

MARTIM PORTUGAL V. FERREIRA  
Coordenação

# A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos

VOL. 2 • RECURSOS GEOLÓGICOS E FORMAÇÃO



Coimbra • Imprensa da Universidade

## OS ECLOGITOS DA REGIÃO DE BRAGANÇA-VINHAIIS: DOS FACTOS AOS MODELOS

M. L. RIBEIRO<sup>1</sup> e A. RIBEIRO<sup>2</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** eclogitos, metamorfismo de alta pressão, geodinâmica, Terreno Ibérico.

**KEY WORDS:** eclogites, high-pressure metamorphism, geodynamic evolution, Iberian terrain.

### RESUMO

Neste trabalho faz-se uma síntese das principais etapas do conhecimento geológico sobre o metamorfismo de alta pressão em Portugal que teve como ponto de partida a redescoberta de eclogitos na região de Bragança – Vinhais, por J.M.Cotelo Neiva, há mais de meio século. Este conhecimento que está intimamente associado à interpretação geodinâmica do Terreno Ibérico e dos Terrenos Alóctones que se lhe sobrepõem, ainda apresenta alguns pontos em debate.

De facto, embora anteriormente considerados precâmbricos, as actuais datações geocronológicas dos eclogitos, apresentam idades do Paleozóico inferior, levando a supor um episódio de alta pressão dessa idade. A existência de metamorfismo de alta pressão, mas de grau mais baixo, em terrenos alóctones do manto inferior de Trás-os-Montes oriental, associado à 2ª fase de deformação Varisca, é indiscutível e a sua idade tem sido estimada do Paleozóico médio-superior e, por isso, sem relação com o primeiro evento. Por outro lado, os dados estruturais têm levado a invocar “resetting” na interpretação dos resultados geocronológicos respeitantes aos eclogitos associando-os, a um evento anterior ao varisco, que reputam como precâmbrico.

---

<sup>1</sup> IGM, Est. do Zambujal, Apartado 7586, 2721 – 866 Alfragide (email:luisa.ribeiro@igm.pt).

<sup>2</sup> LATTEX e geofcul, R. Escola Politécnica, 56, 1250 – 102 Lisboa.

## ABSTRACT: The eclogites of Bragança-Vinhais: from facts to models

This paper is a synthesis of the main steps of what we know of High-Pressure metamorphism in Portugal, beginning with the description of the Bragança-Vinhais eclogite rocks reported by J.M. Coteló Neiva over fifty years ago. This knowledge is strongly associated to the geodynamic interpretation of the Iberian terrain, and the superposed allochthonous terranes are still subjected to much debate.

In fact, regardless of the eclogites being considered precambrian in age, the geochronological data available point to the lower Paleozoic age, which could mean that a high pressure event happened at that time. The existence of another high pressure event, associated with the second variscan phase, is very well defined in the lower-thrust nappe of eastern Trás-os-Montes (in rocks of lower to upper Paleozoic age). From the geological and structural points of view the geochronological data for eclogites does not fit well without one resetting phase on older rocks (Precambrian).

## FACTOS E MODELOS

Quando J.M. COTELO NEIVA (1948) publica o seu magnífico trabalho sobre «Rochas e minérios da região de Bragança-Vinhais», redescobre e descreve, pela primeira vez em Portugal, depois de V. Sousa Brandão, a ocorrência de eclogitos. Este tipo de rochas, paradigmáticas da existência de elevados graus de metamorfismo de alta pressão, reputam-se actualmente, por si mesmas, como das mais significativas na definição da evolução geodinâmica dos variscidas peninsulares. Contudo, é interessante verificar que só voltariam a merecer a atenção dos geólogos cerca de duas décadas depois da sua redescoberta o que não pode deixar de ser significativo da evolução científica em geral e, também, da existência de um largo período em que a investigação mineira dominou em Portugal. De facto, a própria investigação petrográfica e petrológica de J.M. COTELO NEIVA foi efectuada no âmbito de projecto de cartografia efectuada pelo então Serviço de Fomento Mineiro, como se reconhece no próprio trabalho.

Coube a M.R. PORTUGAL FERREIRA (1964, 1966 e 1967) retomar o tema no âmbito do seu trabalho de tese, e reconhecer, também pela primeira vez em Portugal, a existência de polimetamorfismo na região de Vinhais, onde situava as associações mineralógicas da subfácies da hornblenda-clinopiroxena-almândina na transição entre as subfácies almândina-anfibolítica e eclogítica. A partir do estudo dos parâmetros físicos das granadas mostrou a importância da  $P_{\text{stress}}$  e do baixo teor de  $\text{SiO}_2$  na sua génese.

