

# Sedimentación en plataforma somera durante el Neoproterozoico. Formación Boque-Serpins (Grupo de las Beiras) en Trevim (Sierra de Lousã, Portugal Central)

*Shallow marine platform sedimentation during Neoproterozoic. Boque-Serpins Fm (Beiras Group) in Trevim (Sierra de Lousã, Central Portugal)*

G. Alonso-Gavilán (\*), A.J.D. Sequeira (\*\*), M.D. Rodríguez Alonso (\*) y J. Medina (\*\*\*)

(\*)Dpto de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca, España

(\*\*)Instituto Geológico e Mineiro; Bairro de S. José, 10, R/C, 3030 Coimbra, Portugal

(\*\*\*)Dpto de Geociências, Universidade de Aveiro, 3810, Aveiro, Portugal

## ABSTRACT

The metasediments of the Schist-Greywacke Complex (Durico-Beirão Supergroup) of late Neoproterozoic to lower Cambrian age are at present divided in Portugal into Beiras, Douro and Arda-Marofa Groups. In the Sierra de Lousã (western part of Central Portugal) there are outcrops of metasediments which belong to the Beiras Group, which comprises two formations known as Caneiro and Boque-Serpins. This work concentrates on the Boque-Serpins formation at Trevim, which is constituted by a dominant metapelitic succession that sporadically contains metagreywacke alternances. The great variety of sedimentary structures, most of them interpreted as wave generated, helps define a set of facies associations which are arranged in several types of sequences reflecting a wide range of energy conditions that are explained as resulting from the interplay of storm and fair weather conditions. The sedimentological characteristics recorded are consistent with a muddy shallow marine platform depositional environment on which longshore directed sandy bars were formed under the influence of storm events. On the other hand, the diversity of Quartz and Rock Fragments found in the greywackes has made it possible to identify several source areas (sedimentary, metamorphic, plutonic and volcanic) which, given their metaestable character and degree of preservation, would be located near the sedimentary basin.

**Key words:** Schist-greywacke Complex; Beiras Group; shallow marine platform; longshore sandy bars and storm events.

Geogaceta, 29 (2001), 11-14

ISSN: 0213683X

## Introducción: situación y contexto geológico

La Sierra de Lousã está localizada en el sector portugués del Macizo Hespérico que forma parte del fragmento ibérico de la Cadena Varisca europea. Esta región se sitúa en la Zona Centro-Ibérica (Julivert *et al.*, 1972), en la que desde el punto de vista estratigráfico destaca el predominio de metasedimentos ante-ordovícicos denominados Complejo Esquistoso Grauváquico (CEG), con menor representación de los materiales paleozoicos (Ordovícico, Silúrico, Devónico y Carbonífero).

El Complejo Esquistoso Grauváquico, denominado también Supergrupo Dúrico-Beirão (Sousa & Sequeira, 1987-89; Silva *et al.*,

Fig. 1.- Situación geográfica y geológica del área de estudio.

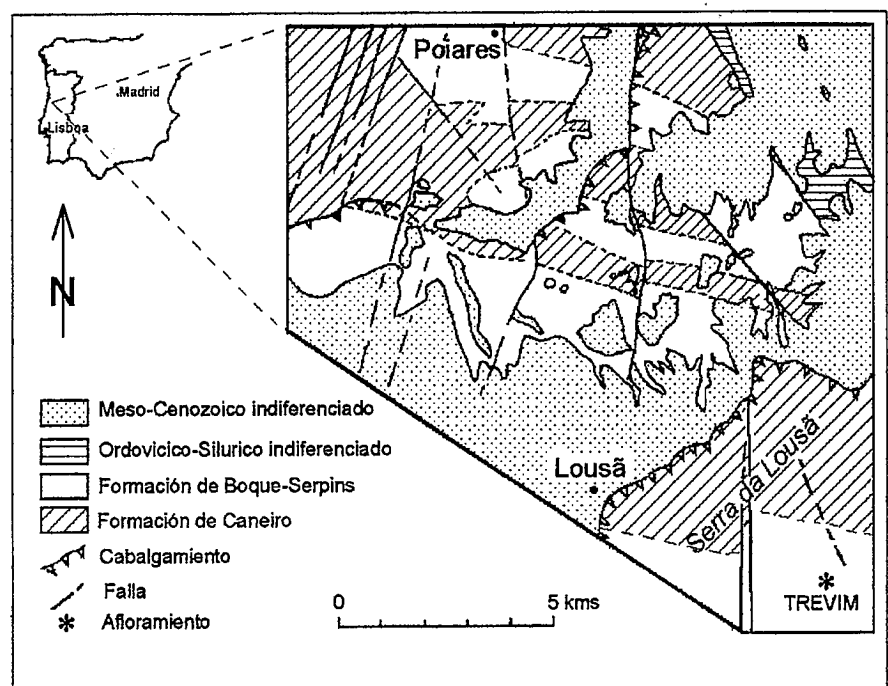


Fig. 1.- Geographic and geologic location of the studied area.

