

Relevos quartzíticos do domínio estrutural de Caldas de S. Jorge-Carvoeiro-Águeda (NW de Portugal): uma caracterização geomorfológica e geotectónica preliminar

J. Teixeira

Centro de Minerais Industriais e Argilas da Universidade de Aveiro. ze.teixeira@zmail.pt

A. Gomes

Departamento de Geografia, Faculdade de Letras, Universidade do Porto (GEDES). atgomes@sapo.pt

H. I. Chaminé

Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto e Centro de Minerais Industriais e Argilas da Universidade de Aveiro. hic@isep.ipp.pt

P. E. Fonseca

Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa (LATTEX). gpetfons@fc.ul.pt

L. C. Gama Pereira

Departamento de Ciências da Terra e Centro de Geociências da Universidade de Coimbra. gpereira@ci.uc.pt

A. Pinto de Jesus

Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências do Porto e Centro de Geologia da Universidade do Porto. adelmar@fc.up.pt

M. A. Araújo

Departamento de Geografia, Faculdade de Letras, Universidade do Porto (GEDES)

A. Coelho, A. Soares de Andrade, F. T. Rocha

Departamento de Geociências e Centro de Minerais Industriais e Argilas da Universidade de Aveiro. frocha@geo.ua.pt

Resumo: Este trabalho tem como objectivo a apresentação de uma síntese preliminar da cartografia geomorfológica e morfotectónica regional dos relevos quartzíticos do domínio estrutural de Caldas de S. Jorge-Carvoeiro-Águeda (NW de Portugal). Os afloramentos quartzíticos configuram dois alinhamentos topográficos, descontínuos, com orientação geral meridiana, desde as cercanias de Caldas de S. Jorge (SE de Lourosa) até à localidade de Arrancada do Vouga (N de Águeda). A expressão morfoestrutural dos ramos quartzíticos está intimamente relacionada com a proximidade relativa à faixa de cisalhamento de Porto-Coimbra-Tomar. Os levantamentos de campo efectuados permitiram reconhecer e cartografar, pela primeira vez, novos afloramentos quartzíticos do Ordovícico, a Norte de Águeda. Desse modo, obteve-se informação inédita e vital para um melhor entendimento do complexo limite geotectónico da faixa de cisalhamento de Porto-Coimbra-Tomar.

Palavras-Chave: Morfoestrutura; Quartzito Armoricano; Faixa de cisalhamento de Porto-Coimbra-Tomar; NW de Portugal.

Abstract: This study aims at presenting a preliminary geomorphological and morphotectonical characterisation of the Armorican quartzite relief of the Caldas de S. Jorge-Carvoeiro-Águeda structural domain (Iberian Massif, NW of Portugal). These quartzite outcrops take the form of a narrow N-S strip of Lower Palaeozoic age, which is included in a major crustal-scale strike-slip zone, the so-called Porto-Coimbra-Tomar shear zone. This crystalline basement ranges from 1 to 5 km wide, bearing a very characteristic and ubiquitous tectonostratigraphy. The morphotectonical and geological surveys led us to newly describe and mapping the quartzite relief structure to the North of Águeda village, and showed that the large-scale relief is strongly associated with the existence of scarps along inherited fault zones (e.g., Porto-Coimbra-Tomar shear zone). These results suggest that relief development in this region was mainly controlled by tectonics through fault reactivation.

Key-words: Morphostructure; Armorican quartzite; Porto-Coimbra-Tomar shear zone; NW Portugal.

1. INTRODUÇÃO

A interpretação morfológica de relevos estruturais abrangendo aspectos resultantes da tectónica e da erosão diferencial, constitui uma temática de interesse para muitos investigadores ligados às geociências (e.g., Ribeiro, 1943; Tricart, 1957; Mainguet, 1972; Klein, 1973; Rebelo, 1975; Brum Ferreira, 1978; Romaní e Twidale, 1998). As cristas quartzíticas são, talvez, uma das formas estruturais mais relevantes que demonstram a importância da resistência à erosão dos materiais rochosos. De facto, a forte resistência das bancadas quartzíticas, quando comparada com as rochas envolventes, destaca-se, geralmente, por relevos que marcam a paisagem, com elevações rigidamente alinhadas e, em regra, alongadas, tomando a forma de crista.