P-M. ANTHONIOZ, em 1972, verifica a existência de variados teores de molécula jadeítica nas piroxenas e, a partir dos teores de piroxeno das granadas, demonstra a presença de eclogitos B e C da classificação de COLEMAN *et al.* (1965). Relativamente à génese destas rochas refere condições de P-T elevadas para os eclogitos tipo B (da ordem dos 700°C e 10-13Kb) e elevado componente de pressão (inclusive de origem tectónica) e baixas temperaturas, nos do tipo C.

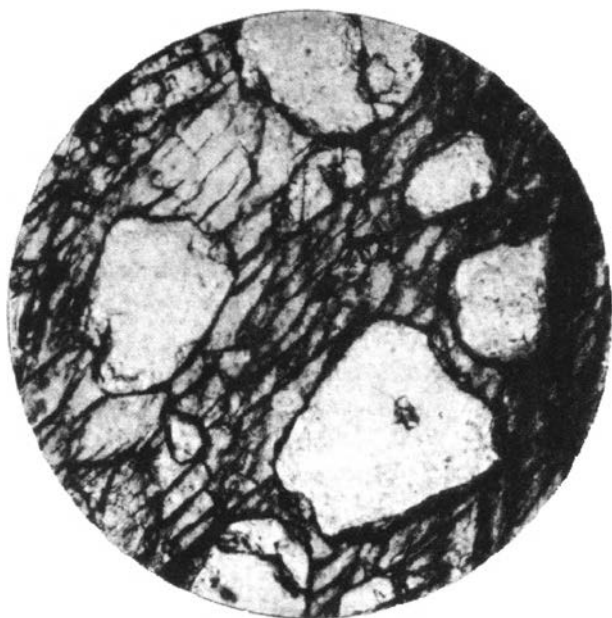


Fig. 1 – Microfotografia de um eclogito da região de Bragança-Vinhais COTELO NEIVA, 1948. Luz nat. (x 65).

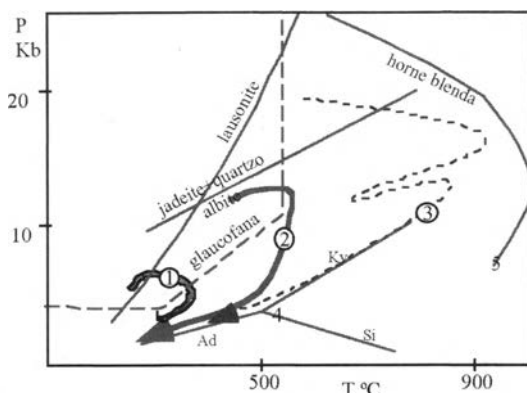


Fig. 2 – Evolução das condições de P-T em granulitos e eclogitos dos Maciços de Morais-Bragança e Cabo Ortegal, Galiza: 1 e 2 (IBARGUCHI & ARENAS, 1991) e do Maciço de Bragança: 3 (MUNHÁ & RIBEIRO, 1987); 4 - Polimorfos de  $Al_2 Si O_5$  de Holdaway, 1971; 5 - Curva de estabilidade da hornblenda pargasítica (in HELMSTAEDT & SCHULTZE, 1988).

J. MUNHÁ e A. RIBEIRO (1987) e posteriormente, G. IBARGUCHI e R. ARENAS (1990) estimaram a evolução das condições de pressão e temperatura dos eclogitos com distena e outras rochas de alto-grau associadas, dos maciços de Bragança e Morais tendo-se observado percursos mais ou menos sinuosos cujo justificação irá sustentar os diferentes modelos geodinâmicos. (fig.2).

A idade do episódio de metamorfismo de alta pressão associada aos eclogitos foi, até bastante tarde, implicitamente considerada antiga, arcaica ou precâmbrica, pertencente a um 1º ciclo metamórfico de dois (para alguns autores, três) observáveis nos maciços de Bragança e Morais. Os eclogitos precâmbricos e rochas associadas, ocorreriam tectonicamente imbricados na sua situação actual através de carreamentos de grande amplitude (A. RIBEIRO *et al.*, 1964; M. IGLÉSIAS *et al.*, 1983) (fig. 3).

Os dados referentes à sua provável evolução termodinâmica e os recolhidos através da análise estrutural permitiam supor a existência de dois ciclos integrados em orogêneses distintas – uma precâmbrica e outra varisca.

Por outro lado, a existência de metamorfismo de alta pressão em rochas do Paleozóico português ficou demonstrado através do estudo petrográfico e químico de uma crossite do domínio transmontano (região de Mascarenhas, Mirandela) que evidenciou cristalização, durante a 2ª fase de deformação varisca, em regime de fácies dos xistos azuis (a pressões da ordem dos 7Kb) (M.L. RIBEIRO, 1976).