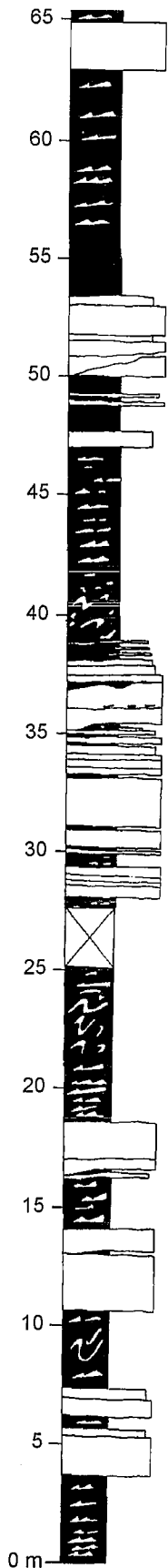


Fig. 2.- Columna estratigráfica de Trevim, formación Boque-Serpins

Fig. 2.- Lithostratigraphic section of Trevim, Boque-Serpins formation.

1987-89) engloba los materiales de edad Neoproterozoico-Cámbrico y ha sido dividido en los Grupos del Douro (Sousa, 1982), de las Beiras (Silva *et al.*, 1988), y de Arda-Marofa (Silva *et al.*, 1995).

En la región situada entre la Sierra de Caramulo y la Sierra de Lousã, afloran los materiales del CEG en aparente continuidad cartográfica, solo interrumpida en algunos puntos por el Sinclinal Ordovícico Silúrico de Buçaco y por la cobertera Meso-Cenozoica. La litología dominante en el CEG es la pelítica entre la que se intercalan algunos conjuntos arenosos que presentan una disposición cartográfica general en bandas de dirección ENE-WSW que progresivamente son más jóvenes hacia el sur. Dichos materiales fueron afectados por una deformación y metamorfismo regional que no sobrepasa la facies de esquistos verdes.

Al NE del Sinclinal de Buçaco se han definido cuatro unidades litológicas concordantes entre sí denominadas Unidades I a IV, cuyas características sedimentológicas indican una sedimentación en un ambiente de plataforma siliciclástica sujeta a la acción de las tormentas en la que se desarrollaron barras arenosas (*offshore bars*), dentro de una cuenca bastante subsidente y sometida a varios periodos de profundización y somerización (Medina *et al.*, 1995 y 1998).

Por otro lado, al SW del Sinclinal de Buçaco, la cartografía geológica de la región de Poiães-Lousã, permitió individualizar dentro del Grupo de las Beiras dos unidades litoestratigráficas con carácter informal que, de base a techo, se denominaron Fm Caneiro y Fm Boque-Serpins (Sequeira & Sousa, 1991) (Fig. 1). Dichas formaciones están situadas estratigráficamente por encima de las unidades I a IV de Medina *et al.*, (1998) y presentan características petrográficas idénticas.

La Fm Caneiro se describe como una unidad compuesta esencialmente por meta-grauvacas, con estratos de potencia métrica que a veces sobrepasan los 2 m, ordenados en bancos de 30 a 40 m y separados por metapelitas laminadas de poco espesor. La potencia mínima estimada es de 300 m. Son frecuentes los niveles con *slumps*, depósitos caóticos, estructuras de carga y *flute cast*. Los bancos de grauvacas son generalmente masivos o presentan laminaciones paralelas y de *ripples* que recuerdan a las facies de turbiditas clásicas, por lo que se ha sugerido un ambiente de sedimentación en una zona próxima al talud (Sequeira & Sousa, op. cit.), si bien el estudio estratigráfico, sedimentológico y petrológico detallado constituye uno de los objetivos de la investigación que se está llevando a cabo dentro de la Acción Integrada Hispano-Portuguesa 1999-0082.