No território nacional, as rochas quartzíticas que configuram relevos estruturais imponentes correspondem, na maioria das situações, a rochas de idade ordovícica que sofreram intenso dobramento no ciclo Varisco. Estas rochas são comumente referidas na literatura da especialidade como quartzitos Armoricanos.

No sector entre Caldas de S. Jorge (Lourosa) e Carvoeiro (Albergaria-a-Velha) a morfologia é dominada por importantes elevações quartzíticas referenciadas, entre outros, por Ribeiro (1860), Delgado (1905) e Freire de Andrade (1938/40), e estudadas, do ponto de vista geomorfológico e geológico, por Soares de Carvalho (1946, 1947), Severo Gonçalves (1974), Brum Ferreira (1978), Figueiredo (1996), Chaminé (2000) e Chaminé *et al.* (2004). Este trabalho tem como objectivo a apresentação de uma síntese preliminar da cartografia geomorfológica e morfotectónica regional dos relevos quartzíticos Armoricanos do domínio estrutural de Caldas de S. Jorge–Carvoeiro–Águeda (Teixeira, *in prep.*). Para tal, recorreu-se a uma abordagem multidisciplinar que consistiu na revisão e/ou cartografia geomorfológica e geológica, respeitantes às folhas nº 175 (Albergaria-a-Velha) e nº 186 (Águeda) da *Carta Militar de Portugal*, na escala 1/25.000.

2. GEOMORFOLOGIA E MORFOTECTÓNICA

2.1. Enquadramento regional

Do ponto de vista geológico, a região entre Caldas de S. Jorge (E de Espinho) e Arrancada do Vouga (N de Águeda), integra-se numa faixa metamórfica, com direcção geral NNW–SSE, que se prolonga desde os arredores do Porto (Foz do Douro) até Tomar, passando por Espinho e Albergaria-a-Velha, Coimbra, Espinhal e Alvaiázere, e que se designa por faixa de cisalhamento de Porto–Coimbra–Tomar (e.g., Gama Pereira, 1998; Chaminé, 2000; Chaminé *et al.*, 2003).

Os afloramentos quartzíticos, do Paleozóico inferior, configuram nesta área dois alinhamentos topográficos (Fig. 1), descontínuos, com orientação geral meridiana, desde as cercanias de Caldas de S. Jorge até à localidade de Carvoeiro (margem direita do rio Vouga), materializando uma estrutura em sinforma apertado, a de Caldas de S. Jorge–Carvoeiro (Ribeiro *et al.*, 1995; Chaminé, 2000). Esta estrutura define, localmente, a faixa de cisalhamento de Porto–Albergaria-a-Velha–Coimbra (*s.str.*), composta por um conjunto de acidentes de 1ª e de 2ª ordem, com *ca.* de 40km de extensão e 5km de largura. A sua expressão geológica é materializada pelo contacto mecânico entre as unidades tectonoestratigráficas da Zona de Ossa-Morena (ZOM) e as unidades do Paleozóico inferior da Zona Centro-Ibérica (ZCI) - ramo oeste da faixa de cisalhamento de Porto–Albergaria-a-Velha–Coimbra - e, pelo contacto tectónico, entre as unidades do Paleozóico inferior e as do Complexo Xisto-Grauváquico - ramo leste da faixa de cisalhamento de Porto–Albergaria-a-Velha (Chaminé, 2000; Chaminé *et al.*, 2003, 2004).

