

# Nuevos datos sobre la geología del Complejo Intrusivo Alcalino de Monchique (SW de Portugal)

*New data on the geology of the Monchique Intrusive Alkaline Complex (SW Portugal)*

V. Valadares <sup>(1)</sup> y E. J. González-Clavijo <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> LATTEX, Dep. Geologia, FCUL, Campo Grande, Edifício C6, Piso 2, 1749-016 Lisboa, Portugal

<sup>(2)</sup> Isidro Segovia, 1-C-4-12, 37001, Salamanca, España – egc@usal.es

## ABSTRACT

Los estudios microscópicos complementarios de las rocas alcalinas han permitido confirmar la estructura anular groseramente concéntrica del Complejo de Monchique, semejante a la que presentan los complejos alcalinos coetáneos de Sintra y Sines. La zona central está constituida por sienitas nefelínicas de grano grueso, rodeadas por un anillo de sienitas nefelínicas heterogéneas de grano más fino. En esta unidad exterior, y localmente separando ambas unidades, existen cuerpos menores de rocas básicas y ultrabásicas con feldespatoides y de brechas de diferentes tipos. Su forma groseramente elíptica con eje mayor en WSW-ENE, junto con las relaciones con el encajante, permiten proponer un mecanismo de emplazamiento en los niveles altos de la corteza a favor de un conjunto de fallas de la misma dirección, posiblemente de edad varisca y reactivadas durante los primeros episodios de la orogenia alpina.

Complementary microscope studies of the alkaline rocks confirm a roughly concentric structure in the Monchique Complex, similar to the coeval Sintra and Sines complexes. The central zone is made of a coarse grain nepheline syenite and is surrounded by a ring of heterogeneous nepheline syenites of finer grain size. In this rimming unit, and locally between both units, outcrop several minor bodies of basic and ultrabasic rocks with foids and related breccias of different types. The approximately elliptical shape, elongated in WSW-ENE, and the spatial relationship with the country rocks, suggest that the magma installation into the upper crustal level was favoured by a set of faults of the same direction, probably Variscan in age, which were reactivated during the early events of the Alpine orogeny.

**Key words:** Complejo Alcalino de Monchique, estructura anular y concéntrica

Geogaceta, 36 (2004), 39-42  
ISSN:0213683X

## Introducción y Marco Geológico

El Complejo Intrusivo Alcalino de Monchique está situado en el SW de la península Ibérica, en la parte occidental del Algarbe (Portugal). Tiene una superficie aflorante de unos 80 km<sup>2</sup> y una forma irregularmente elíptica, con su eje mayor orientado WSW-ENE. Forma parte de la Provincia Ígnea Alcalina Ibérica (Macintyre & Berger, 1982) junto con otros complejos alcalinos situados más al N en la costa portuguesa (Sintra y Sines) y el Complejo Volcánico de Lisboa (Alves *et al.*, 1980). Las edades radiométricas y las relaciones geológicas con las rocas encajantes indican que estos cuerpos ígneos son de edad finicretácica (Alves, 1964; Alves *et al.*, 1980; Rock, 1982a; Macintyre & Berger, 1982). Los tres complejos alcalinos mesozoicos de Portugal se encuentran aproximadamente alineados (Fig. 1), por lo que fue propuesta una gran estructura de deformación a escala cortical que ha-

bría facilitado su ascenso desde el manto superior hasta los niveles superiores de la corteza. Esta estructura fue denominada la Falla Sintra-Sines-Monchique (FSSM) por Ribeiro *et al.*, (1979), aunque no se conocen evidencias superficiales que prueben su existencia. Posteriormente, dada su forma ligeramente arqueada, una nueva propuesta consideró posible que se trate de un segmento de una estructura de debilidad cortical circular producida por un gran impacto meteorítico en el Atlántico Norte (Ribeiro *et al.*, 1997).