Nesta época verificou-se que, também J.M. COTELO NEIVA, 1948, havia descrito glaucófana no Mte Ladeiro, entre as rochas máficas e ultramáficas, do Maciço de Bragança. Os esforços feitos no sentido de detectar esta jazida foram, até agora, infrutíferos embora se considere esta jazida em posição estrutural equivalente à das atrás referidas. As determinações termobarométricas de M.L. RIBEIRO, 1976, foram posteriormente confirmadas por estudos mais aprofundados (M.L. RIBEIRO *et al.*, 1982; J. MUNHÁ *et al.*, 1984). L.J.G. SCHERMERHORN & S. KOTSCH, 1984, divulgaram a ocorrência de lawsonite, igualmente no domínio transmontano a NE do Maciço de Morais, que também atribuem ao regime metamórfico associado à movimentação dos mantos de carreamento regionais.

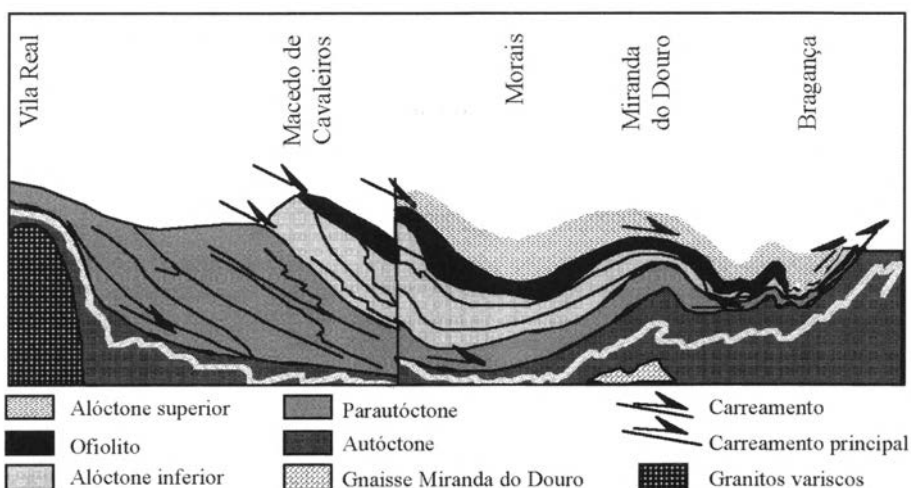


Fig. 3 – Corte esquemático WSW – ENE mostrando o empilhamento de diferentes unidades litoestratigráficas. RIBEIRO *et al.*, 1964, mod..

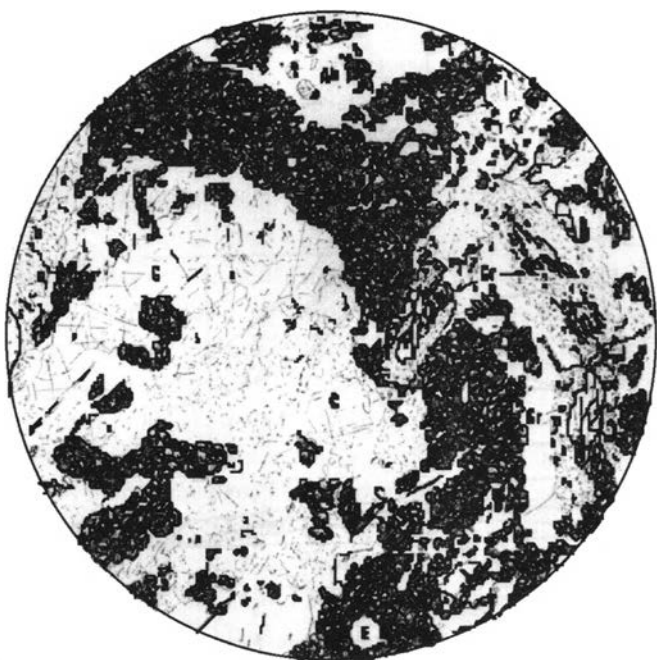


Fig. 4 – Microfotografia de um metabasito paleozóico com crossite (Cr) de Trás-os-Montes evidenciando as relações da recrystalização metamórfica com a 2ª fase varisca. (E-epidoto, Ab – albite, C – calcite). (Luz nat., Cr < 5mm)(RIBEIRO, 1976).

Nestas condições parece inquestionável a existência de um regime metamórfico de alta pressão durante o ciclo varisco. Este metamorfismo foi interpretado como associado à instalação dos mantos de carreamento por obducção (RIBEIRO *et al.*, 1982; MUNHÁ *et al.*, 1984).