El paso a la Fm Boque-Serpins es gradual y su límite se marca por la presencia de

## Asociaciones de facies

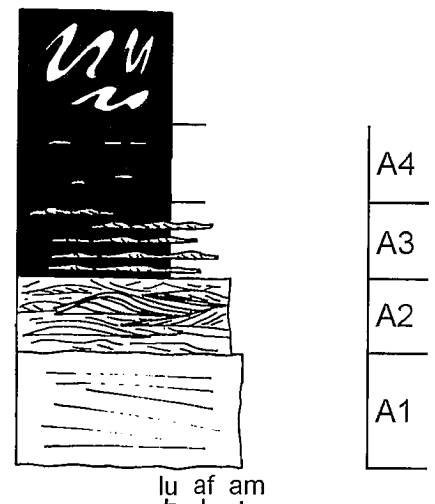


Fig. 3.- Asociaciones de facies más representativas de la columna estratigráfica de Trevim.

Fig. 3.-Facies associations in the Stratigraphic log of Trevim

metapelitas negras laminadas, ricas en materia orgánica, que pueden llegar a representar un nivel guía y en las que a veces se desarrollan niveles de pirita.

El espesor mínimo estimado para la Fm Boque-Serpins es de 750 m y está constituida fundamentalmente por metapelitas grises oscuras laminadas entre las que se intercalan conjuntos de meta-grauvacas con potencias de 10 a 15 m (Sequeira & Sousa, op. cit.).

El objetivo del presente trabajo es el estudio estratigráfico, sedimentológico y petrológico preliminar de un conjunto de materiales arenoso-pelíticos pertenecientes a la Fm Boque-Serpins que afloran en Trevim, el punto más elevado de la Sierra de Lousã, situado a unos 25 km al SE de Coimbra.

## Estratigrafía y análisis de facies

El afloramiento de Trevim se caracteriza por un conjunto de cuerpos arenosos intercalados entre pelitas que constituyen la litología dominante en toda la sucesión (Fig. 2). La ordenación vertical de estos cuerpos muestra una secuencialidad no definida al presentar tanto secuencias granocrecientes como granodecrecientes junto con mesosecuencias estratocrecientes y estratodecrecientes. Lateralmente los cuerpos arenosos se pierden entre las lutitas. Su geometría se presenta como grandes cuerpos convexos de base más o menos plana con varios metros de espesor y continuidad lateral decamétrica (Fig.3). En el campo se diferencian por presentar resalte frente a las lutitas que siempre se hallan derrumbadas o con vegetación.

La construcción de la columna estratigráfica se realizó representando las asociaciones de facies teniendo en cuenta las estructuras primarias asociadas, la relación de arena / lutita y la escala de las secuencias, ya que el pequeño espesor y el rápido paso de una asociación a otra hace casi imposible su representación en la columna litológica. Se diferenciaron cuatro asociaciones de facies denominadas genéricamente como A1, A2, A3 y A4.

**Asociación A1.** - Se caracteriza por un dominio exclusivo de las arenas de grano fino a medio que se mantiene constante en todo su espesor (máximo 0,75 m) (Fig. 4). Cuando está constituida por varios estratos superpuestos éstos se hallan separados por superficies de estratificación netas o pequeñas pasadas de lutitas que pueden ser erosionadas e incorporadas como cantos blandos al estrato siguiente o bien se inyectan en el superior como estructuras de deformación de tipo flameado o inyecciones de arcillas. El límite inferior es erosivo de escaso relieve y el superior es ondulado. Las estructuras internas son laminaciones paralelas que hacia el techo se hacen onduladas. El techo se halla retocado por ripples. Su geometría es convexa, métrica o decamétrica y se apilan en la vertical adaptándose unas a otras. En ocasiones la geometría de los cuerpos y su laminación interna permite identificar estratificación cruzada de tipo *hummocky*. En la sucesión vertical estas asociaciones de facies se organizan en parasecuencias estratocrecientes o decrecientes que en el afloramiento estudiado de Trevim constituyen volumétricamente un tercio de la sucesión de los cuerpos arenosos.

