

## **New data on the lithostratigraphy of Beiras Group (Schist Greywacke Complex) in the region of Góis- Arganil-Pampilhosa da Serra (Central Portugal)**

MEIRELES, C.<sup>1</sup>; SEQUEIRA, A. J. D.<sup>2</sup>; CASTRO, P.<sup>1</sup> and FERREIRA, N. I

(1) Laboratório Nacional Energia e Geologia, Rua da Amieira, Apartado 1089, 4466-901, S. Mamede de Infesta, Portugal); carlos.meireles@lneg.pt; paulo.castro@lneg.pt; narciso.ferreira@lneg.pt.

(2) Rua Miguel Torga, 202, 3º J, 3030-165 Coimbra (Portugal); asequeira@dct.uc.pt

### **Abstract**

In the course of geological surveys conducted in the region of Góis (Central Portugal) a new unit was recognized at the top of Boque-Serpins Formation, characterized by the presence of levels of quartzites interlayered with shales, now called by Colmeal Formation. Its formal characterization is now presented and their regional geological implications are discussed in the context of the Neoproterozoic metasedimentary sequence of Beiras Group (Dúrico-Beirão Supergroup or “Schist –Greywacke Complex”). The geological surveys in progress confirm that the sequence, from the base to the top, of the Caneiro, Boque-Serpins and Colmeal Formations, feature the same structural and deformation pattern, common to the three units. It is noted that these units, defined in sector south of Coimbra – Lousã - Góis, have wide regional cartographic representation, as they have already been mapped and recognizable from Arganil until Sertã, to the south. To the west, they shall extend to the limit with Ossa-Morena Zone metasediments established by Porto-Tomar dextral wrench fault.

**Key words:** Lithostratigraphy; Beiras Group; Dúrico – Beirão SuperGroup; Slate-Greywacke Complex; Colmeal Formation.

## 1. INTRODUÇÃO

Deve-se a CARRINGTON DA COSTA (1950) a designação de “Complexo Xisto-Grauváquico” (CXG) para as possantes sequências de metassedimentos da Zona Centro Ibérica claramente ante-ordovícicas. Esta designação foi posteriormente recuperada por TEIXEIRA (1955). Actualmente, em Portugal, é consensual a designação do CXG por Super Grupo Dúrico – Beirão (PEREIRA, 1987; SOUSA & SEQUEIRA, 1987-89), supergrupo que por sua vez, engloba dois grupos, o Grupo do Douro e o Grupo das Beiras (SOUSA, 1982, 1983). Para o Grupo do Douro é proposta uma idade Câmbrico inferior a médio para parte desta sequência sendo proposto que o limite Précâmbrico – Câmbrico situar-se-á no conjunto das Formações Ervedosa do Douro à Pinhão (SOUSA, 1984; SOUSA & SEQUEIRA, 1993); já a idade do Grupo das Beiras é considerada Neoproterozóico (SOUSA, 1984; SOUSA & SEQUEIRA, 1993; Sequeira, 1993).

A caracterização litoestratigráfica do Grupo do Douro, estabelecida com base em estudos litológicos, sedimentares e petrográficos, foi formalmente apresentada por SOUSA (1982; 1983); posteriormente foram apresentadas alterações ao nível sequencial e tectónico, por SILVA & RIBEIRO (1985).

Para o Grupo das Beiras, não há ainda em Portugal, um consenso claro sobre a sua estratigrafia pela falta de uma visão global integradora sobre as várias sequências litoestratigráficas e respectivas correlações regionais. Trata-se de uma extensa bacia sedimentar em que o actual conhecimento geológico é resultante da profusão de estudos locais e parcelares díspares, porque realizados segundo critérios cartográficos

diversos. Em consequência desta situação, tem faltado um entendimento coerente da disposição sequencial das unidades. Por conseguinte, é fundamental que a cartografia deste território seja realizada seguindo os mesmos critérios cartográficos.

Num esforço para tentar resolver os inúmeros equívocos sobre a cartografia do Grupo das Beiras em Portugal e no âmbito da preparação da Carta Geológica de Portugal, Folha 4 (escala 1:200.000), foram encetados estudos para a sua revisão, em finais de 2006, já sob a premissa de se seguir sempre os mesmos critérios cartográficos. Tendo em vista a escala da carta geológica a publicar (1:200.000), onde terão representação cartográfica as grandes sequências, a metodologia utilizada na identificação das unidades centrou-se na caracterização sedimentológica, litoestratigráfica e petrográfica, assim como na sua deformação, estruturação e afectação tectonometamórfica.

Aquando dos trabalhos de cartografia no Grupo das Beiras da região de Coimbra – Lousã (SEQUEIRA & SOUSA, 1991, SOARES *et al.*, 2005, 2007), foram consideradas duas unidades: uma inferior, Formação Caneiro, inicialmente intitulada Rio Ceira – Caneiro, e outra superior, Formação Boque - Serpins. Ao tempo, foi reconhecida também uma sequência constituída por metapelitos com intercalações de quartzitos e metaquartzovaques, decimétricos a centimétricos, a topo da Formação Boque – Serpins na área de Góis-Arganil (SEQUEIRA, dados inéditos). Esta fácies poder-se-ia correlacionar com a “formação Póvoa” (MEDINA *et al.*, 1998b), até aí apenas reconhecida a NW do cavaleamento de Lousã – Seia. A “formação Póvoa” foi inicialmente designada por formação Póvoa – Sátão (SILVA *et al.*, 1995), tendo essa des-

ignação informal sido aplicada indiscriminadamente a todas as unidades com quartzitos existentes na área da mancha a sul do Sulco Dúrico – Beirão.

Já no âmbito dos trabalhos relativos a Folha 4, ao prosseguir com os levantamentos a leste da Folha 19D (Coimbra - Lousã), para as folhas 20A (Arganil) e 20C (Pampilhosa da Serra), aplicando os mesmos critérios cartográficos usados nessa folha geológica 19D, às litologias em estudo, foram estes validados pela constatação, nestes sectores, da continuidade das Formações Caneiro e Boque-Serpins, comprovando-se que estas unidades têm expressão regional mais ampla e não apenas local. Os levantamentos em curso confirmam a sua extensão para sul, até à região da Sertã e para oeste, até ao contacto com a falha Porto – Tomar. Aliás, a existência da Formação Caneiro já tinha sido identificada no sector contíguo ao da Sertã, em Vila de Rei (SEQUEIRA, 1994).

Outrossim, estes levantamentos geológicos comprovaram de modo inequívoco a existência dessa nova unidade a topo da Formação Boque-Serpins, preservada nos núcleos de sinclinais D1 variscos, constituída por metapelitos com intercalações de quartzitos e metaquartzovaques e a muro das sequências extensionais paleozóicas, inconformes. É objectivo do presente trabalho apresentar a sua proposta de definição formal. Os dados ora apresentados, relativos

a esta nova unidade, decorreram destes levantamentos em curso, particularmente nas Folhas 20A (Arganil) e 20C (Pampilhosa da Serra), e incluem-se na definição da sequência existente no Grupo das Beiras, na região de Coimbra – Lousã – Góis – Pampilhosa da Serra.