Las rocas encajantes del Complejo de Monchique forman parte del Flysch del Baixo Alentejo, de edad carbonífera, con carácter sinorogénico varisco (Oliveira, 1983; 1990) y pertenecientes a la Zona Sudportuguesa del Segmento Ibérico del Macizo Varisco. La deformación correspondiente a la orogenia varisca fue, principalmente, de tipo pelicular con cabalgamientos NW-SE vergentes para el SW (Silva *et al.*, 1990), y estuvo acompañada de un metamorfismo regional de

grado bajo a muy bajo (Munhá, 1990). Durante los procesos alpinos fueron reactivadas, con movimientos normales (y en menor medida de desgarre derecho), fallas variscas de dirección WSW-ENE (Arthaud & Mate, 1977; Terrinha, 1998) y se crearon nuevas fallas normales (subordinadamente de desgarre izquierdo) de dirección aproximada N-S (Terrinha, 1998; González-Clavijo & Dias, 2003). Estos dos sistemas de fallas controlaron la formación de la cuenca mesozoica del Algarbe (Manuppella *et al.*, 1992; Terrinha, 1998) y de varios grabens submeridianos rellenos de materiales sinorogénicos alpinos existentes en la región SW de la península Ibérica (González-Clavijo & Dias, 2003).

Las descripciones (Czygan, 1969) y los mapas geológicos de Monchique (Gonçalves, 1967) no reflejaban ninguna estructura interna, y llevaron a Sørensen (1974a) a crear un tipo especial para Monchique en su clasificación de los complejos alcalinos. Se trata de las

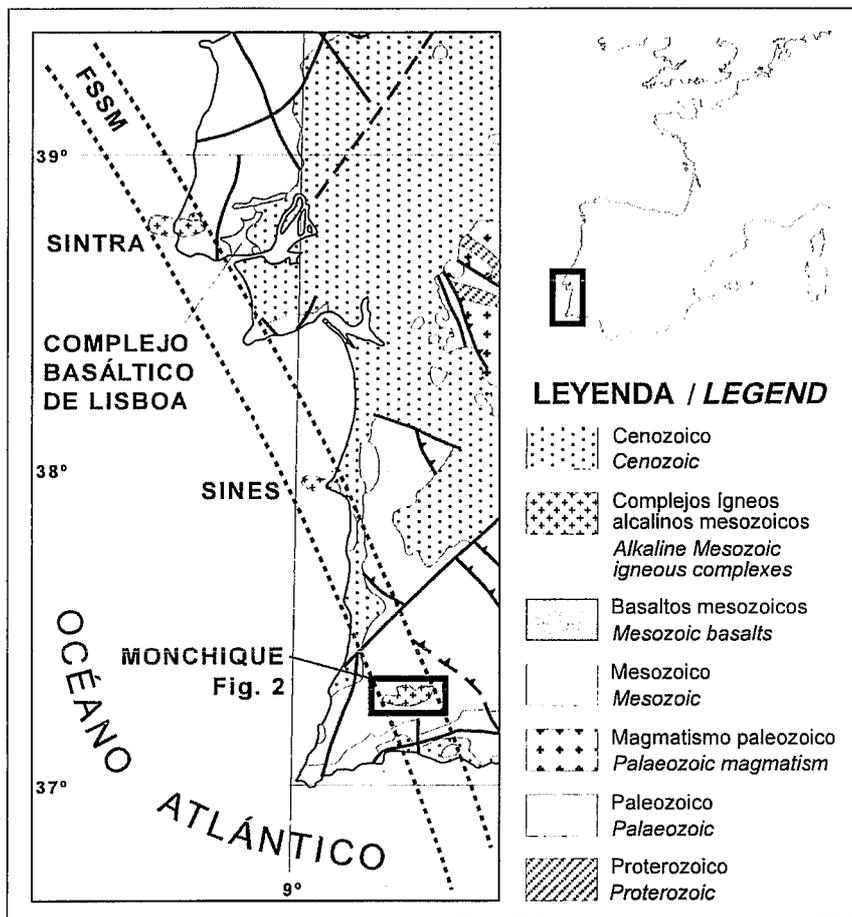


Fig. 1.- Encuadramiento geológico simplificado del Complejo Alcalino de Monchique. En los complejos de Sines y Sintra se ha representado su extensión submarina. FSSM: Propuesta Falla Sintra-Sines-Monchique.

Fig. 1.- Simplified geological setting of the Monchique Alkaline Complex. It was represented the offshore extension of the Sines and Sintra complexes. FSSM: proposed Sintra-Sines-Monchique Fault.

“intrusiones homogéneas simples” ya que este cuerpo, contrariamente a los otros complejos ígneos alcalinos conocidos, aparecía formado por un único cuerpo de sienita nefelínica. Esta supuesta uniformidad de su composición dificultó los modelos interpretativos de Rock (1978; 1982b), que no consiguió conciliar los resultados de sus estudios petrológicos y petrogenéticos con la existencia de un único pulso magmático.

