

El Sinemuriense Superior (cronozonas Oxynotum y Raricostatum) en la región de S. Pedro de Moel (Cuenca Lusitánica, Portugal)

O Sinemuriano superior (cronozonas Oxynotum e Raricostatum) na região de S. Pedro de Moel (Bacia Lusitânica, Portugal)

Upper Sinemurian (Oxynotum–Raricostatum chronozones) from the S. Pedro de Moel area (Lusitanian Basin, Portugal)

M.J. Comas-Rengifo^{1*}, L.V. Duarte^{2,3}, A. Goy¹, R. Paredes^{1,2}, R.L. Silva²

Recibido em 15/01/2013 / Aceite em 10/05/2013

Disponível online em Junho de 2013 / Publicado em Junho de 2013

© 2013 LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP

Artigo original
Original article

Resumen: El estudio detallado de la sucesión de ammonoideos (más de 800 ejemplares) procedentes de dos secciones expandidas (Polvoeira and Água de Madeiros), localizadas en la región de S. Pedro de Moel (Cuenca Lusitánica) ha permitido caracterizar la Cronozona Oxynotum (Subcronozona Oxynotum) por la existencia de *Oxynoticeras*, *Bifericeras*, *Cheltonia* y *Plesechioceras* y la Cronozona Raricostatum (subcronozonas Raricostatum, Macdonnelli y Aplanatum) por taxones típicos de las zonas estándar de *Echioceras*, *Leptechioceras* y *Paltechioceras*. El límite Sinemuriense-Pliensbachiense se ha marcado formalmente, por primera vez en la Cuenca Lusitánica con el primer registro de *Gemmellaroceras* aff. *G. aenigmaticum*, asociado a *Apoderoceras subtriangulare*.

Palabras clave: Ammonoideos, Jurásico Inferior, Biocronoestratigrafía, Paleobiogeografía.

Resumo: O estudo detalhado da sucessão de amonóides (mais de 800 exemplares) procedentes de duas secções expandidas (Polvoeira e Água de Madeiros), localizadas na região de S. Pedro de Moel (Bacia Lusitânica) permitiram caracterizar a Cronozona Oxynotum (Subcronozona Oxynotum) através da ocorrência de *Oxynoticeras*, *Bifericeras*, *Cheltonia* e *Plesechioceras* e a Cronozona Raricostatum (subcronozonas Raricostatum, Macdonnelli e Aplanatum) onde se reconheceram taxa típicos do quadro biostratigráfico de referência com *Echioceras*, *Leptechioceras* e *Paltechioceras*. O limite Sinemuriano-Pliensbaquiano é definido formalmente pela primeira vez com base na presença de *Gemmellaroceras*, afins a *G. aff. aenigmaticum*, associado a *Apoderoceras subtriangulare*.

Palavras-chave: Amonóides, Jurássico Inferior, Biocronoestratigrafía, Paleobiogeografía.

Abstract: The detailed study of the ammonite succession (more than 800 specimens) observed in two expanded sections (Polvoeira and Água de Madeiros), located in the S. Pedro de Moel area (Lusitanian Basin), has allowed characterizing the Oxynotum and Raricostatum chronozones of the Upper Sinemurian. The Oxynotum Chronozone (Oxynotum Subchronozone) is recognized by the occurrence of the genera *Oxynoticeras*, *Bifericeras*, *Cheltonia* and *Plesechioceras* and the Raricostatum Chronozone (Raricostatum, Macdonnelli and Aplanatum subchronozones) by the record of several typical taxa of the standard zonation, pertaining to the genera *Echioceras*, *Leptechioceras* and *Paltechioceras* gr. *tardecrescens*. Based on the occurrence of

Gemmellaroceras (*G. aff. aenigmaticum*) and the first record of *Apoderoceras subtriangulare*, the Sinemurian-Pliensbachian boundary is formally defined for the first time in the Lusitanian Basin.