## 2. ENQUADRAMENTO DA GEOLOGIA REGIONAL.

Em traços gerais, do ponto de vista geomorfológico, destacam-se na região em estudo, as Serras da Lousã e do Açor, extremo oeste da Cordilheira Central Portuguesa, soerguidas na orogenia alpina, por “tectónica de blocos” (SEQUEIRA et al., 1997). Estão limitadas a NW pela falha de Lousã - Seia, estrutura cavalgante para norte, com direcção geral N50°E, que controla a bacia mesocenozoica de Lousã - Arganil.

A leste da área de estudo ocorre o sinclinal ordovícico do Fajão, de direcção N20°W. O sinclinal ordovícico de Arganil será a continuação para noroeste desta estrutura, correspondendo ao mesmo alinhamento quartzítico, rejeitado por desligamento horizontal esquerdo, rejeito este coevo do cavalgamento de Lousã – Seia. A ocorrência, já no horst a sudeste de Arganil, na S<sup>ra</sup> do Monte Alto, de dois pequenos sinclinais ordovícicos com orientação W-E, confirma esta interpretação.

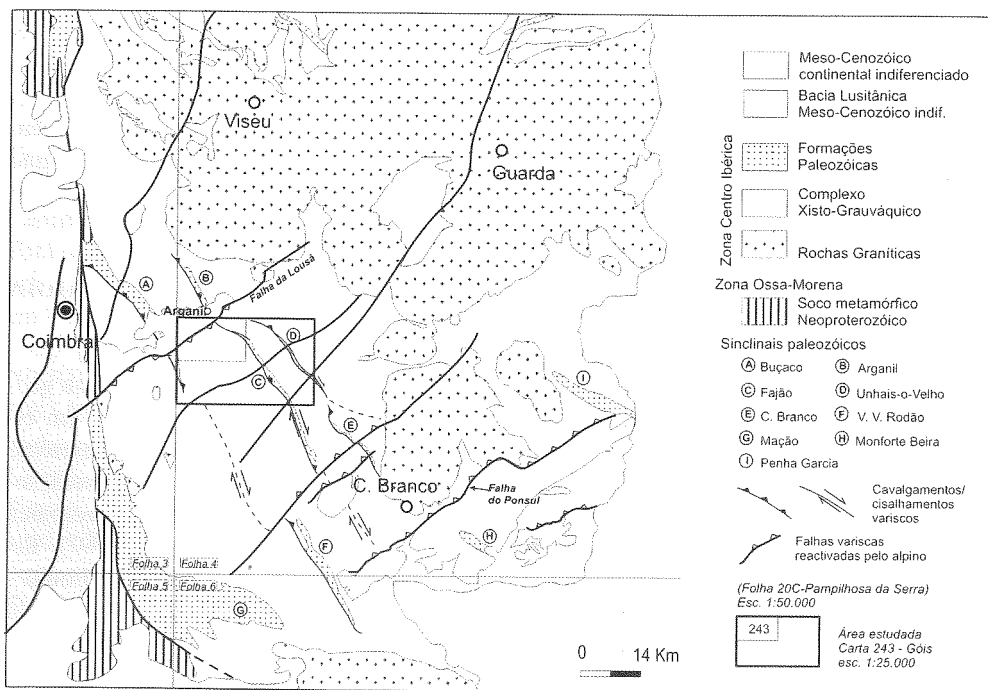


Figura 1. Enquadramento geológico da Beira Interior com a localização da área estudada (adaptado da Carta Geológica Nacional, esc. 1:500.000).

A área estudada (Figura 1) situa-se na Zona Centro Ibérica (ZCI), próximo do limite com a Zona de Ossa – Morena. A ZCI abarca as Zonas Galaico Castelhana e Luso Oriental Alcúdice de Lotze (1945, 1950) tendo sido descrita e definida pela primeira vez, por JULIVERT *et al.* (1972, 1974). As suas características principais são a predominância dos materiais pré-ordovícicos e o carácter transgressivo do Ordovícico sobre estes materiais, assinalado por uma clara discordância, como se pode observar na envolvente dos sinclinais paleozóicos do Buçaco e de Fajão, correspondendo à discordância toledânica (LOTZE, 1956; SAN JOSÉ *et al.*, 1974; GUTIÉRREZ-MARCO *et al.*, 2002; RODRÍGUEZ ALONSO *et al.*, 2004), incorrectamente designada por “discordância sarda” em muitos trabalhos de geologia re-

gional ibérica, quer em Espanha, quer em Portugal (MORENO *et al.*, 1976; DíEZ BALDA *et al.*, 1990; VALVERDE-VAQUERO & DUNNING, 2000; RIBEIRO, 2006). Na realidade, a verdadeira discordância sarda, na Sardenha, é um episódio intra-ordovícico separando unidades do Ordovícico Inferior, Tremadociano - Arenigiano, de unidades do Ordovícico Superior, Berouniano (HAMMANN *et al.*, 1982; PILLOLA & GUTIÉRREZ-MARCO, 1988).

### 3. LITOESTRATIGRAFIA DO CXG NO SECTOR DE GÓIS – PAMPILHOSA DA SERRA.

No sector de Coimbra – Lousã, a oeste da actual área de estudo, foram consideradas, de modo consistente, duas unidades ao

nível de formação (SEQUEIRA & SOUSA, 1991). Da base para o topo: Formação Rio Ceira – Caneiro; Formação Boque – Serpins. Mais tarde, em SOUSA & SEQUEIRA

(1993), a designação de “Rio Ceira – Caneiro” é substituída por “Formação Caneiro”, dada a possível confusão com o Grupo Rio Ceira do Ordovícico do sinclinal do Buçaco.