#### Relaciones del complejo con las rocas encajantes

Las rocas ígneas alcalinas presentan contactos subverticales y claramente intrusivos con el encajante, cortan claramente a la estructura regional y generan una aureola de metamorfismo térmico a su alrededor (Fig. 2). El eje mayor del cuerpo intrusivo es casi normal a la estructura regional de las rocas de caja, una disposición relativamente frecuente en este tipo de complejos (Sørensen, 1974b;

Upton, 1974) y que invalida las sugerencias de algunos autores, que proponen para Monchique el aprovechamiento de un plano de cabalgamiento varisco como vía de acceso del magma a la parte superior de la corteza (Terrinha, 1998). Hay que destacar que la estructura tectónica regional se adapta, ligeramente, a la forma elíptica del complejo en sus extremos E y W, aunque las rocas alcalinas continúan cortando la estructura varisca.

Los estudios de relaciones isotópicas de Sr realizados por Rock, (1976) indican una fuente mantélica para el magma alcalino; pero la estructura a gran escala, que habría favorecido el ascenso de los magmas desde el manto superior –la propuesta Falla Sintra-Sines-Monchique– no muestra evidencias en superficie. Únicamente se han encontrado fallas pertenecientes a los dos grupos regionales dominantes: una falla deducida de dirección WSW-ENE, en el sector de Marmelite; y un pequeño grupo orientado NNE-SSW, cortando el complejo intrusivo en su par-

te central (Fig. 2). Un reciente estudio de lineamentos fotointerpretados tiene como resultado el claro predominio de estos dos grupos de orientaciones en todo el SW de Portugal (Moniz *et al.*, 2003).

#### Estructura interna del complejo ígneo

La nueva cartografía del Complejo de Monchique (González-Clavijo & Valadares, 2003), sintetizada en la Fig. 2, permite observar que no se trata de un cuerpo de composición homogénea, por el contrario presenta una estructura zonada y groseramente concéntrica, aunque con la unidad central desplazada para el borde S. Esta disposición confirma la propuesta realizada por Teixeira (1962) de que los 3 complejos alcalinos mesozoicos portugueses tienen una estructura en zonas concéntricas y representa, netamente, los dominios nuclear y marginal, propuestos por Santos (1973), pero nunca cartografiados hasta ahora.

*Unidad Central de Sienitas Nefelínicas*  
Es la más extensa, ocupando casi la mitad del complejo y presenta una gran homogeneidad en toda su extensión. Estas sienitas nefelínicas tienen una textura fanerítica, con granularidad media a gruesa, holocristalina e hipidiomorfa. Sus principales fases son feldespato potásico, nefelina y, en ocasiones sodalita; las fases menores son piroxenos, biotita, esfena, apatito, plagioclasa, zircón, moscovita y opacos; como minerales de alteración presenta calcita y minerales del grupo de las arcillas.

#### *Unidad Marginal de Sienitas Heterogéneas.*

Envuelve a la anterior con un anillo discontinuo. Macroscópicamente presenta características diversas, tanto en su composición, como en la textura y tamaño de grano. Pueden diferenciarse pequeñas áreas no representables en la cartografía con: (1) diferente contenido en minerales máficos, frecuentemente formando cumulos; (2) variaciones en la abundancia de nefelina, que siempre es menor que en el cuerpo central y, a veces, prácticamente inexistente; (3) variaciones entre tamaño de grano fino y medio; (4) volúmenes de sienitas aplo-pegmatíticas de pocos metros cúbicos; y (5) diversos tipos de filones sieníticos que se entrecruzan con diferentes relaciones temporales. Aún con todas estas variaciones puede ser clasificada como una sienita nefelínica en toda la unidad.