Keywords: Ammonites, Lower Jurassic, Biochronostratigraphy, Paleobiogeography.

¹Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, C/ Antonio Novais, 28040 Madrid, España.

²IMAR-Centro do Mar e Ambiente, Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra, Portugal.

³Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra, Portugal.

*Autor correspondiente / Corresponding author: mjcomas@geo.ucm.es

1. Introducción

La bioestratigrafía y cronoestratigrafía del Sinemuriense Superior de la Cuenca Lusitánica basada en las sucesiones de ammonoideos ha sido tratada en varias publicaciones de tipo regional o local desde finales del siglo XIX (Choffat, 1885, 1903-04; Pompeckj, 1897, 1898, 1906; Mouterde 1947, 1951, 1967; Mouterde *et al.*, 1981; Antunes *et al.*, 1981; Dommergues & Mouterde, 1987; Dommergues *et al.*, 2004, 2010). En la mayoría de los trabajos, las observaciones se han realizado en la región de S. Pedro de Moel, donde se puede observar una sucesión continua y potente de los materiales de esta edad, sin duda los más importantes de toda la Cuenca Lusitánica (Duarte & Soares, 2002; Duarte *et al.*, 2008, 2010, 2008, 2010, 2012; Azerêdo *et al.*, 2010) y donde se han registrado los ammonoideos más antiguos de toda la cuenca (Dommergues *et al.*, 2004, 2010).

Los materiales de la Cronozona Obtusum han sido estudiados al N de S. Pedro de Moel (Penedo da Saudade) por Pompeckj (1897, 1898), Mouterde (1967) y, recientemente, por Dommergues *et al.* (2004), que citan *Ptycharietites ptychogenos* y *Ptycharietites muellensis*,

procedentes de los niveles 506-511 (Zona Obtusum) y 5105b-5105h (Zona Obtusum?), respectivamente, de las “Camadas de Coimbra s.s.” (Fm de Coimbra; Duarte & Soares, 2002) y por Dommergues *et al.* (2010) que encuentran además *Asteroceras* sp. indet., en el nivel 500b y *Epophioceras apertum* en el nivel 5088 de la sección citada. Estos últimos autores hacen precisiones sobre la cronoestratigrafía de los niveles con ammonioideos, atribuyéndolos a la Cronozona Obtusum (Subcronozona Stellare) con excepción del nivel 500b que podría corresponder a la Cronozona Obtusum (Subcronozona Obtusum).

A pesar del elevado número de trabajos realizados en la región, son escasos los que tratan sobre la bioestratigrafía del Sinemuriense Superior basada en ammonioideos. En esta perspectiva, y teniendo en cuenta las observaciones paleontológicas realizadas en Duarte *et al.* (2010) y la litoestratigrafía de detalle del trabajo de Duarte *et al.* (2012), en esta ocasión se presentan los resultados del estudio de la sucesión de ammonioideos procedentes de las secciones de Polvoeira y Água de Madeiros (Fig. 1). Como documentan Duarte *et al.* (*op. cit.*), estas dos secciones se correlacionan parcialmente entre sí, configurando la parte terminal de la Formación (Fm) Coimbra y la totalidad de la Fm Água de Madeiros (ca de 58 m) de edad comprendida entre el Sinemuriense Superior (Cronozona Oxynotum) y el Pliensbachiense Inferior (parte inferior de la Cronozona Jamesoni).