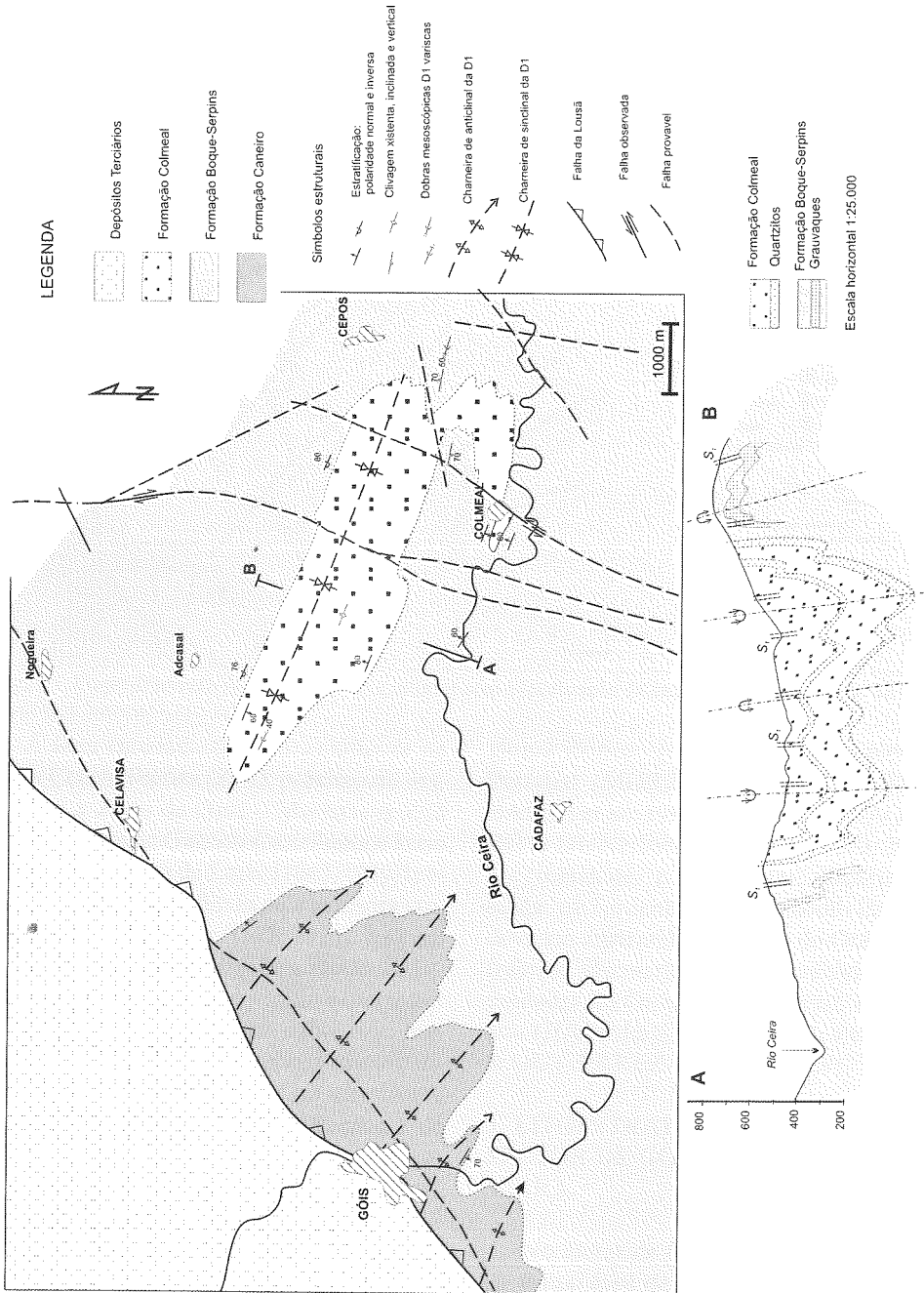


Figura 2. Esboço geológico da região de Góis (Carta Militar nº243, 1:25.000).

Na região de Góis – Arganil – Pampilhosa da Serra, contígua ao sector da Lousã, foi possível reconhecer e cartografar estas mesmas unidades cartografadas na Folha 19-D (Soares et al., 2005, 2007). Além destas, foi também reconhecida e dada individualidade cartográfica a uma nova unidade, a topo da Formação Boque-Serpins, a que se atribui o valor de formação, agora designada por Formação Colmeal. Assim, neste sector Lousã – Góis, a sequência litoestratigráfica é a seguinte, da base para o topo (Figura 2):

- Formação Caneiro;
- Formação Boque-Serpins;
- Formação Colmeal.

### 3.1. Descrição das unidades

Dado que as Formações Caneiro e Boque-Serpins já foram detalhadamente apresentadas em SEQUEIRA & SOUSA (1991), serão aqui apenas descritas de forma sintética.

- a. Formação Caneiro; tal como considerada em Sequeira & Sousa (1991) é a unidade inferior da sequência estudada. Constituída por grauvaques, geralmente muito possantes e grosseiros (bancadas normalmente com 2 m de espessura; no sector da Sertã, mais a sul, observaram-se bancadas de 6 - 10 m de espessura), conglomeráticos, com intercalações pelíticas. A transição para a unidade a topo é marcada por níveis de xistos negros com sulfuretos disseminados.
- b. Formação Boque-Serpins (SEQUEIRA & SOUSA, 1991), fundamentalmente constituída por xistos argilosos, laminados, com intercalações de siltitos. Por vezes ocorrem intercalações decimétricas a métricas

de grauvaques. Na área estudada foram detectados níveis conglomeráticos intraformacionais, nomeadamente a norte de Roda Cimeira e no v.g. Decabelos. São conglomerados heterogéneos, suportados por matriz, de natureza gresosa a siltítica. Os clastos são fundamentalmente quartzosos, mas também ocorrem clastos de xistos, grés quartzíticos, chert negro e de rochas ígneas, meteorizadas (Estampa 1a; b; c; d). Os clastos de quartzo são de maturidade elevada (arredondados de esfericidade elevada); os de chert e rochas ígneas, subarredondados a arredondados de esfericidade baixa, enquanto que os de xisto, subangulosos e de esfericidade baixa.

- c. Formação Colmeal (nova formação)

**Símbolo:** Co

**Nome:** deriva do nome da povoação de Colmeal, concelho de Góis (Figura 2), onde foi detectada pela primeira vez, a presença desta nova unidade.

**Sinónimos:** esta unidade nunca tinha sido individualizada.

**Secção de referência:** foi escolhido o corte da Selada do Mucilhão, no estradão Adcasal – Colmeal perto dos limites entre os concelhos de Arganil e Góis (Figura 3). No caminho florestal que sai deste estradão na direcção do v.g. Gatucha, é possível observar a passagem dos xistos argilosos da Formação Boque - Serpins aos níveis siliciosos da Formação Colmeal. O contacto é assinalado pela ocorrência de uma primeira barra quartzítica (Figura 3, Estampa 2).

**Coordenadas Militares (Datum Lisboa) das secções:** Muro M= 209339,572; P= 356112,749 à cota de 738m (Carta

militar n° 243, 1:25.000). O tecto desta unidade não foi detectado na região. Litologia: esta formação é caracterizada pela presença de barras “quartzíticas” e areníticas em bancadas centimétricas, por vezes decimétricas, intercalados em xistos argilosos. Na generalidade trata-se de arenitos finos, de cor cinzenta clara, com pontuações de óxidos e matriz siliciosa. Apresentam patines de alteração características e variadas, ferruginosas, desde os tons de cinzento-escuro, até aos ocre

mais claros (Estampa 2). Observam-se estruturas sedimentares internas do tipo laminação paralela nas bancadas mais possantes e flaser nas alternâncias mais silto-argilosas. São comuns as segregações de quartzo, metamórfico, nas bancadas mais “quartzíticas” (Estampa 2c), uma das características usada no reconhecimento da formação; aparentemente ocorrem em estruturas de tendência sub-horizontal, nos níveis siliciosos subverticais.