El estudio microscópico mostró una textura fanerítica de grano fino a medio,

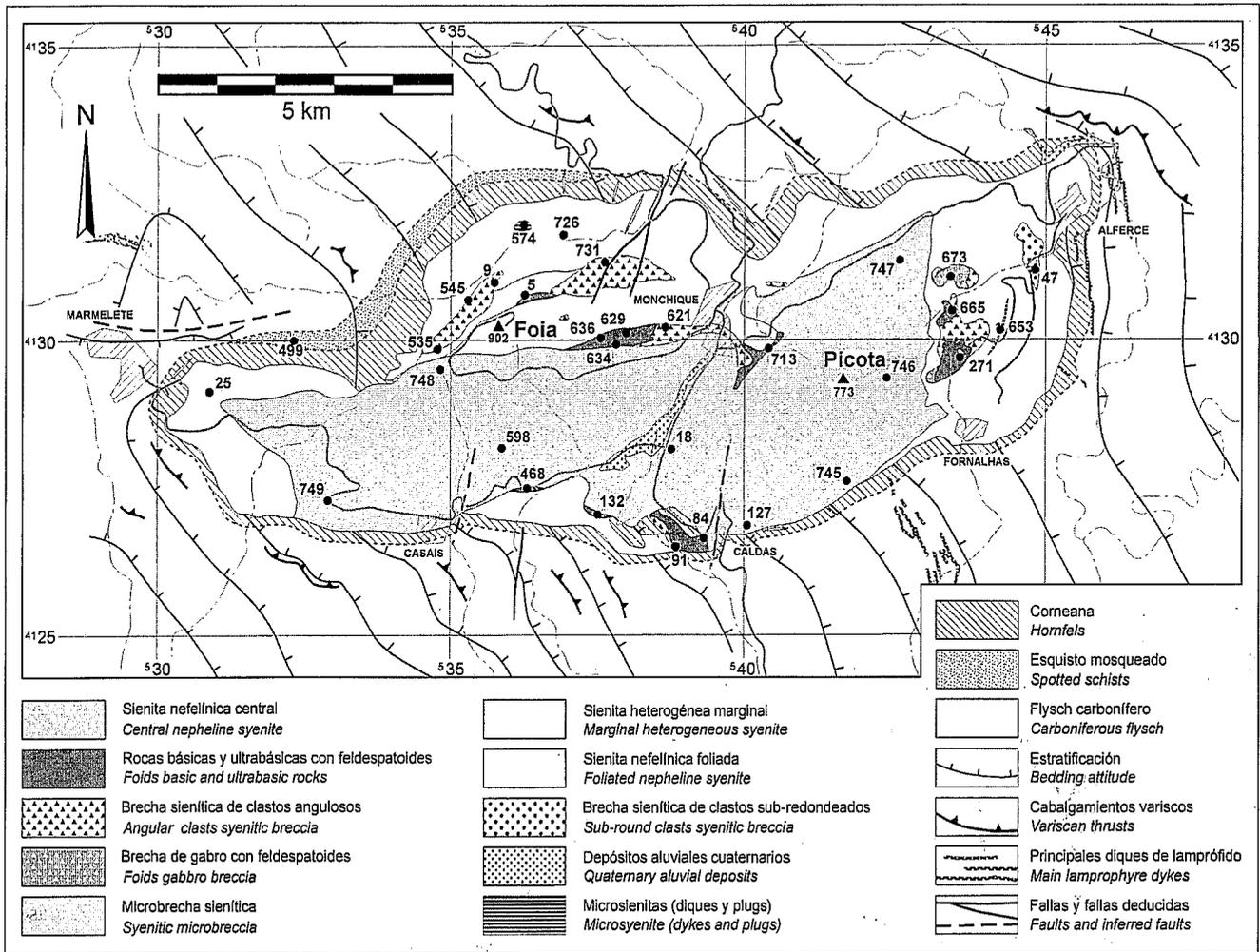


Fig. 2.- Mapa geológico del Complejo Alcalino de Monchique. Las diferentes unidades litológicas diferenciadas muestran una estructura zonada groseramente concéntrica. Del gran número de diques y filones existentes, tanto internos como externos al complejo, sólo se han representado los de mayor tamaño por motivos de escala. Las coordenadas son U.T.M. huso 29, Elipsoide Internacional, Datum Europeo. Los números representan la situación de las muestras tomadas para el estudio microscópico.

Fig. 2.- Geological map of the Monchique Alkaline Complex. Lithological units show a roughly concentric zoned structure. Problems of scale impose that only the main dykes were been represented from the enormous amount of internal and external dykes and veins observed. Frame is related to UTM system, 29S Zone, International Ellipsoid, European Datum. Numbers indicate preliminary sampling localities for microscopic study.

holocristalina e hipidiomorfa. Sus fases principales son el feldespato potásico y la nefelina, como fases accesorias presenta piroxeno, biotita, anfíbol, esfena, apatito, plagioclasa, sodalita, zircón y opacos. La alteración transformó algunos minerales en calcita y minerales del grupo de las arcillas.