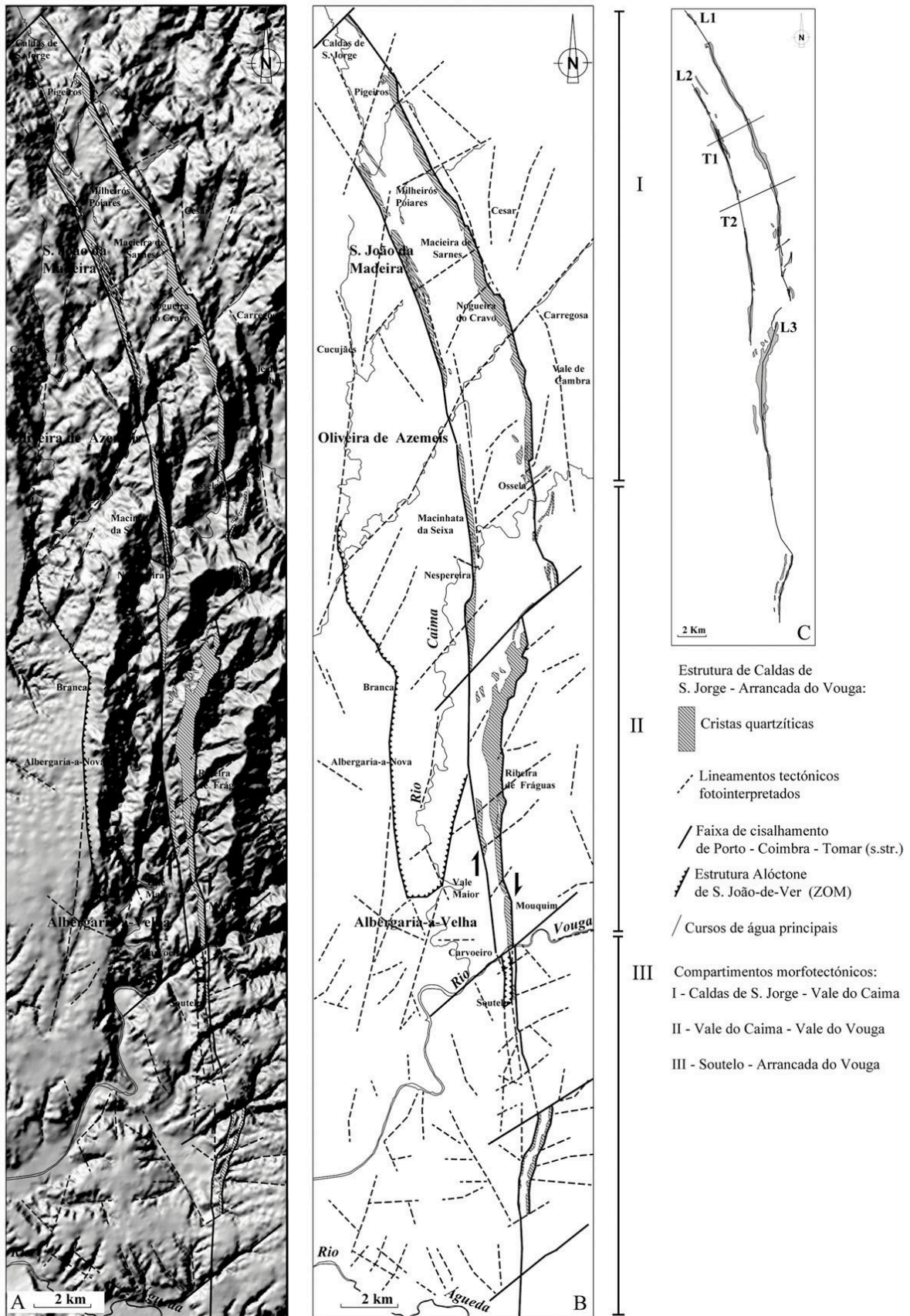


Fig. 1 - Enquadramento morfotectónico dos alinhamentos quartzíticos da área de Caldas de S. Jorge–Carvoeiro–Arrancada do Vouga. A) Modelo digital de terreno, do tipo relevo sombreado, gerado a partir da digitalização das curvas de nível à escala 1/50.000 aplicando o método de “kriging”. Resolução da grelha de 50 m; B) Esboço tectónico interpretativo do domínio estrutural de Caldas de S. Jorge–Carvoeiro–Arrancada do Vouga; C) Localização dos perfis topográficos transversais (T1, T2) e longitudinais (L1, L2, L3).

2.2. Os relevos quartzíticos entre Caldas de S. Jorge e Arrancada do Vouga

A região emersa entre Porto, Albergaria-a-Velha e Águeda caracteriza-se por um relevo aplanado correspondente a uma plataforma litoral que termina num relevo acentuado, constituindo o seu rebordo interior (Brum Ferreira, 1978; Araújo *et al.*, 2003). As elevações que dominam a plataforma litoral apresentam uma série de níveis de erosão, pouco desenvolvidos ou mal conservados, escalonando-se entre 200 m e 300 m de altitude. A Leste do rebordo interior da plataforma litoral, segundo um corredor meridiano entre S. João da Madeira e Vale de Cambra, o relevo é dominado por colinas formadas por rochas metassedimentares e quartzíticas, rigidamente alinhadas, com orientação NNW-SSE. Entre elas e, lateralmente, definem-se áreas deprimidas com a mesma orientação, cuja origem estará ligada à presença de rochas cristalinas e ao resultado da alteração diferencial (Brum Ferreira, 1978; Rochette Cordeiro, 1992).

A organização da rede de drenagem reflecte a tectónica da área, especialmente dos sistemas de fracturação regional (i.e., NW-SE, NNW-SSE, NE-SW, NNE-SSW e W-E), impondo os traços morfoestruturais à região (Brum Ferreira, 1978; Araújo *et al.*, 2003; Chaminé *et al.*, 2003, 2004). Uma parte significativa da rede de drenagem corre inadaptada às cristas quartzíticas, como, por exemplo, os rios Caima, Antuã e segmentos do rio Vouga que sugerem uma instalação em importantes acidentes tectónicos com orientação N-S e NE-SW. A expressão morfoestrutural dos ramos quartzíticos parece estar intimamente relacionada com a proximidade relativa à faixa de cisalhamento principal (Burbank e Anderson, 2001). Dessa forma, os afloramentos do ramo ocidental apresentam um grau de deformação mais intenso, materializado pelo contacto mecânico com o substrato da ZOM e, por isso, configuram relevos de menor expressão topográfica.

Considerando o afastamento entre os dois alinhamentos quartzíticos, a continuidade e/ou a interrupção dos mesmos, a expressão topográfica e a morfologia associada, definiram-se três compartimentos morfotectónicos regionais, a saber (Fig. 1):