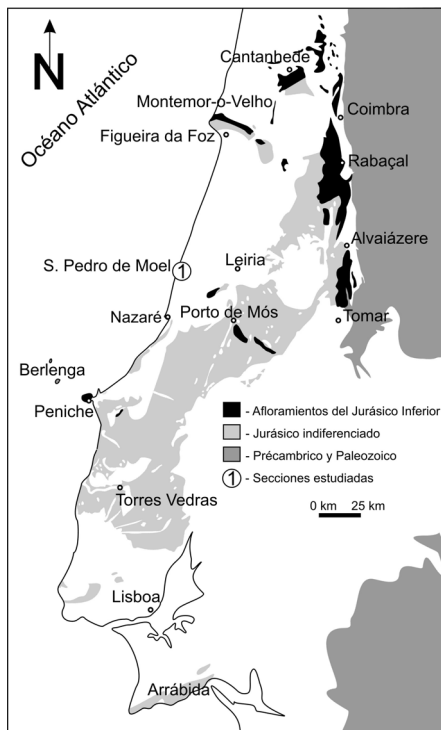


Fig.1. Localización de las secciones de Polvoeira y Água de Madeiros en la región de S. Pedro de Moel (adaptado de Duarte *et al.*, 2010).

Fig.1. Localização das secções de Polvoeira e de Água de Madeiros na região de S. Pedro de Moel (adaptado de Duarte *et al.*, 2010).

Fig.1 Location of the Polvoeira and Água de Madeiros sections in the S. Pedro de Moel region (adapted from Duarte *et al.*, 2010).

2. Sucesión bioestratigráfica y cronoestratigrafía

La Fm de Água de Madeiros, que aflora en S. Pedro de Moel, está constituida mayoritariamente por sedimentos margo-calcáreos a veces ricos en materia orgánica y con frecuentes ammonioideos (ver Duarte & Soares, 2002; Duarte *et al.*, 2010, 2012). En estas dos secciones fueron recogidos más de 800 ejemplares de ammonites que están depositados en el Laboratorio de Análisis de Cuencas Sedimentarias del Departamento de Ciências da Terra de la Universidade de Coimbra. La sucesión de ammonioideos está representada en las Figs. 2 y 3. Casi siempre los ejemplares estudiados corresponden a moldes internos, deformados y comprimidos, lo que ha impedido o dificultado, la observación correcta de su región ventral y del trazado original de su ornamentación.

En Duarte *et al.* (2010) se hizo una propuesta bioestratigráfica para las cronozonas Oxynotum y Raricostatum de la región de S. Pedro de Moel que se ha ido completando a lo largo de los últimos años y que, en esta ocasión, se presenta mediante una descripción detallada de las sucesiones de ammonioideos identificadas.

Cronozona Oxynotum

En la Cuenca Lusitánica los ammonioideos de la Cronozona Oxynotum son escasos, y corresponden, básicamente, a Oxynoticeratidae (*Oxynoticerias*, *Cheltonia*), Eoderoceratidae (*Bifericeras*) y Echioceratidae (*Plesechioceras*). Por el momento, no se han encontrado ejemplares atribuibles a *O. simpsoni* (SIMPSON) o al género *Gagaticeras*, que permitan precisar el límite inferior de esta cronozona. *Bifericeras* cf. *bifer* (QUENSTEDT) en el nivel OU.60 y los primeros Echiocerátidos que pertenecen al género *Plesechioceras* (*P.* cf. *platypleura* DOMMERGUES), asociados a ejemplares dispersos de Oxynoticerátidos [*Oxynoticerias* gr. *oxynotum* (QUENSTEDT), *Cheltonia* cf. *accipitris* (BUCKMAN)] en el nivel OU.77 corresponden, probablemente, a la Subcronozona Oxynotum (Fig. 2).

Cronozona Raricostatum

No se ha podido caracterizar la Subcronozona Densinodulum, pero son particularmente abundantes los Echioceratidae de las subcronozonas Raricostatum, Macdonnelli y Aplanatum en la sección Polvoeira y en la parte inferior de la sección Água de Madeiros donde tienen una buena exposición los materiales de la parte superior de la Subcronozona Aplanatum.