**Asociación A2.** - Formada por areniscas de grano fino a medio siendo las lutitas una fracción muy subordinada. El límite inferior con la asociación A1 infrayacente es neto, ondulado o irregular, y el superior ondulado. Las estructuras internas son laminaciones cruzadas constituidas por *ripples* de oleaje constituyendo un intrincado *cosset* de apariencia muy irregular. Son frecuentes las pasadas de lutitas entre los sets de laminación cruzada y los *ripples*. En general presenta un conjunto de características que la diferencian del resto de las facies tales como: sets de oleaje, haces de sets superpuestos, transiciones laterales de laminaciones cruzadas de muy bajo ángulo a laminaciones paralelas, la longitud y el drapeado de los *foresets* y dos sentidos en la dirección de las laminaciones. Otras veces, esta facies evoluciona verticalmente a una laminación cruzada unidireccional de gran continuidad lateral siendo la zona de transición una laminación en haces, o drapeado solapando los *ripples* inferiores. El espesor

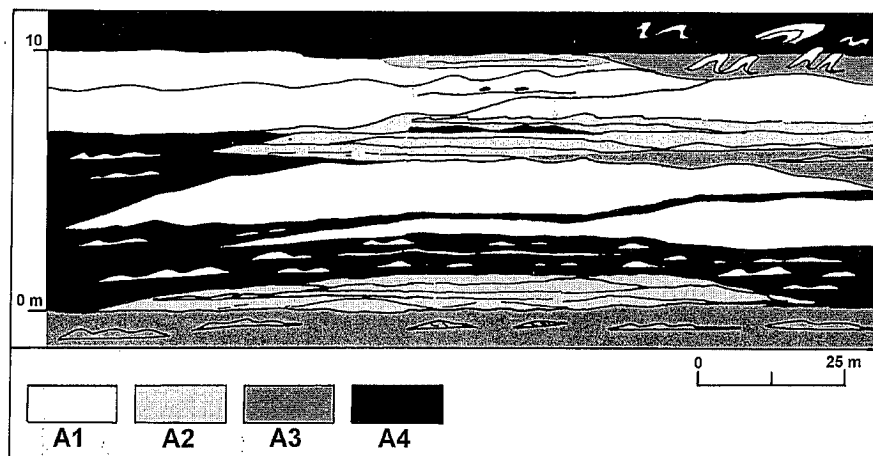


Fig. 4.- Reconstrucción geométrica de las relaciones laterales de las asociaciones de facies descritas en la sección de Trevim.

Fig. 4.- Geometrical arrangement of the facies associations described in the Trevim section.

es centimétrico y muestra una organización interna (*foreset*) de tipo sigmoidal.

**Asociación A3.** - Esta asociación se define como una alternancia de areniscas y pelitas dominando la estratificación de tipo lenticular y ondulada siendo la laminación cruzada interna la mejor representada. La estratificación lenticular está constituida por ripples asimétricos o simétricos. Se aprecia una tendencia de los ripples a superponerse en la vertical y cuando la laminación interna puede ser observada presenta un carácter bidireccional y un origen de los ripples claramente de oleaje.

La estratificación ondulada se presenta en estratos de espesor centimétrico y consiste en arenas de grano fino o muy fino laminadas entre las que se introducen niveles milimétricos de pelitas.

Si se tiene en cuenta la relación arena/lutita en el sedimento se podrían establecer varios subtipos de esta asociación.

**Asociación A4.** - Con un dominio de las pelitas entre las que se intercalan niveles de arenas o limos milimétricos y discontinuos, mostrando una laminación paralela o tendencia a presentar lentes muy alargadas, ripples apilados (deformación por carga), estructuras de escape de fluidos y estructuras de deformación por carga, pequeños *slumps* y otras estructuras de deformación relacionadas con la diferencia de densidad de las dos litologías alternantes.

Esta facies puede hallarse fuertemente deformada generándose *slumps* métricos, presentándose como pliegues extraordinariamente irregulares. Este tipo de deformaciones son sinsedimentarias ya que se hallan entre grupos de estratos sin deformar y afectan solo a varios metros de la sucesión. Lo que llama la atención es la posición que ocupan en la organización vertical de la columna ya que siempre se encuentran a techo de una sucesión de cuerpos arenosos.

## Petrología

Desde el punto de vista petrológico las rocas más abundantes en la Fm Boque-Serpins son las lutitas, seguidas de las rocas arenosas.