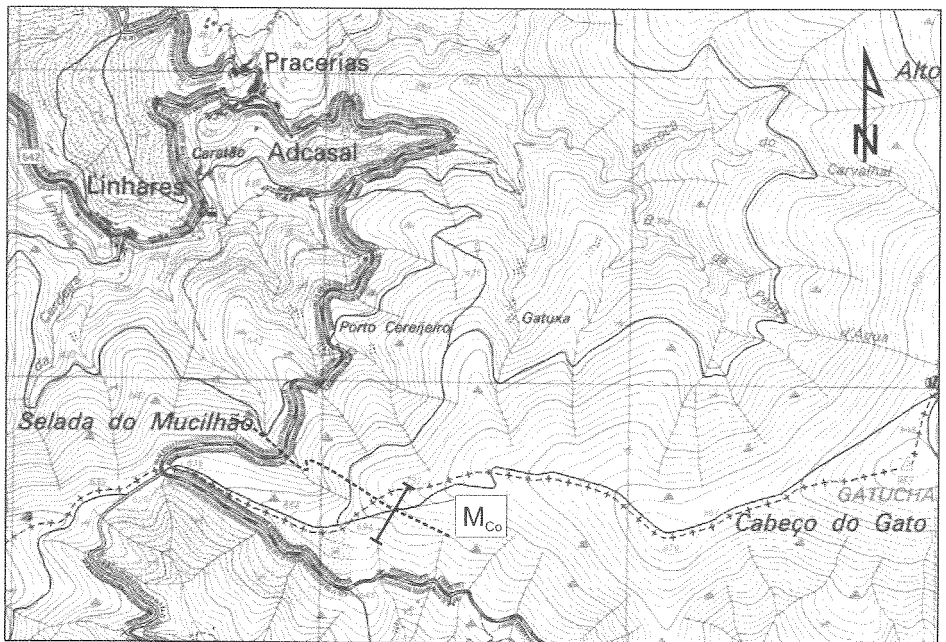


Figura 3. Localização da secção de referência da Fm. Colmeal: MCo, muro. (Base topográfica extraída da Carta Militar n° 243, esc. 1:25.000).

Por efeito de erosão diferencial, os níveis mais siliciosos, quartzíticos, destacam-se bem, das demais litologias. Ao microscópio confirma-se o carácter silicioso da matriz, fundamentalmente formada por silt fino a

muito fino, e observa-se que percentualmente a matriz (diâmetro das partículas  $<30\mu$ ) é o constituinte superior a 15% da rocha. Quanto à granulometria dos clastos, trata-se de areia fina a muito fina com um sorting próx-

imo dos 0,35. Morfológicamente, observam-se fundamentalmente duas classes de clastos, subangulosos e subarredondados, quer de baixa, quer de alta esfericidade. Nesta fracção areia, o quartzo é o principal constituinte dos clastos. Segue-se a plagioclase (oligoclase – albite); os elementos líticos, mais raros, são principalmente de tipo chert e de clastos de quartzito (metamórfico e/ou sedimentar); foi detectado um clasto de afinidade granítica (agregado de quartzo e plagioclase). Nos flossilicatos, destacam-se dispersas palhetas de moscovite; nos minerais pesados, predomina o zircão; a turmalina é rara e foi detectado um clasto de possível cordierite. Na matriz silto – argilosa ocorre mica branca (íltica?) e opacos ferruginosos. Estas observações preliminares apontam para que esta rocha seja considerada como um quartzovaque a quartzarenito (Folk, 1965). Estruturalmente observa-se que a clivagem primária é assinalada por níveis muito finos, argilosos, onde se denota já a formação de uma clivagem metamórfica pré-varisca. Está posteriormente afectada por uma clivagem de fractura, ortogonal, relacionada com a F1 varisca.

Idade e conteúdo paleontológico: até ao presente momento, não foi detectado, qualquer vestígio fossilífero. Contudo, por correlação litoestratigráfica, esta unidade será equivalente a algumas das unidades do sector entre o Caramulo e o sinclinal paleozóico do Buçaco, recentemente datadas do Ediacariano, quer por dados radiométricos, quer pela presença de pistas fósseis (TASSINARI et al., 1996; MEDINA et al., 1998a; PEREIRA et al., 2012). De facto, a idade

neoproterozóica indicada pela presença de pistas fósseis no topo desta sequência entre a barragem da Agueira e o sinclinal ordovícico de Buçaco (MEDINA et al., 1998a), veio reforçar a idade do Ediacariano para estes sedimentos estabelecida em estudos geocronológicos recentes em que a assinatura isotópica de Sr e Nd indica que a sua deposição teve lugar, entre 600 a 550 Ma, em ambiente de margem passiva (TASSINARI et al., 1996). Mais recentemente, os estudos de zircões detríticos apontam uma idade mínima para estes metassedimentos entre os 635 – 545 Ma (PEREIRA et al., 2012).

Correlações Regionais: A característica desta unidade, e que permite a sua individualização, é a presença destes níveis “quartzíticos”, o que sugere uma plataforma pouco profunda, siliciclástica. Estas características paleogeográficas são idênticas às condições de deposição descritas para a Formação Boque-Serpins (ALONSO GAVILÁN et al., 2001). A Formação Colmeal foi detectada sempre associada a charneiras de sinclinais da D1 varisca de orientação N110°E – N120°E e sempre a topo da Formação Boque-Serpins, em outros sectores da Folha 20C (Pampilhosa-da-Serra), nomeadamente: nas proximidades do v.g. Decabelos; próximo de Unhais-o-Velho, entre esta povoação e as minas da Panasqueira. Mais a sul, na região de Oleiros, ocorre próximo de Vilar Barroso – Sarnadas de S. Simão, tendo o sinclinal Paleozóico a topo, em clara discordância (Figura 4). Apresentam sempre fácies semelhantes às agora descritas, por vezes com níveis siliciosos, quartzíticos e o mesmo padrão de deformação.