Hasta el primer registro del género *Echioceras* (OU.170) con *E. rhodanicum* (DUMORTIER), los fósiles de organismos neotónicos son escasos. Sin embargo, a partir de este nivel y hasta el final de la sección (OU.226) se han encontrado más de treinta asociaciones sucesivas con Echiocerátidos de las subcronozonas Raricostatum, Macdonnelli y Aplanatum, que en algunas ocasiones contienen un número muy alto de ejemplares.

Se ha reconocido la sucesión de *Echioceras* [*E.* gr. *raricostatoides* (VADAZ), *E. intermedium* (TRUEMAN & WILLIAMS)] seguidos de varias especies de

Paltechioceras [*P. boehmi* (HUG), *P. favrei* (HUG), *P. gr. rhotpletzi* (BÖSE)-*liciense* BLAU y *Paltechioceras charpentieri* (SCHAFHAUTL) y de *Leptechioceras* [*L. meigeni* (HUG), *L. macdonnelli* (HUG)], acompañadas por

diferentes formas de *Gleviceras* [*G. subguibalianum* (PIA), *G. guibalianum* (D'ORBIGNY)], *Eoderoceras* y *Epideroceras*. Estas asociaciones han permitido caracterizar las subcronozonas Raricostatum y Macdonnelli.