Asociación de facies A3 y A4: se clasifican como meta-pelitas laminadas, a veces arenosas o carbonosas y también alternancias arenoso-lutíticas laminadas y/o con ripples de corriente y oleaje. Son rocas de colores grises más o menos oscuros y bien compactadas en las que la textura clástica original de grano muy fino ha sido recrystalizada y orientada por la deformación. El bandeo suele estar definido por la alternancia de láminas con distinta proporción de cuarzo, filosilicatos y/o materia orgánica. En cuanto a su composición destaca un dominio de la fracción fina, con sericita, clorita y a veces material carbonoso, junto al cuarzo, plagioclasa y opacos en la fracción gruesa de tamaño limo a arena media. Entre los minerales accesorios se encuentra moscovita y turmalina. En algunos puntos el metamorfismo ha generado una blastesis de biotita en pequeños cristales aislados o agregados.

Asociación de facies A1 y A2: se trata de rocas arenosas de color gris, bien compactas, masivas o con laminación paralela, oblicua o con ripples de corriente y oleaje. El tamaño de grano oscila entre arena fina a media, escasas veces gruesa, con un sorting moderado a pobre y granos angulosos a subredondeados. La textura clástica original ha sido recrystalizada y orientada por la deformación de modo tal que dificulta la identificación de algunos FR poliminerálicos y policristalinos que frecuentemente pierden su entidad de clasto para contribuir a la formación de abundante material intersticial diagenético. De ahí que mayoritariamente

se clasifiquen como meta-grauvacas feldespático-líticas o cuarzosas inmaduras, aunque también se encuentren meta-areniscas lítico-feldespáticas.

El esqueleto está compuesto esencialmente por cuarzo, fragmentos de roca (FR), y plagioclasa, con turmalina, circón, moscovita y apatito como minerales accesorios.

El cuarzo es mayoritariamente monocristalino, algunos con morfologías extraordinariamente angulosas, no adquiridas por abrasión o recristalización, pero también se encuentra cuarzo metamórfico recristalizado y metamórfico esquistoso (Krynine), cuarzo policristalino grueso (Folk) y con inclusiones de clorita.

Entre los feldespatos se reconoce un dominio de las plagioclasas macladas y otros no maclados, algunos muy angulosos e incluso idiomórficos.

Los fragmentos de roca son bastante variados: 1) sedimentarios (FR pelíticos, limolíticos y otros negros, ricos en materia orgánica o fosfatos); 2) de roca plutónica (FR constituidos por cuarzo y plagioclasa  $\pm$  moscovita con textura granular); 3) volcánicos (FR de cuarzo microcristalino  $\pm$  sericita y clorita; FR con textura microporfídica en la que sobre una mesostasis de cuarzo microcristalino destacan cristales mayores de cuarzo; FR con textura traquitoide constituida por pequeños microlitos de plagioclasa  $\pm$  clorita intersticial).

El material intersticial se encuentra en una proporción mayor del 20% y está compuesto por un agregado de sericita, clorita y cuarzo que en buena parte procede de la recristalización, alteración y disgregación de las partículas metaestables del esqueleto (epimatriz y pseudomatriz en el sentido de Dickinson, 1970).

El metamorfismo regional ha desarrollado en algunos lugares una blastesis de biotita que se presenta de dos formas: unos cristales pequeños orientados por la deformación igual que los filosilicatos de la matriz y otros cristales poiquiloblásticos más grandes y sin orientar.

#### Ambiente sedimentario

El dominio de las asociaciones A3 y A4, consideradas como heterolíticas, indica que los procesos alternantes dominantes fueron dos, uno de baja energía frente a otro de mayor energía que estarían representados por las asociaciones de facies A1 y A2. Entre ambos procesos, pero no necesariamente siempre, se dieron condiciones de alta energía dada la presencia de estratificación hummocky. Dado que el mayor volumen de sedimentos está representado por las pelitas, es de suponer que el proceso de decantación fue el dominante, quedando

como subordinado el tractivo que depositaría las arenas. En consecuencia, se puede inferir que la sedimentación de las facies A1 y A2 son el resultado del transporte de la fracción arena por corrientes longitudinales.

El pequeño espesor, microsecuencias, de algunas asociaciones implica variaciones en las condiciones externas de la plataforma (Raaf *et al.*, 1977) relacionados con el tiempo atmosférico.

La secuencialidad de las asociaciones y su ordenación espacial indican que las arenas fueron acumuladas en el nearshore en forma de barras construidas por la actividad de corrientes litorales y afectadas por el oleaje.