I) De Caldas de S. Jorge ao vale do rio Caima (Ossela): dois alinhamentos quartzíticos, paralelos, topográfica e litologicamente bem definidos, nos quais o ramo oriental evidencia maior expressão morfológica (v.g. Pereiro, 515m). As colinas quartzíticas estão distanciadas entre si *ca.* 2km, formando elevações destacadas e rigidamente orientadas. A maior espessura do alinhamento oriental reflecte-se na dificuldade dos cursos de água em ultrapassar a barreira quartzítica, que é normalmente materializada por uma garganta de paredes quase verticais (e.g., Carregosa e v.g. Pedra Má). As superfícies arrasadas do topo estão bastante degradadas e o ramo oriental evidencia um basculamento para Norte, dado que as passagens dos cursos de água se fazem a cotas mais elevadas. Verifica-se uma certa regularidade no estabelecimento das passagens dos cursos de água de ordem superior ('water gaps'), em que os entalhes mais profundos surgem com intervalos de aproximadamente 5 a 6 km. O sector entre a ribeira de Cesar e o rio Ínsua parece ligeiramente abatido em relação ao basculamento geral, sugerindo a influência de falhas transversais, com orientação média NE-SW. O ramo ocidental apresenta sempre menor expressão morfológica (Fig. 2; perfis T1 e T2). O topo da crista, é relativamente aplanado até ao rio Ínsua, com altitudes que rondam os 250 a 270 m (Fig. 1- L2). A sul, o afloramento quartzítico reveste-se de maior importância, sobretudo a partir do v.g. do Bico do Ponto (315 m) até ao rio Caima. Curiosamente, a passagem do rio Ínsua faz-se segundo o mesmo alinhamento que intersectou o ramo oriental. No geral, o alinhamento quartzítico está compartimentado em blocos denunciando uma tectónica em "escadaria" para o quadrante Sul. As falhas transversais adquirem por isso grande importância, seccionando a própria crista e colocando as superfícies do topo a cotas diferentes.

II) Do vale do rio Caima ao rio Vouga: os dois alinhamentos afunilam, perdendo definição cartográfica e morfológica (Fig. 1 e 2), apresentando-se o ramo oriental melhor conservado. A crista ocidental reduz-se a um pequeno segmento que se desenvolve para Sul de Ribeira de Fráguas. Neste sector, os cursos de água intersectam os quartzitos a cotas que rondam os 90 a 100 m.

III) Desde o rio Vouga ao Norte de Águeda: corresponde a uma série de afloramentos descontínuos e de fraca expressão morfológica que, à excepção das cristas quartzíticas de Arrancada

do Vouga (Fig. 3), desenvolvem uma pequena elevação topográfica, que culmina a 100 m de altitude. A espessura das cristas é, relativamente reduzida (inferior a 100 m, no ramo oriental), apresentando os materiais quartzíticos intensa deformação essencialmente por puro achatamento (Chaminé *et al.*, 2004).