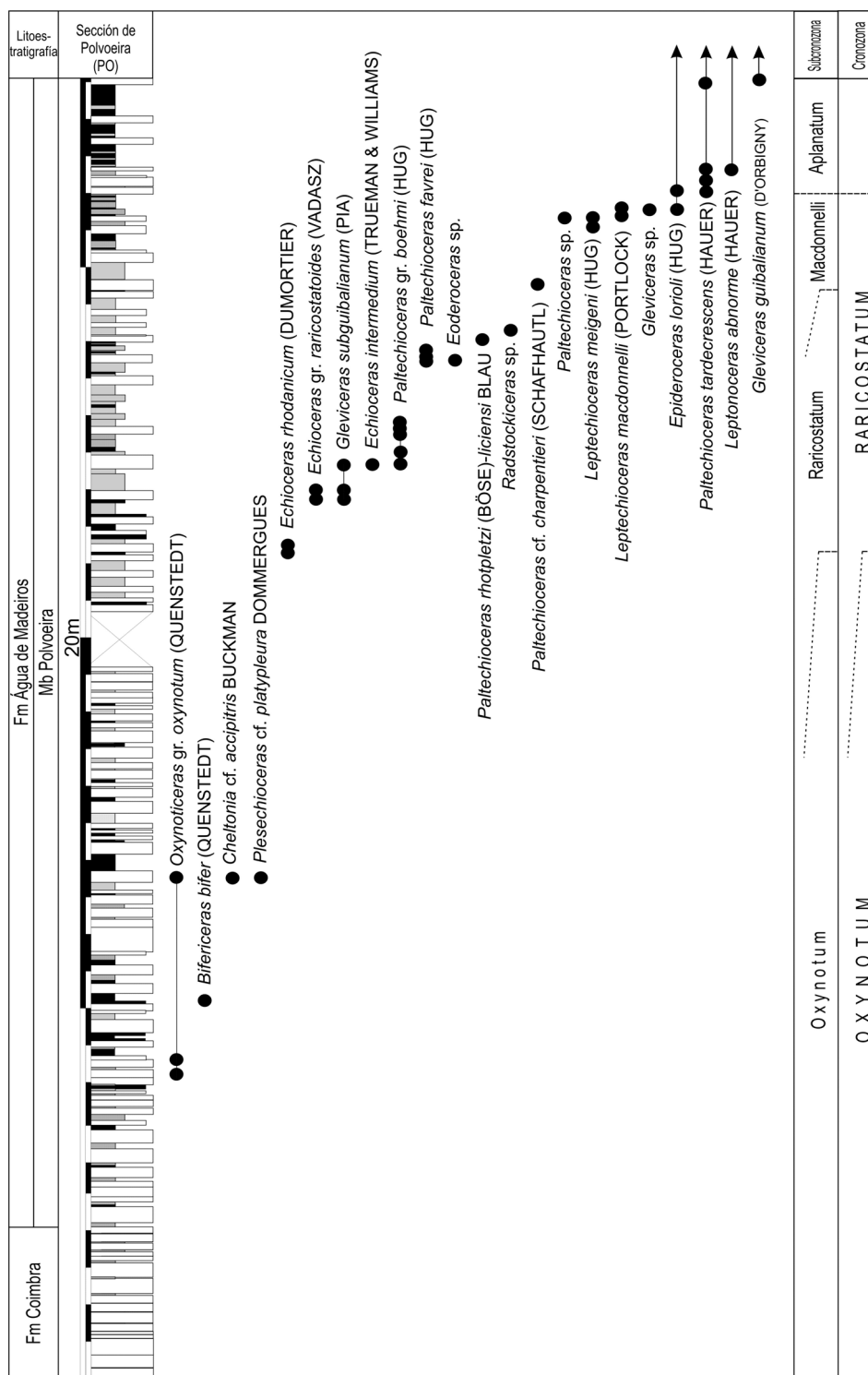


Fig.2. Distribución estratigráfica de los ammonoides del Sinemuriense Superior en la sección de Polvoeira. Columna litoestratigráfica según Duarte *et al.* (2012).

Fig.2. Distribuição estratigráfica dos amonóides ao longo do Sinemuriano superior da secção de Polvoeira. Coluna litoestratigráfica segundo Duarte *et al.* (2012).

Fig.2. Stratigraphic distribution of ammonoids across the Upper Sinemurian of the Polvoeira section. Lithostratigraphic log from Duarte *et al.* (2012).

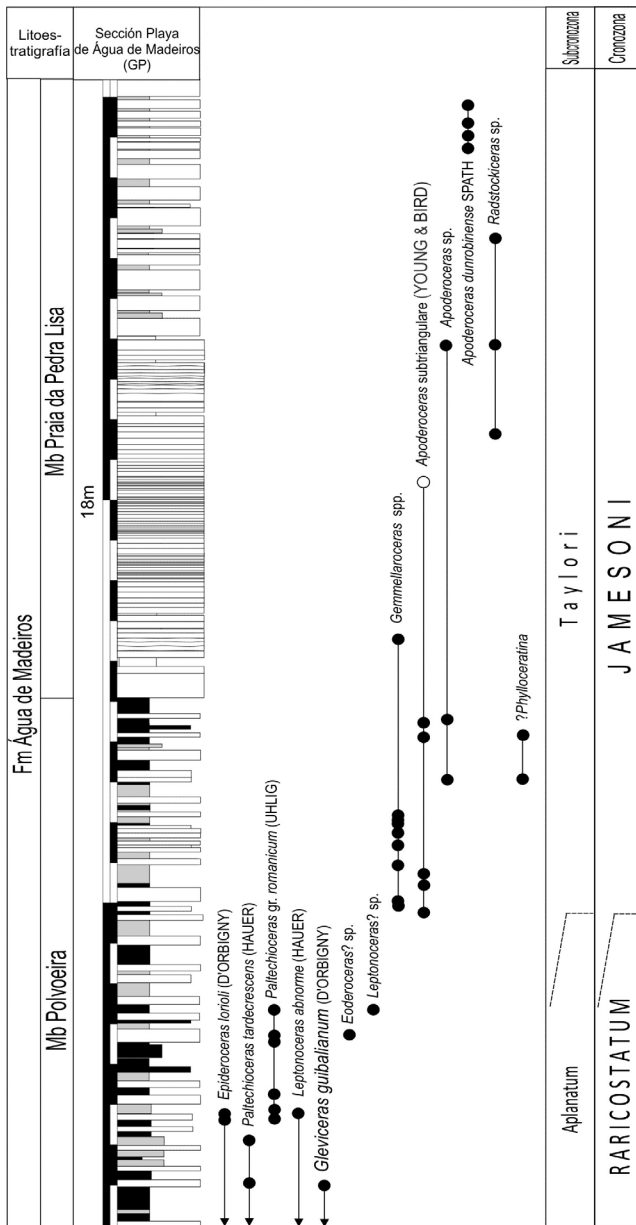


Fig.3. Distribución estratigráfica de los ammonioideos del Sinemuriense Superior en la Sección de Playa de Água de Madeiros. Columna litostratigráfica según Duarte *et al.* (2012).