La persistencia en la vertical de las facies en la Fm Boque-Serpins en el área de Trevim sugiere que la sedimentación se realizó siempre en una batimetría relativamente similar, y por lo tanto, la sedimentación estaría compensando la subsidencia de la cuenca.

La composición de los fragmentos de roca presentes en las areniscas indican un área fuente de naturaleza sedimentaria, metamórfica, plutónica y volcánica próximas a la cuenca de sedimentación, lo cual vendría a justificar el carácter predominantemente pelítico de la sucesión sedimentaria derivada de la alteración de dichas rocas.

Con respecto a los intervalos de las asociaciones A3 y A4 que presentan una fuerte deformación sinsedimentaria, confirmada por hallarse entre estratos sin deformar, dada su situación en la columna y su repetición en la vertical, podrían estar asociados a momentos de gran actividad de las tormentas que provocarían la distorsión a lo largo de los frentes de las barras. Sin embargo, no debería descartarse el que representarían también periodos de actividad sísmica, lo que confirmaría la existencia de una cierta inestabilidad en la cuenca sedimentaria y una tasa de subsidencia relativamente alta. Si esto fuera cierto, implicaría que estos niveles deberían tener representación areal a escala regional, hecho que aún no ha podido ser comprobado en el campo.

#### Conclusiones

Las características estratigráficas, sedimentológicas y petrológicas ponen de manifiesto que la sedimentación de la formación Boque-Serpins se realizó en una plataforma interna siliciclástica con dominio de la fracción pelítica y sujeta a la acción de las tormentas en la que se depositaron barras arenosas debidas a corrientes de longshore. La alta velocidad de sedimentación de las arenas en los episodios de tormentas preservó a los depósitos inferiores de la erosión.

La presencia de depósitos con deformación sinsedimentaria a techo de las barras arenosas pueden reflejar los eventos de grandes tormentas o bien periodos de inestabilidad de la cuenca.

Por otro lado, la variación en la tipología de los fragmentos de roca y del cuarzo ha permitido identificar varias áreas de procedencia de los clastos (sedimentaria, metamórfica e ígnea tanto plutónica como volcánica) que, dado su carácter metaestable y su grado de conservación, estarían situadas cerca de la cuenca de sedimentación.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con la Acción integrada Hispano-Portuguesa HP-1999-0082 del M.E.C.D.

#### Referencias

- Dickinson, W. R. (1970): *Jour. Sed. Petrol.*, 40, 695-707
- Julivert, M., Fontbote, J.M.; Ribero, A y Conde, L.E.N. (1972): Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Memoria explicativa (1974). Inst. Geol. Min. España. 113p.
- Medina, J.; Rodríguez Alonso, M.D. & Alonso-Gavilán, G. (1995): *Post-conf. Field Guide XIII RGOP*; In: Rodríguez Alonso, M.D. & Alonso-Gavilán, G. (eds), 97-108.
- Medina, J.; Rodríguez Alonso, M.D. & Alonso-Gavilán, G. (1998): *Comun. Inst. Geol. Mineiro Portugal*, 85, 39-71.
- Raaf, J.F.M.; Boersma, J.R. y Geloler, A. van (1977): *Sedimentology*, 24, 451-483
- Sequeira, A.J.D.; Sousa, M. Bernardo, (1991): *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol., Univ. Coimbra*, 112 (A): 1-13.
- Silva, A.F.; Rebelo, J.A. y Ribeiro, M.L., (1987-1989). Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 11-C (Torre de Moncorvo), *Serv. Geol. Portugal, Lisboa*: 65 p.
- Silva, A.F.; Romão, J.M.C.; Sequeira, A.J.D. y Ribeiro, M.L., (1988). *Resumo de comunicação apresentado na X Reunião sobre a Geologia do Oeste Peninsular*, Bragança, Set/1988.
- Silva, A.F.; Romão, J.M.C.; Sequeira, A.J.D. y Oliveira, J. Tomás (1995): In: M. D. Rodríguez Alonso & J. C. Gonzalo Corral (Eds): *Comunicaciones XIII RGOP/ PICG 319-320, 71-72*.
- Sousa, M. Bernardo, (1982): Tesis Doctoral, Universidade de Coimbra, Portugal: 223p
- Sousa, M. Bernardo y Sequeira, A.D.J., (1987-89): Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 10-D (Alijó), *Serv. Geol. Portugal, Lisboa*: 59 p.