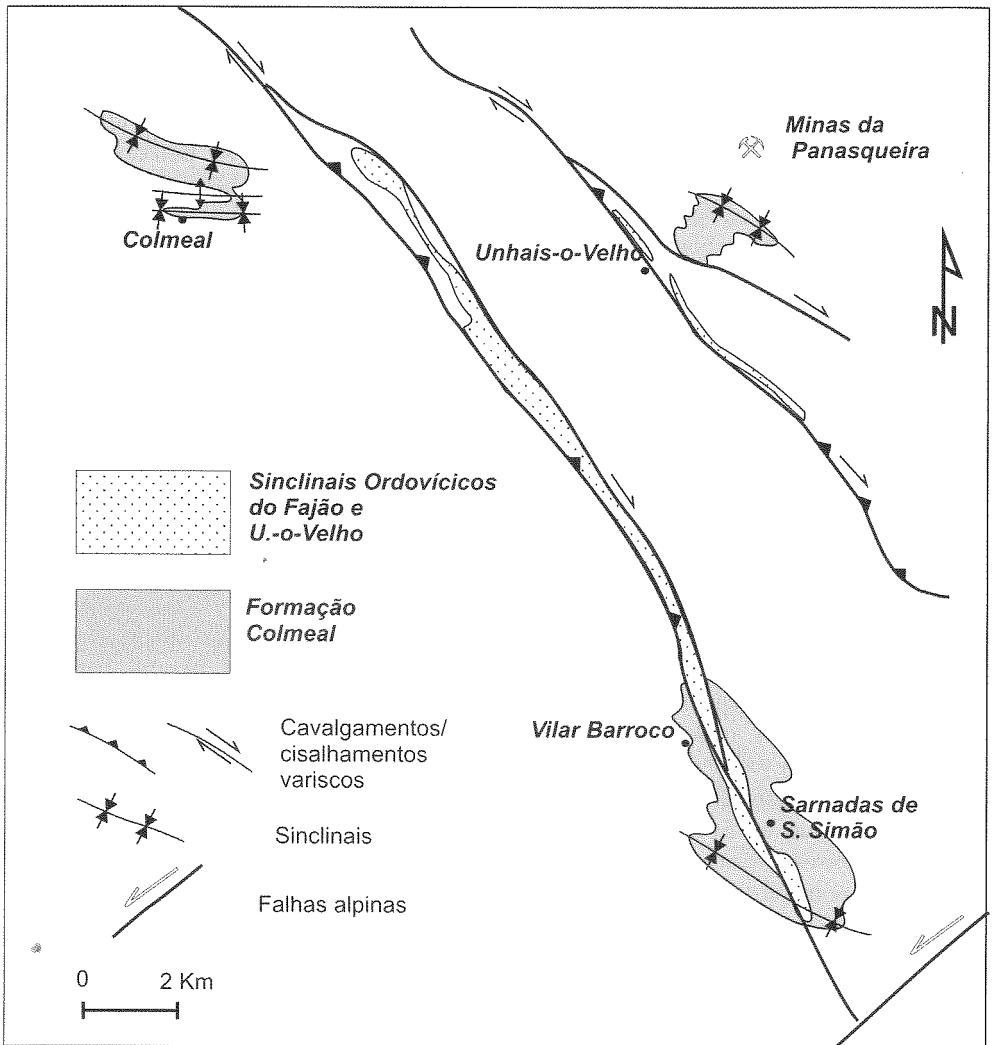


Figura 4. Esboço geológico da Formação Colmeal no sector Góis - Oleiros.

Esta unidade será equivalente pro parte, à “formação Póvoa – Sátão” (SILVA *et al.*, 1995). Posteriormente esta unidade informal surge com a designação de “formação Póvoa” (MEDINA *et al.*, 1998b). Esta designação provém da localidade de Póvoa, perto do rio Douro, situada no contacto do

Carbónico da Bacia Carbonífera do Douro com o CXG, contacto esse efectuado pela falha do Sulco Dúrico-Beirão (ver Folha 13-B – Castelo de Paiva). Atendendo a estas particularidades e pelo facto desta localidade não ocorrer, geograficamente, na mancha com quartzitos, compromete a sua

utilização como designação de qualquer unidade, pois fere as recomendações do Guia Internacional de Estratigrafia (ISSC, 1994). Além disso esta designação informal de “formação Póvoa” abrangerá séries sedimentares de fácies semelhantes mas de idades distintas, dadas as evidentes diferenças estruturais detectadas e como tal, deverá cair em desuso (MEIRELES et al., in press).

A Formação Colmeal será também equivalente, pro parte, a algumas das unidades informais com litologias semelhantes, descritas mais a nordeste nos sectores de Arganil – Mortágua (Barragem da Aguieira) e Caramulo – Buçaco (TEIXEIRA e MARTINS, 1959; PONTE & GAMA PEREIRA, 1991; MEDINA & RODRIGUEZ ALONSO, 1991; MEDINA et al., 1995; MEDINA, 1996; MEDINA et al., 1998a, 1998b; PONTE & GAMA PEREIRA, 2004). De facto, a norte de Arganil, entre a Barragem da Aguieira e o sinclinal do Buçaco, com base no presente conhecimento do terreno, afigura-se que esta unidade terá ampla representação, porventura cartograficamente mais expressiva do que no sector a sul de Arganil – Lousã. Nesse sector de Arganil – Caramulo, onde um importante estudo sedimentológico foi realizado (MEDINA & RODRIGUEZ ALONSO, 1991; MEDINA et al., 1995; MEDINA, 1996; MEDINA et al., 1998a, 1998b), algumas das unidades informais aí definidas (Unidades I, II, III e IV) apresentam características de fácies e estrutura semelhantes à Formação Colmeal. Eventualmente algumas destas unidades poderão corresponder a membros a serem posteriormente definidos formalmente dentro desta sequência, caracterizada de um modo geral, pela presença de quartzitos, quartzarenitos, quartzovaques,

intercalados com pelitos. A razão da menor expressão cartográfica da Formação Colmeal no sector entre a falha da Lousã e a Sertã terá a ver com o facto deste sector se localizar no bloco da Cordilheira Central, soerguido pela tectónica alpina em relação ao sector a norte (Arganil – Aguieira) que terá permanecido na sua posição relativa. Naturalmente que os efeitos erosivos são mais intensos no horst da Cordilheira Central.

#### 4. Dados Estruturais

Nesta sequência (Caneiro, Boque – Serpins e Colmeal) constata-se que a deformação varisca F1 de compressão máxima NE-SW, é a principal responsável pela estruturação destas unidades.

A estratificação S0 tem quase sempre a orientação WNW-ESE, com inclinações quer para norte quer para sul devido aos amplos dobramentos D1. A vergência geral é para sul (Figura 2). São fundamentalmente dobras de planos axiais subverticais com orientação N100°-110°E, de eixos pouco inclinados (< 50°), a penderem quer para leste quer para oeste (Figura 5). As lineações de intersecção S0/S1 são paralelas aos eixos e normalmente pouco inclinadas. No entanto, há eixos verticalizados, particularmente detectados nas unidades mais pelíticas, Boque-Serpins e Colmeal (Figura 5), e espacialmente associados a cisalhamentos variscos mais tardios, nomeadamente os de orientação N120°, dextros. Nestas estruturas desenvolvem-se localmente, pequenos dobramentos do tipo reverse-kink de eixos subverticais, podendo mesmo desenvolver-se uma crenulação associada.