Fig.3. Distribuição estratigráfica dos amonóides ao longo do Sinemuriense superior da secção da Praia de Água de Madeiros. Coluna litostratigráfica segundo Duarte *et al.* (2012).

Fig.3. Stratigraphic distribution of ammonioideos across the Upper Sinemurian of the Água de Madeiros beach section. Lithostratigraphic log from Duarte *et al.* (2012).

En la parte superior de la sección de Polvoeira e inferior de Água de Madeiros (GP.4-GP.23) se han encontrado varios niveles con abundantes *Paltechioceras* [*P. tardescens* (HAUER), *P. romanicum* (UHLIG)] asociados a especies de *Gleviceras*, *Epideroceras* [*E. lorioli* (D'ORBIGNY)] y *Leptonoceras* [*L. abnorme* (HAUER)] que caracterizan la Subcronozona Aplanatum. Por encima de estos niveles se produce la extinción de los

Echiocerátidos y de casi todos los grupos de bentónicos. En los niveles superiores, los primeros ammonioideos que se han registrado (GP.29) corresponden a frecuentes microconchas atribuibles al género *Gemmellaroceras* [*G. aff. aenigmaticum* (GEMMELLARO)] y a escasos ejemplares y mal conservados, con ornamentación bituberculada, que se han determinado como *Apoderoceras subtriangulare* (YOUNG & BIRD) correspondientes a la Cronozona Jamesoni (Subcronozona Taylori). Por encima, estas siguen siendo las asociaciones dominantes junto con algunos *Phylloceratinos* y *Radstockiceras* sp., aunque en la parte inferior del Miembro Praia da Pedra Lisa el número de individuos registrados se reduce notablemente. En la parte superior de la sección se han reconocido varios niveles con grandes *Apoderoceras*, recientemente publicados por Meister *et al.* (2012) identificados como *A. dunrobinense* SPATH.

3. Discusión y conclusiones

La sucesión de ammonioideos de las cronozonas Oxynotum y Raricostatum de la Cuenca Lusitánica es similar a las descritas en diferentes regiones del Centro y Noroeste de Europa (Getty, 1973; Corna *et al.*, 1997; Blau & Meister, 2000; Howarth, 2002; Page, 2003; etc...), siendo muy raros los taxones típicos de las regiones tethysicas *s.s.*

Una sucesión parecida, aunque más incompleta que la descrita aquí, para las tres subcronozonas superiores de la Cronozona Raricostatum, fue establecida por Suárez-Vega (1974) y por Comas-Rengifo *et al.* (2010) en el Sinemuriense Superior de Asturias y por Braga *et al.* (1988) en el mismo intervalo de la Cuenca Vasco-Cantábrica. En el N de España se han registrado *Gagaticeras* desde la base de la Cronozona Oxynotum, asociados a *Palaeoehioceras* (Cuenca Vasco-Cantábrica) y *Plesechioceras* (Asturias). En la Cronozona Raricostatum (Subcronozona Densinodulum) los Echiocerátidos son escasos. No obstante, de forma puntual se han registrado *Plesechioceras* cf. *delicatum* (BUCKMAN) en Asturias y *Orthechioceras recticostatum* TRUEMAN & WILLIAMS en la Cuenca Vasco-Cantábrica.