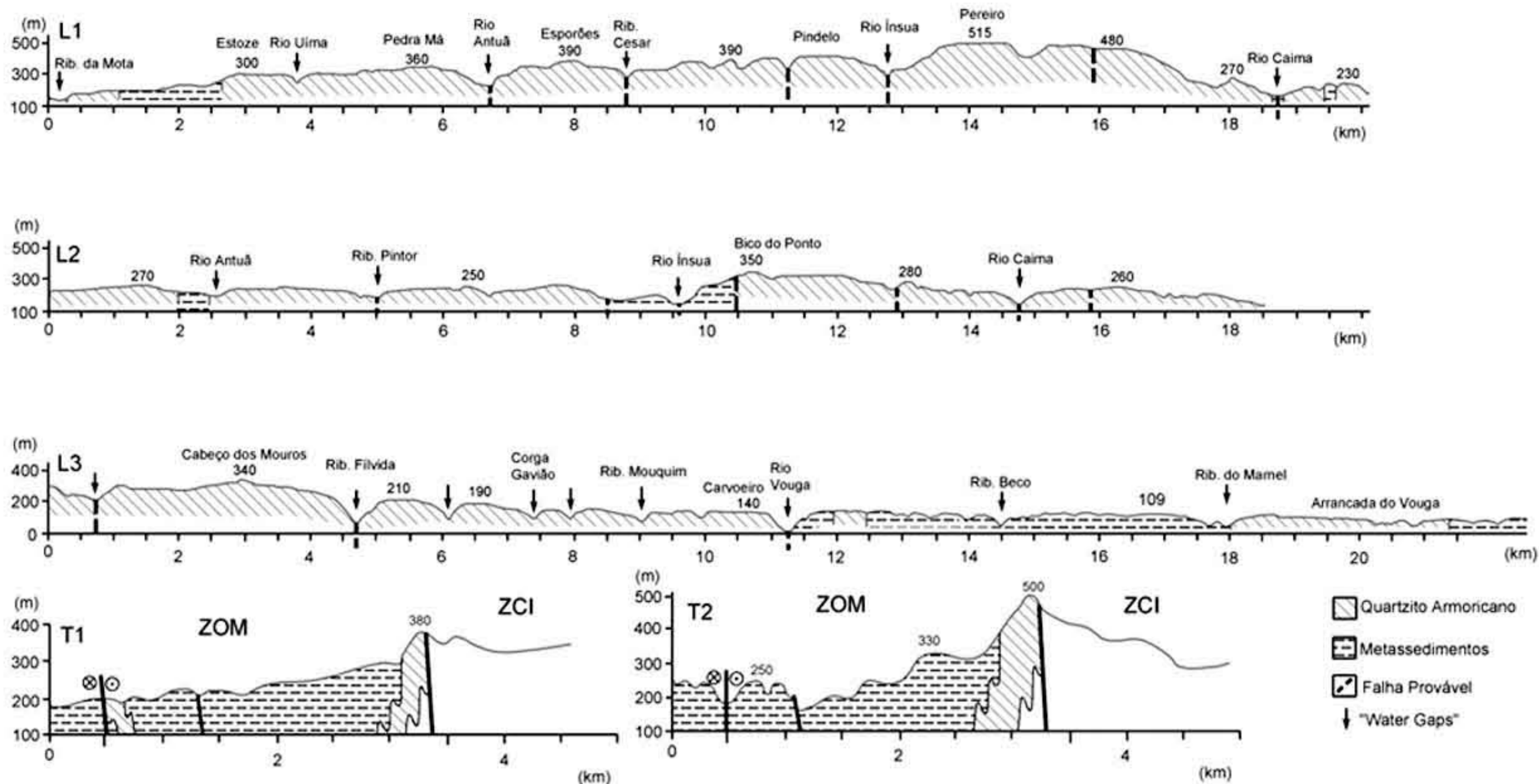


Fig. 2 – Perfis topográficos longitudinais ao longo dos alinhamentos quartzíticos e perfis topográficos transversais ao longo das cristas quartzíticas (compartimento morfotectónico a Norte do rio Caima).



Fig. 3 – Vista panorâmica do relevo quartzítico de Arrancada do Vouga (N de Águeda).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A megaestrutura dos compartimentos morfotectónicos evidencia um rejogo relacionado com os sistemas de falhas, com direcção média NE-SW e NNE-SSW, associando-se o segundo à movimentação direita da faixa de cisalhamento de Porto–Coimbra–Tomar. Contudo, o primeiro sistema parece posterior. Como principais rupturas morfoestruturais regionais destacamos (Fig. 1 e 2):

a) a área da passagem do rio Caima, a jusante de Vale de Cambra, sugere a possibilidade de o compartimento a Sul corresponder a um soerguimento tardio, dado que o ramo oriental se encontra intensamente deformado e desnivelado, em termos altimétricos, em relação ao compartimento a Norte;

b) a área da passagem do rio Vouga, onde os dois ramos quartzíticos perdem identidade e espessura, na qual é possível observar e cartografar quartzitos intensamente deformados, e registar imponentes caixas de falha argilitizadas, com espessura métrica.