Las descripciones microscópicas permiten confirmar la existencia de dos unidades diferentes de sienitas nefelínicas. La granularidad es un criterio diferenciador fundamental, siendo mucho más elevada en la Unidad Central que en la Heterogénea Marginal. Los cristales de feldespato potásico del cuerpo central son de un tamaño mucho mayor y contribuyen en gran medida a la formación de la textura traquitóide, que es típica de esta unidad y no está presente en la marginal.

Mineralógicamente la Unidad Marginal es la única que presenta anfíbol (hornblenda) y, además, porcentajes menores de nefelina y mayores de minerales máficos en relación con la Unidad Central. El único piroxeno (egirina) que aparece en la Unidad Marginal corresponde a la fase central de los piroxenos existentes en la Unidad Central (egirina-augita y egirina). Otros aspectos diferenciadores de la Unidad Marginal son: la mayor abundancia de texturas de exsolución en los cristales de feldespato potásico (perfitas y micropertitas); menor número de inclusiones de hematita dentro de la nefelina; y el desarrollo de simplectitas envolviendo a diferentes fases.

*Unidad de Rocas Básicas y Ultrabásicas.* Comprende varios cuerpos menores distribuidos por toda la Unidad Marginal y,

localmente, separándola de la Unidad Central de Sienitas Nefelínicas. Con frecuencia, estos cuerpos, están asociados espacialmente con brechas de diversas características (Fig. 2). Las rocas identificadas en esta unidad son berondritas, cúmulo-berondritas, essexitas hornbléndicas y, según Rock (1978), también aparecen rocas intermedias (monzonitas). Su heterogeneidad es elevada tanto en composición mineralógica, como en textura. Pero en general se trata de rocas faneríticas, de grano medio, hipidiomórficas e holocristalinas.

Los minerales principales son titanogita, kaersutita y plagioclasa; como secundarios están presentes esfena, apatito, sodalita, nefelina, biotita, actinolita, egirina-augita, moscovita y opacos. La calcita y actinolita aparecen como mine-

rales resultantes de la alteración de las fases primarias.

Las muestras 713, 468-A y 468-B se diferencian de las restantes por su contenido en minerales máficos superior al 70%, siendo la última roca clasificada como ijolita dado su alto contenido en nefelina, mientras que las otras dos fueron clasificadas como lamprófidos subsaturados en sílice. La ijolita presenta una textura fanerítica, heterogranular e hipidiomórfica, en la que los cristales de titanio-augita, biotita, esfena, apatito y opacos se encuentran envueltos en una matriz de nefelina y feldespato potásico. Las muestras 713 y 468-B presentan una textura porfídica en la que los cristales de titanio-augita y kaersutita se distribuyen en una matriz de tamaño de grano fino a medio conteniendo piroxeno, nefelina, feldespato potásico, biotita, apatito y opacos. La muestra 713 contiene cristales anhédricos de olivino que, en ocasiones, presentan textura coronítica al estar rodeados de óxidos.

Los diferentes tipos de brechas observados constituyen, aproximadamente el 5% del afloramiento del complejo alcalino. Siempre aparecen en relación espacial con las rocas básicas y ultrabásicas y, al igual que éstas, dentro de la Unidad Marginal o separándola de la Unidad Central. Aunque existen muchas variaciones locales dentro de estas brechas, de un modo general se han agrupado en los siguientes tipos: (1) brechas de clastos angulosos de rocas básicas y ultrabásicas en una matriz sienítica; (2) brechas de clastos sub-redondeados de rocas sieníticas, básicas con feldespatoídes y metamórficas en una matriz sienítica; (3) brechas de fragmentos angulosos y matriz de rocas básicas con feldespatoídes; y (4) microbrechas de matriz y clastos de sienita nefelínica, que aparecen en una pequeña zona en la parte oriental (muestra 271)

### Conclusiones

Los estudios microscópicos confirman que el Complejo Alcalino de Monchique presenta una estructura concéntrica con dos cuerpos principales de sienitas nefelínicas, cuyas principales características distintas pueden ser di-

ferenciadas con criterios de campo. Las rocas ultrabásicas (identificadas por primera vez) y básicas con feldespatoídes se encuentran espacialmente asociadas con los diversos tipos de brechas y aparecen siempre en la Unidad Sienítica Inhomogénea Marginal. Las relaciones del cuerpo intrusivo con las rocas envolventes permiten proponer que su ascenso desde el manto superior se vio favorecido en la parte superior de la corteza por la existencia de fracturas variscas ESE-WNE que fueron reactivadas como fallas normales, al menos, durante la formación de la Cuenca Mesozoica del Algarve y, posteriormente, durante diversos episodios de la Orogenia Alpina.

### Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por los proyectos CAPSA (Programa de Apoio aos Laboratórios de Estado) y MATESPRO (PDCTM/P/15264/99), ambos financiados por la FCT (Portugal). Los autores agradecen la colaboración de la Prof. Dra. Maria do Rosário Azevedo en el análisis petrográfico.

### Referencias

- Alves, C. A. M. (1964): *Rev. Fac. Ciên. de Lisboa*, XII-C, fasc. 2°.
- Alves, C. A. M., Rodrigues, B., Serralheiro, A. & Faria, F. (1980): *Com. Serv. Geol. Portugal*, 66, 111-134.
- Arthaud, F. & Matte, Ph., (1977): *Geol. Soc. Am. Bull.*, 88., 1305-1320.
- Czygan, W. (1969): *Neues Jb. Miner. Abh.*, 111, 32-73.
- Gonçalves, F. (1967): *Com. Ser. Geol. Portugal*, LII, 169-184.
- González-Cavijo, E. & Dias, R. (2003): *Com. Inst. Geol. Min.*, 90, 65-90.
- González-Cavijo, E. & Valadares, V. (2003): *Com. Inst. Geol. Min.*, t. 90, 43-64.
- Macintyre, R. M., Berger, G.W. (1982): *Lithos*, 15, 133-136.
- Manuppella, G. -Coord.-, Gonçalves, F. e Carvalhosa, A. - Levantamentos do Maciço de Monchique-, Dias, R. -foto-interpretación- (1992): *Serv. Geol. Portugal*, mapa en 2 hojas.
- Moniz, C.; González-Clavijo, E.; Matias, L. & Cabral, J. (2003): *Ciências da Terra (UNL)*, n. esp. V, pp. C53-C56.
- Munhá, J. (1990): En: Dallmeyer R.D. & Martínez García, E. (Eds.) *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer, 363-368.
- Oliveira, J.T. (1983): En: Sousa M.J.L. & Oliveira J.T. (Eds.) *The Carboniferous of Portugal*. Men. Serv. Geol. Portugal, 129-137.
- Oliveira, J.T. (1990): En: Dallmeyer R.D. & Martínez García, E. (Eds.) *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer, 334-347.
- Ribeiro, A., Antunes, M. T., Ferreira, M.P., Rocha, R., Soares, A., Zbyszewski, G. & Moitinho de Almeida, F. (1979) *Serv. Geol. Portugal*, 114 p.
- Ribeiro, A., Miranda, M., Terrinha, P., Kullberg, M.C., Silva, E. A. & Kullberg, J.C. (1997): *Terra Nova*, 9, Abstract Supplement n°1, EUG 9, (Strasbourg), p. 177.
- Rock, N.M.S. (1976): *Contrib. Mineral Petrology*, 56, 205-228.
- Rock, N.M.S. (1978): *Jour. Petrology*, 19, part. 2, pp. 171-214.
- Rock, N.M.S. (1982a) *Lithos*, 15, 111-131.
- Rock, N.M.S. (1982b): *Mineral Petrology*, 81, 64-78.
- Santos, A.R. Dos (1973): *Bol. Mus.Lab. Min. Geol. Fac. Ciên. Lisboa*, 13, (2), 143-251.
- Silva, J.B., Oliveira, J.T. & Ribeiro, A. (1990): En: Dallmeyer R.D. & Martínez García, E. (Eds.) *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer, (Berlín-Heidelberg-Nova Iorque), 348-363.
- Sørensen, H. (1974a) En: Sørensen, H. (Ed.) *The Alkaline Rock*. Wiley, 22-52.
- Sørensen, H. (1974b): En: Sørensen, H. (Ed.) *The Alkaline Rock*. Wiley, 145-148.
- Teixeira, C. (1962): En: Estudos científicos ofrecidos em homenagem ao Prf. Doutor J. Carrington da Costa, Junta de Investigações do Ultramar, (Lisboa), 461-493.
- Terrinha, P. (1998): PhD Thesis, Univ. of London. 430 p.
- Upton, B.G.J. (1974): En: Sørensen, H. (Ed.) *The Alkaline Rock*. Wiley, 221-238.