Muchos autores han expuesto que el límite entre el Sinemuriense y el Pliensbachiense se caracteriza por un acusado cambio en las asociaciones de ammonioideos en todo el Noroeste de Europa. Se produce la extinción de los Echiocerátidos que son reemplazados por Eoderoceratoideos que experimentan una importante radiación y alcanzan una gran diversidad taxonómica durante el Pliensbachiense Inferior. Este evento que afecta a los ammonioideos, según Meister (2010), es un buen ejemplo de una renovación faunística a escala global que, además, coincide con importantes cambios tectónicos y sedimentarios, provincialismos y/o endemismos, que hacen aumentar las dificultades para las correlaciones con ammonioideos.

En ausencia de taxones típicos de las regiones del Noroeste de Europa, en la Cuenca Lusitánica, Asturias, Cuenca Vasco-Cantábrica y en el sector septentrional de la Cordillera Ibérica, los niveles basales de la Cronozona

Jamesoni se han marcado con formas afines a *Gemmellaroceras aenigmaticum* que, puntualmente, pueden llegar a ser abundantes. En la Cuenca Lusitánica y Asturias estas microconchas están asociadas a *Apoderoceras subtriangulare*.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución a los proyectos PTDC/CTE-GIX/098968/2008 (Fundación para la Ciencia y la Tecnología, Gobierno Portugués) y CGL2011-25894 del Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