Assim, os principais resultados deste estudo preliminar, na região entre Caldas de S. Jorge–Albergaria-a-Velha e Águeda, permitem: i) organizar um conjunto de dados inéditos e refinar o traço cartográfico do limite geotectónico local, entre a ZOM e a ZCI; ii) estabelecer um esquema do arranjo e da compartimentação morfotectónica regional; iii) os levantamentos de campo previamente efectuados e, alguns em curso, permitiram interpretar e cartografar, pela primeira vez, novos afloramentos de quartzito Armoricano, a Norte de Águeda.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu apoio do projecto TBA (FCT-POCTI/CTA/38659/2001-FEDER) e HIC recebeu apoio parcial do projecto SFRH/BPD/3641/2000 (Aveiro). As trocas de impressões tidas com os Professores Gaspar Soares de Carvalho (Braga), Augusto Pérez-Albertí (Santiago de Compostela), António Ribeiro (Lisboa), Christian Palain (Nancy) foram importantes para o refinamento de algumas das ideias deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Araújo, M. A.; Gomes, A. A.; Chaminé, H. I.; Fonseca P. E.; Gama Pereira, L. C. e Pinto de Jesus, A. (2003) – “Geomorfologia e geologia regional do sector de Porto–Espinho (W de Portugal): implicações morfoestruturais na cobertura sedimentar Cenozóica”. *Cadernos Lab. Xeol. Laxe*, A Coruña, Vol. 28, pp. 79-105.
- Brum Ferreira, A. (1978) – “Planaltos e montanhas do Norte da Beira: estudo de geomorfologia”. *Memórias Centro Estudos Geográficos*, Lisboa, Vol. 4, pp. 1-374.
- Burbank, D. e Anderson, R. (2001) – *Tectonic geomorphology*. Blackwell Science, 274 p.
- Chaminé, H. I. (2000) - *Estratigrafia e estrutura da faixa metamórfica de Espinho–Albergaria-a-Velha (Zona de Ossa-Morena): implicações geodinâmicas*. Tese de doutoramento, Universidade do Porto, Porto, 497 p.
- Chaminé, H. I.; Gama Pereira, L. C.; Fonseca, P. E.; Noronha, F. e Lemos de Sousa, M. J. (2003) – “Tectonoestratigrafia da faixa de cisalhamento de Porto–Albergaria-a-Velha–Coimbra–Tomar, entre as Zonas Centro-Ibérica e de Ossa-Morena (Maciço Ibérico, W de Portugal)”. *Cadernos Lab. Xeol. Laxe*, A Coruña, Vol. 28, pp. 37-78.
- Chaminé, H. I.; Gomes, A.; Teixeira, J.; Fonseca, P. E.; Pinto de Jesus, A.; Gama Pereira, L. C.; Soares de Andrade, A. A.; Fernandes, J. P.; Moço, L. P.; Flores, D.; Araújo, M. A. e Rocha, F. T. (2004) – “Geologia, geomorfologia e estratigrafia dos domínios estruturais de Carvoeiro–Caldas de S. Jorge e de Soutelo–Arrancada do Vouga (faixa de cisalhamento de Porto-Coimbra–Tomar, NW de Portugal): implicações tectonoestratigráficas”. *Cadernos Lab. Xeol. Laxe*, A Coruña, Vol. 29, pp. 299-330.
- Delgado, J. F. N. (1905) – “Contribuição para o estudo dos terrenos paleozóicos”. *Commun. Commiss. Serv. Geol. Portg.*, Lisboa, Vol. 6, pp. 56-122.
- Figueiredo, A. A. (1996) – *Contributo para o conhecimento das cristas quartzíticas a Leste de Oliveira de Azeméis*. Tese de mestrado. Universidade de Coimbra, Coimbra, 150 p.
- Freire de Andrade, C. (1938/40) – “Algumas considerações sobre a geologia dos arredores de Espinho e das Caldas de S. Jorge”. *Boletim Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Univ. Lisboa*, Vol. 7-8 (3ª série), pp. 23-35.
- Gama Pereira, L. C. (1998) – “A faixa de cisalhamento Porto-Tomar, no sector entre o Espinhal e Alvaiázere (Portugal Central)”. *Geólogos, Rev. Univ. Porto*, Vol. 2, pp. 23-27.
- Mainguet, M. (1972) – *Le modelé des grès: problèmes généraux*. Institut Géographique National, 3 tomos, Paris, 657 p.