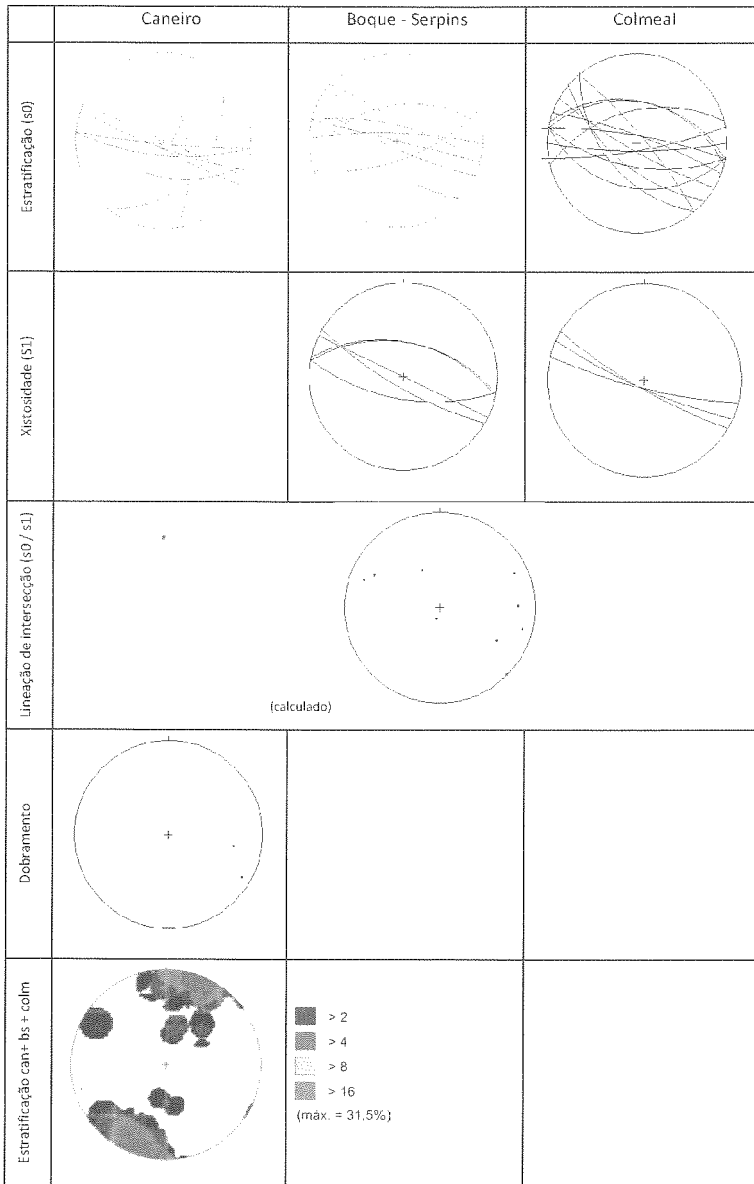
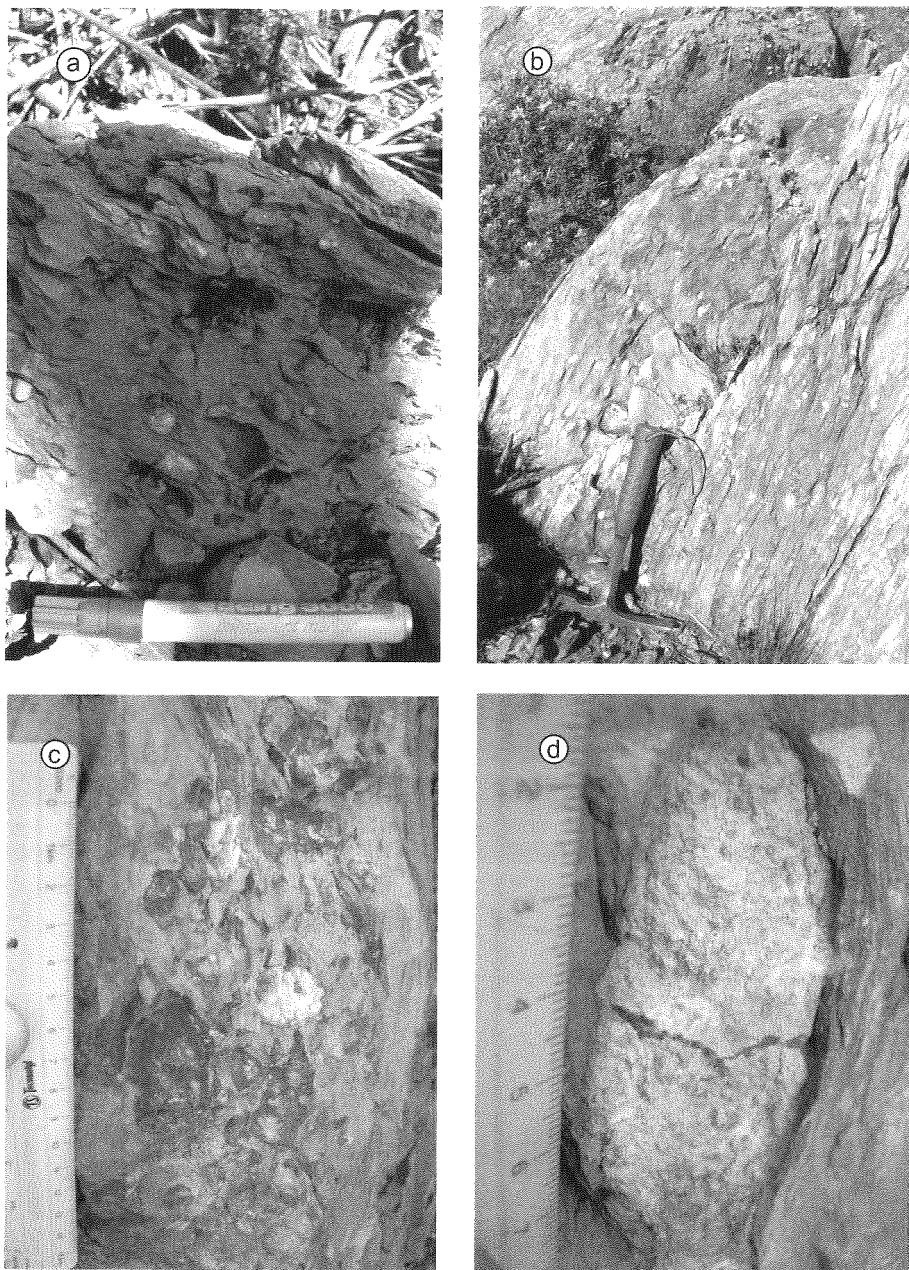


Figura 5. Dados estruturais preliminares das Formações Caneiro, Boque -Serpins e Colmeal (Carta topográfica nº243, 1:25.000).

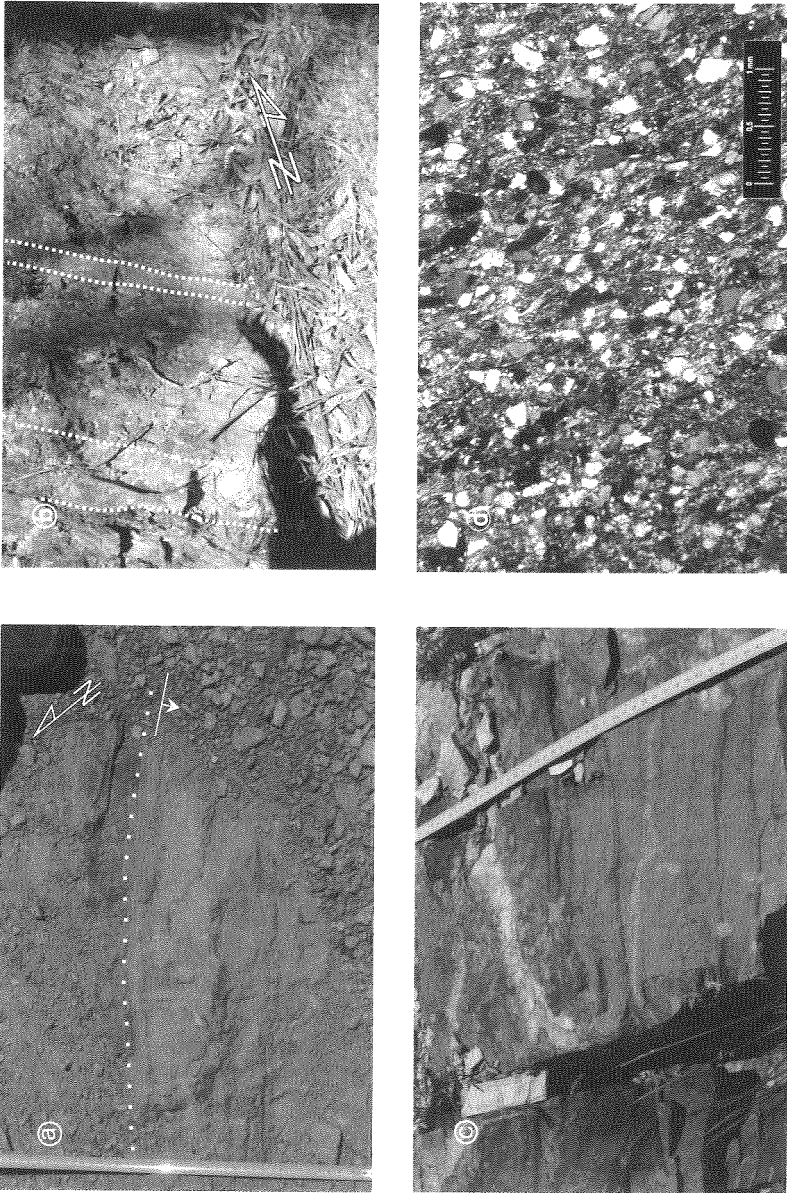
## 6. CONCLUSÕES

Ocorre a topo da Formação Boque-Serpins e em continuidade estratigráfica com esta, uma unidade litoestratigráfica, designada por Formação Colmeal, pela primeira vez caracterizada e individualizada como unidade formal. Trata-se de uma sequência gresopelítica, siliciosa, caracterizada pela presença de barras de quartzarenitos, quartzovaques e quartzitos, intercaladas em xistos argilosos.

