribution à l'étude de Trás-os-Montes Oriental, *Mem. Serv. Geol., Portug.*, **24**
- Ribeiro, A., Pereira, E., Dias, R., 1990, Structure of the Centro-Iberian Allochthon in the NW of the Iberian Peninsula, In: *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, R. G. Dallmeyer & E. Martinez, eds., Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 220-236
- Zvi Ben-Auraham; M.D. Zoback, 1992, Transform-normal extension and asymmetric basins: an alternative to pull-apart models. *Geology*, **20**: 423-426.