- Klein, C. (1973) – “*Massif Armoricaïn et Bassin Parisien: contribution a l’étude géologique et géomorphologique d’un massif ancien et de ses enveloppes sédimentaires*”. Thèse de Doctorat d’Etat, Ass. Pub. Près les Universités de Strasbourg, Fondation Baulig, Vol. 12, pp. 1-882
- Rebelo, F. M. S. (1975) – “Serras de Valongo: estudo de geomorfologia”. *Suplementos de Biblos*, Coimbra, Vol. 9, pp. 1-194.
- Ribeiro, A.; Pereira, E.; Chaminé, H. I. e Rodrigues, J. (1995) – “Tectónica do megadomínio de cisalhamento entre a Zona de Ossa-Morena e a Zona Centro-Ibérica na região de Porto–Lousã”. *Memórias Mus. Labor. Miner. Geol. Fac. Ciênc. Univ. Porto*, Vol. 4, pp. 299-303.
- Ribeiro, C. (1860) – “Memória sobre o grande filão metallifero que passa ao nascente d’Albergaria a Velha e Oliveira d’Azemeis”. *Mem. Acad. Real Ciênc.*, Vol. 2 (II), pp. 5-105.
- Ribeiro, O. (1943) – “Novas observações geológicas e morfológicas nos arredores de Vila Velha de Rodão”. *Pub. Mus. Labor. Miner. Geol. Fac. Ciênc. Univ. Porto*, Vol. 32, pp. 1-24.
- Rochette Cordeiro, A. M. (1992) – “Alvéolos graníticos do Centro-Norte de Portugal: génese e tipologia”. *Actas do VI Colóquio Ibérico de Geografia, Publicações da Universidade do Porto*, Vol. 2, pp. 689-697.
- Romaní, J. R. V. e Twidale, C. R. (1998) – *Formas y paisajes graníticos*. Monografias Nº 55, Universidad A Coruña, 415 p.
- Severo Gonçalves, L. (1974) – *Geologie und petrologie des gebietes von Oliveira de Azeméis und Albergaria-a-Velha (Portugal)*. Tese de doutoramento. Freien Universität Berlin. 261 p.
- Soares de Carvalho, G. (1946) – “Subsídios para o estudo das formações geológicas do Distrito de Aveiro. O Alto da Pedra Aguda e uma memória de Carlos Ribeiro”. *Mem. Not.*, Coimbra, Vol. 15 (1), pp. 5-15.
- Soares de Carvalho, G. (1947) – “Microtectónica do antecâmbrico do distrito de Aveiro”. *Mem. Not.*, Coimbra, Vol. 19, pp. 17-44.
- Teixeira, J. (in prep.) – *Geomorfologia e morfotectónica de relevos de resistência quartzíticos do megadomínio estrutural de Caldas de S. Jorge–Águeda (NW de Portugal): implicações na gestão de georrecurso*. Tese de mestrado, Universidade de Aveiro.
- Tricart, J. (1957) – “Comparaison entre les conditions de façonnement des lits fluviaux en zone tempérée et zone intertropicale”. *Compte Rendu Académie des Sciences France*, Paris, vol. CCXLV, pp. 555-557.

Teixeira J.; Gomes A.; Chaminé H.I.; Fonseca P.E.; Gama Pereira L.C.; Pinto de Jesus A.; Araújo M.A.; Coelho A.; Soares de Andrade A. & Rocha F.T.(2006). Relevos quartzíticos do domínio estrutural de Caldas de S. Jorge–Carvoeiro–Águeda (NW de Portugal): uma caracterização geomorfológica e geotectónica preliminar. In: Cunha, L. & Mateus, M., coords., *Actas do 2º Congresso Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia, Ciência e Sociedade*, Coimbra. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos APGEOM, 3: 77-83.

Associação Portuguesa de Geomorfólogos - Volume III

GEOMORFOLOGIA

Ciência e Sociedade



Coimbra - 2006