Os levantamentos geológicos em progresso confirmam que as Formações Caneiro, Boque-Serpins e Colmeal, apresentam o mesmo padrão de estruturação e de deformação, comum às três unidades. Constata-se que estas unidades, definidas no sector de Coimbra – Lousã – Góis, têm ampla representação cartográfica regional, pois já foram cartografadas e reconhecidas desde Arganil até à Sertã, para sul. Para oeste, estender-se-ão até à zona de falha Porto – Tomar, expressiva e importante zona de cisalhamento dextro que estabelece o limite com a Zona Ossa-Morena.



Estampa 1. Níveis conglomeráticos da Formação Boque-Serpins: a) Conglomerado da Roda Cimeira; b) Conglomerado de Decabelos; c) pormenor onde se observa a heterogeneidade dos clastos; d) clasto de rocha ígnea (granito).



Estampa 2. Aspectos de campo da Formação Colmeal: (a) - Caminho para o v.g. Gatucha. Muro desta unidade assinalado pelo primeiro nível “quartzítico” (15 cm). A seta indica a polaridade sedimentar; (b) xistos argilosos com níveis quartzíticos (pontado) com 15 cm e 6 cm de espessura, respectivamente; (c) nível de quartzoaque com as características segregações subhorizontais e internas, de quartzo; d) microfotografia de quartzoaque (2,5x) (amostra AS-33, estrada Colmeal – Ádela).

## BIBLIOGRAFIA

- ALONSO-GAVILÁN, G., SEQUEIRA, A.J.D., Rodríguez Alonso, M. D. and MEDINA, J. (2001). Sedimentación en plataforma somera durante el Neoproterozoico. Formación Boque-Serpins (Grupo das Beiras) en Trevim (Sierra de Lousã, Portugal Central). *GEOGACETA*, 29, 11-14.
- CARRINGTON DA COSTA, J. S. (1950) – Notícia sobre a carta geológica do Buçaco, de Nery Delgado. *Publ. Especial, Serv. Geológicos de Portugal*, Lisboa, 1-27.
- DÍEZ BALDA, M. A., VEGAS, R. and GONZÁLEZ LODEIRO (1990) – Central Iberian Zone (Autochthonous Sequences). In: Dallmeyer, R.D. and Martínez-García, E. (Eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer-Verlag, 172-188.
- FOLK, R. L. (1965) – *Petrology of sedimentary rocks* (PDF version). Austin: Hemplill's Bookstore. 2nd ed. 1981, ISBN 0-914696-14-9.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J. C., ROBARDET, M., RÁBANO, I., SARMIENTO, G. N., SAN JOSÉ, M.A, HERRANZ ARAÚJO, P. and PIEREN PIDAL, A. P. (2002) – Chapter 4: Ordovician. In: Gibbons, W. and Moreno, M.T. (Eds.). *The Geology of Spain*. The Geological Society of London, 31-47.
- HAMMANN, W., ROBARDET, M., ROMANO, M., GIL CID, M. D., GUTIÉRREZ-MARCO, J. C., HERRANZ, P., MARCOS, A., MARTÍN, J., PELÁEZ, J. R., PÉREZ ESTAÚN, A., PRIETO, M., RÁBANO, I., SAN JOSÉ, M. A. DE, TRUYÓLS, J., VEGAS, R., VILAS, L., VILLAS, E. and VILLENA, J. (1982) – The Ordovician System in southwestern Europe (France, Spain and Portugal). *IUGS Publ.* 11, 1-47.
- ISSC (1994). *International Subcomission on Stratigraphic Classification, International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure*. Amos Salvador (Ed.), 2nd Ed., International Union Geological Sciences, Geological Society of America. Trondheim, Boulder, Colorado, 214 pp.
- JULIVERT, M., FONTBOTE, J. M., RIBEIRO, A. and CONDE, L. (1972). Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, 1:1.000.000, *Inst. Geol. Min. España*.
- JULIVERT, M., FONTBOTE, J. M., RIBEIRO, A. and Conde, L. (1974). Memória Explicativa del Mapa Tectónico de la Peninsula Iberica y Baleares. *Inst. Geol. Min. España*, 113 p.
- LOTZE, F. (1945). Zur gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotkt. Forsch.*, nº 6, 78-92.
- LOTZE, F. (1950). Observaciones respecto a la division de los variscides de la Meseta Ibérica. *Publ. extrangeras sobre geologia de España*, V, 149-166.
- LOTZE, F. (1956). Über sardischen Bewegungen in Spanien und ihre Beziehungen zur assyntischen Faltung. *Geotekt Symp. zu Ehren Hans Stille*, 129-139.
- MEDINA, J. (1996). *Contribuição para o conhecimento da geologia do Grupo das Beiras (CXG) na região do Caramulo – Buçaco (Portugal Central)*. Tese de Doutoramento, Univ. Aveiro, 202 pp.
- MEDINA, J. and RODRIGUEZ ALONSO, M. D. (1991). O Complexo Xisto – Grauváquico (Grupo das Beiras) na região da Aguieira – litoestratigrafia e