Referencias

- Antunes, M.T., Rocha, R.B., Wenz, S., 1981. Faunule ichtyologique du Lias inférieur de São Pedro de Moel, Portugal. *Ciências da Terra*, **6**, 101-116.
- Azerêdo, A.C., Silva, R.L., Duarte, L.V., Cabral, M.C., 2010. Subtidal stromatolites from the Sinemurian of the Lusitanian Basin (Portugal). *Facies*, **56**, 211-230.
- Blau, J., Meister, C., 2000. Upper Sinemurian ammonite successions based on 41 faunal horizons: an attempt at worldwide correlations. *GeoResearch Forum*, **6**, 3-12.
- Braga, J.C., Comas-Rengifo, M.J., Goy, A., Rivas, P., Yébenes, A., 1988. El Lias Inferior y Medio en la zona central de Cuenca Vasco-Cantábrica (Camino, Santander). *Ciencias de la Tierra, Geología*, **11**, 18-45.
- Choffat, P., 1885. Note sur les vallées tiphoniques et les éruptions d'ophite et de teschenites en Portugal. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e sér., **10**, 267-295.
- Choffat, P., 1903-1904. L'Infalías et le Sinémurien au Portugal. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro Portugal*, **5**, 49-114.
- Comas-Rengifo, M.J., Martínez, J.C., Goy, A., 2010. Sinemuriense Superior en Rodiles (Asturias): Biocronoestratigrafía y biohorizontes de ammonioideos. In Ruíz-Omeñaica, J.I., Piñuela, L. & García-Ramos, L.C. (Eds.). *Comunicaciones del V Congreso del Jurásico de España*. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), 49-56.
- Corna, M., Dommergues, J.-L., Meister, C., Mouterde, R., 1997. Sinemurien. In Cariou, E. & Hantzpergue, P. (coord.). *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen: zonations paralleles et distribution des invertébrés et microfossiles*. Groupe français d'Etude du Jurassique. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf-Aquitaine*, **17**, 9-14.
- Dommergues, J.-L., Meister, C., Neige, P., Rocha, R.B., 2004. Endemic Sinemurian (Early Jurassic) ammonites from the Lusitanian Basin (Portugal). *Revue de Paléobiologie*, **23**, 529-549.
- Dommergues, J.-L., Meister, C., Rocha, R.B., 2010. The Sinemurian ammonites of the Lusitanian Basin (Portugal): a remarkable example of complex endemic evolution. *Palaeodiversity*, **3**, 139-167.
- Dommergues, J.L., Mouterde, R., 1987. The endemic trends of liassic ammonite faunas of Portugal as the result of the opening of a narrow epicontinental basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **58**, 129-137.
- Duarte, L.V., Silva, R.L., Duarte, C.B., Azerêdo, A.C., Comas-Rengifo, M.J., 2008. Litostratigrafía do Jurásico Inferior da região de S. Pedro de Moel (Bacia Lusitânica). In: Callapez, P.M., Rocha, R. B., Marques, J.F., Cunha, L.S., Dinis, P.M. (Eds), *A Terra, Conflitos e Ordem. Homenagem ao Professor Ferreira Soares*, Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, 175-185.
- Duarte, L.V., Silva, R.L., Mendonça Filho, J.G., Poças Ribeiro, N., Chagas, R.B.A., 2012. High-resolution stratigraphy, palynofacies and source rock potential of the Água de Madeiros Formation (Upper Sinemurian) of the Lusitanian Basin, Portugal. *Journal of Petroleum Geology*, **35**, 105-126.
- Duarte, L.V., Silva, R.L., Oliveira, L.C.V., Comas-Rengifo, M.J., Silva, F., 2010. Organic-rich facies in the Sinemurian and Pliensbachian of the Lusitanian Basin, Portugal: Total Organic Carbon distribution and relation to transgressive-regressive facies cycles. *Geologica Acta*, **8**, 325-340.
- Duarte, L.V., Soares, A.F., 2002. Litostratigrafía das séries margocalcárias do Jurásico inferior da Bacia Lusitânica (Portugal). *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, **89**, 135-154.
- Getty, A., 1973. A revision of the generic classification of the family Echioceratidae (Cephalopoda, Ammonoidea) (Lower Jurassic). *The University of Kansas Paleontological Contributions*, **63**, 1-32.
- Howarth, M.K., 2002. The Lower Lias of Robin Hood's Bay, Yorkshire, and the work of Leslie Baird. *Bulletin of the Natural History Museum, Geology*, **58**, 81-152.
- Meister, C., 2010. Worldwide ammonite correlation at the Pliensbachian Stage and Substage Boundaries (Lower Jurassic). *Stratigraphy*, **7**, 83-101.
- Meister, C., Dommergues, J.-L., Rocha, R.B., 2012. Ammonites from the *Apoderoceras* beds /Early Pliensbachian in São Pedro de Muel (Lusitanian Basin, Portugal). *Bulletin of Geosciences*, **87**, 407-443.
- Mouterde, R., 1947. Le Lias moyen de S. Pedro de Muel (Portugal). *Comptes-rendus sommaires de la Société géologique de France*, séance du 21 avril 1947, 137-138.
- Mouterde, R., 1951. Ammonites du Lias moyen portugais. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **9**, 175-190.
- Mouterde, R. 1967 Le Lias moyen de S. Pedro de Muel (Portugal) (Première partie). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **52**, 185-208.
- Mouterde, R., Rocha, R.B., Delance, J., 1981. Atlas des fossiles caractéristiques du Lias portugais. *Ciências da Terra*, **6**, 49-76.
- Page, K.N., 2003. The Lower Jurassic of Europe: its subdivision and correlations. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*, **1**, 23-59.
- Pompeckj, J.F., 1897. Neue Ammoniten aus dem unteren Lias von Portugal. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **29**, 636-661.
- Pompeckj, J.F., 1898. Note sur quelques ammonites du Sinémurien du Portugal. *Comunicações de Direcção de Trabalhos Geológicos de Portugal*, **3**, 210-238.
- Pompeckj, J.F., 1906. Notes sur les Oxynoticeras du Sinémurien supérieur du Portugal et remarque sur le genre Oxynoticeras. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, **6**, 214-338.
- Suárez-Vega, L.C., 1974. Estratigrafía del Jurásico de Asturias. *Cuadernos Geología Ibérica*, **3**, 1-368.