- estrutura. *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Min. Geol.*, Univ. Coimbra, 112 (B), 573-582.
- MEDINA, J., RODRIGUEZ ALONSO, M. D. and ALONSO GAVILÁN, G. (1995). The Beiras Group in the Aguiçeira – Mortágua área (North-East of Buçaco syncline). In: M.D. Rodriguez Alonso and G. Alonso Gavilán (Eds.). *Post-Conference Field Guide, XIII Geological Meeting on the West of Iberian Peninsula*, Salamanca, 97-108.
- MEDINA, J., RODRIGUEZ ALONSO, M. D. and ALONSO GAVILÁN, G. (1998a). Sedimentação em plataforma siliciclástica do Grupo das Beiras (CXG) na região de Caramulo – Buçaco (Portugal Central). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, 85, 39-71.
- MEDINA, J., SEQUEIRA, A. J. D. and SILVA, A. F. (1998b) – O complexo xisto-grauváquico (CXG) da região de V. N. de Poiares – Arganil – Mortágua. In: Livro Guia das Excursões do V Congr. Nac. Geologia, Excursão 3. Oliveira, J. T. and Dias, R. P. (Eds.). *Inst. Geol. Mineiro*, Lisboa, 135-158.
- MEIRELES, C., CASTRO, P., SEQUEIRA, A. and FERREIRA, N. (*em preparação*). On the presence of angular unconformity in the schist-greywacke complex of Beiras (Central Portugal): cartographic, lithostratigraphic and structural evidences.
- MORENO, F., VEGAS, R. and MARCOS, A. (1976) .Sobre la edad de las series ordovícicas y cambrias relacionadas con la discordância “Sárdica” en el anticlinal de Valdelacasa (Montes de Toledo, España). *Breviora Geologica Asturica*, 20, 8-16.
- PEREIRA, E. S. (1987). *Estudo geológico – estrutural da região de Celorico de Basto e a sua interpretação geodinâmica*. Tese de Doutoramento (n. publ.), *Fac. Ciências Univ. Lisboa*, 274 pp.
- PEREIRA, M. F., LINNEMANN, U., HOFMANN, M., CHICORRO, M., SOLÁ, A. R., MEDINA, J. and SILVA, J. B. (2012). The provenance of Late Ediacaran and Early Ordovician siliciclastic rocks in the southwest Central Iberian Zone: constraints from detrital zircon data on northern Gondwana margin evolution during the Late Neoproterozoic. *Precambrian Research*, 192-195, 166-189.
- PILLOLA, G. L. and GUTIÉRREZ-MARCO, J. C. (1988). Graptolites du Tremadoc du sud-ouest de la Sardaigne (Italia). *Géobios*, 21(5), 553-565.
- PONTE, M. J. and GAMA PEREIRA, L. C. G. (1991). Aspectos litológicos e estruturais do Complexo Xisto Grauváquico no bordo sudoeste da faixa ordovícica da região de S. Paio - Ázere (Tábua - Portugal Central). *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol.*, Univ. Coimbra, nº112 (A), 135-150.
- PONTE, M. J. B. and GAMA PEREIRA, L. C. (2004). Estruturação do Complexo Xisto-Grauváquico num conjunto areno-quartzítico da região de Ázere - S. Paio (Tábua, Portugal Central). *Caderno Lab. Xeol. Laxe*, Coruña, vol. 29, 53-78.
- RIBEIRO, A. (2006). A evolução geodinâmica de Portugal. In: Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P and Kullberg, C., (Eds.). *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*. Univ. Évora, Évora, 1-27.
- RODRÍGUEZ ALONSO, M. D., DíEZ BALDA, M. A., PEREJÓN, A., PIÉREN, A., LIÑÁN, E., LÓPEZ DIAZ, F., MORENO, F., GÁMEZ VITANED, J. A., GONZÁLEZ LODEIRO, F., MARTÍNEZ POYATOS. D. and VEGAS, R.

- (2004). La secuencia litoestratigráfica del Neoproterozoico – Câmbrico inferior. In: J.A. Vera (Ed. ), *Geología de España*, SGE- IGME, Madrid, 78-81.
- SAN JOSÉ, M. A., PELÁEZ PRUNEDA, J. R., VILAS MINONDO, L. and HARRANZ ARAÚJO, P. (1974). Las séries ordovícicas y preordovícicas del sector central de los Montes de Toledo. *Bol. Geol. Minero*, 85, 21-31.
- SEQUEIRA, A. J. D., (1993). Provável discordância intra-Grupo das Beiras na região entre Monfortinho e Idanha-a-Velha. *Comun. XII Reun. Geol. Oeste Peninsular (Évora, Set./1993)*, Vol. 1, 41-52.
- SEQUEIRA, A. J. D. (1994). Geologia da região de Vila de Rei, 3-7, (Vol. II, Anexo I), in: *Integrated Multidisciplinary Exploration Techniques for Gold and Precious Metals in the Western Iberian Peninsula*, Final report (Vol. I - II), Sheperd, T.J. (Ed.). 141 pp. (Vol. II, 7 Anexos).
- SEQUEIRA, A. J. D. and SOUSA, M. B. (1991). O Grupo das Beiras (Complexo Xisto-Grauváquico) da região de Coimbra – Lousã. *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra*, 112, 1-13.
- SEQUEIRA, A. J. D., CUNHA, P. P. and SOUSA, M. B. (1997). A reactivação de falhas no intenso contexto compressivo desde meados do Tortoniano, na região de Espinhal-Coja-Caramulo (Portugal Central). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, t. 83, 95-126.
- SILVA, A. F. and RIBEIRO, A. (1985). Thrust tectonics of sardic age in the Alto Douro Region (Northeastern Portugal). *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 71(1), 151-157.
- SILVA, A. F., ROMÃO, J. M. C., SEQUEIRA, A. J. D. and OLIVEIRA, J. T. (1995). A sucessão litoestratigráfica ante-ordovícica na Zona Centro Ibérica (ZCI), em Portugal: ensaio de interpretação com base nos dados actuais. *Comun. XIII RGOP/PIGC 319-920*, Salamanca, 71-72.
- SOARES, A. F., MARQUES, J. F., ROCHA, R. E. B., SEQUEIRA, A. J. D., SOUSA, M. B. and PEREIRA, E. (2005). Carta Geológica de Portugal, Folha 19-D (Coimbra-Lousã). *Inst. Nac. Eng. Tecn. Inov.*, (I.N.E.T.I.), Lisboa.
- SOARES, A. F., MARQUES, J. F. and SEQUEIRA, A. J. D. (2007). *Notícia explicativa da Folha 19-D (Coimbra-Lousã)*. *Inst. Nac. Eng. Tecn. Inov.*, (I.N.E.T.I.), Lisboa, 71 pp.
- SOUSA, M. B. (1982). Litoestratigrafia e Estrutura do “Complexo Xisto-Grauváquico ante-Ordovícico” – Grupo do Douro (NE de Portugal). *Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol.*, Univ. de Coimbra, 223 pp.
- SOUSA, M. B. (1983). Litoestratigrafia do CXG – Grupo do Douro (NE de Portugal). *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra*, 95, 3-63.
- SOUSA, M. B. (1984). Considerações sobre a estratigrafia do Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) e a sua relação com o Paleozóico Inferior. *Quad. Geol. Ibérica*, 9, 9-36.
- SOUSA, M. B. and SEQUEIRA, A. J. D. (1987 – 89) – *Carta Geológica de Portugal à escala 1/150.000, Folha 10-D – Alijó*. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.
- SOUSA, M. B. and SEQUEIRA, A. J. D. (1993). O limite Precâmbrico - Câmbrico na Zona Centro Ibérica, em Portugal. *Comun. XII Reunião Geol. Oeste Penins.*, 1, 17-28.

- TASSINARI, C. C. G., MEDINA, J. and PINTO, M. S. (1996). Rb-Sr and Sm-Nd geochronology and isotopic geochemistry of Central Iberian metasedimentary rocks (Portugal). *Geologie en Mijnbouw*, 75, 69-79.
- TEIXEIRA, C. (1955). *Notas sobre a Geologia de Portugal: o complexo xisto-grauvácico anteordoviciano*, Lisboa, 50 pp.
- TEIXEIRA, C. and MARTINS, J. Ávila (1959). O Silúrico de Arganil. *Rev. Fac. Ciênc.*, Lisboa, 2<sup>a</sup> série-C, Vol. VII, Fasc. 2, 211-222.
- VALVERDE-VAQUERO, P. and DUNNING, G. (2000). New U-Pb ages for the Early Ordovician magmatism in Central Spain. *Journal of the Geological Society*, London, 157, 15-26.