Entretanto, surgem múltiplas datações geocronológicas conseguidas através de variados métodos nas rochas eclogíticas e rochas alto grau associadas (M.P. FERREIRA *et al.*, 1988; J. PEUCAT *et al.*, 1990; R.D. DALLMEYER et G. IBARGUCHI, 1990; R.D. DALLMEYER *et al.*, 1991; J. SANTOS *et al.*, 1995, etc.). As datações obtidas encontram-se dentro de um espectro de idades paleozóicas (509 – 389 Ma). Estava instalada a discussão: uns considerando a existência de um episódio magmático aos 509 Ma seguido de metamorfismo de alto grau aos 430 Ma, outros considerando essa idade como resultante de reajustamentos dos sistemas isotópicos por efeito de importantes fenómenos térmicos posteriores, essencialmente aos 390 Ma. Uns e outros, considerando, unanimemente, a existência de dois episódios tectono-metamórficos distintos. Também os estruturalistas reclamam a existência de relíquias de um ciclo precâmbrico onde observam quatro fases de deformação, e um varisco com duas fases de deformação. Deste ciclo antigo estaria representada crusta oceânica e um arco oceânico que tendo sido subductados, permitiram a

formação de eclogitos e, posteriormente obductados, durante o ciclo varisco, levaram consigo litosfera subcontinental peridotítica (e lherzolítica) e, alguma crusta continental (F. MARQUES *et al.*, 1991-92). Naturalmente, estes autores, ao contrário dos outros, interpretam as datações obtidas como resultado de “resetting” durante o último importante evento tectono metamórfico.

Toda a interpretação dos resultados obtidos tem um modelo geodinâmico subjacente.

Ultimamente, têm surgido muitos modelos deste tipo procurando enquadrar dados paleomagnéticos, petrológicos, faunísticos, sedimentológicos, estruturais, paleogeográficos, etc., obtidos pelos investigadores preocupados com a evolução dos terrenos implicados na orogénese varisca da Península Ibérica e zonas limítrofes. Embora muitas vezes sejam contraditórios é possível encontrar pontos comuns nos principais modelos disponíveis. Assim, é consensual que no Ordovícico inferior o Gondwana se encontrava no Polo Sul com tendência para evoluir no sentido norte, e a Báltica, um pouco mais a norte, evoluindo, também, grosseiramente, no mesmo sentido. Entre estes dois continentes localizavam-se alguns microcontinentes como a Cadomia, a Avalónia e a Seríndia. Englobados nestes microterrenos e nas margens do Gondwana estavam as actuais unidades ou zonas geo-estruturais actualmente observáveis no orógeno varisco. Os vários modelos diferem, sobretudo, na posição relativa que atribuem às referidas zonas e nas respectivas evoluções, subsequentes.

Os oceanos intercalares daqueles microcontinentes abriram e fecharam envolvendo a formação de crustas oceânicas, arcos e “back-arc” suas posteriores subducções/ obducções e culminando a colisão final e orogénese durante o Paleozóico médio-superior.

A existência de Precâmbrico no Manto Superior Alóctone de Trás-os-Montes encontra algum suporte nos modelos que prevêm uma história geológica complexa, envolvendo a presença de soco daquela idade, nalguns daqueles microterrenos acima mencionados, e posteriormente, parcialmente, obductado, como é o caso, por exemplo, do modelo de J.F. VON RAUMER *et al.*, 2002.

Considerado que a idade mais antiga obtida para os eclogitos é primária então a sua geração terá sido ocasionada pela movimentação dos microterrenos e seus oceanos limítrofes durante o Paleozóico inferior-médio.

## BIBLIOGRAFIA

- ANTHONIOZ, P.-M. (1972) – Les complexes polymetamorphiques precambriens de Morais et Bragança (NE du Portugal): étude pétrographique et structurale. *Mem. 20 – (nova série)* 192 p.. Serviços Geol. Portugal. Lisboa.
- COLEMAN, R., LEE, D., BEATTY, L. & BRANNOCK, W. (1965) – Eclogites and eclogites: their differences and similarities. *Geol. Soc. Am. Bull.*, t. 76, pp. 483 – 508.



- COTELO NEIVA, J.M. (1948) – Rochas e minérios da região de Bragança – Vinhais. 251p.. *Serv. de Fomento Mineiro*. Porto.
- DALLMEYER, R.D. & IBARGUCHI, G. (1990) – Age of amphibolitic metamorphism in the ophiolitic unit of the Morais allochton (Portugal) :implications for early Hercynian orogenesis in the Iberian Massif. *J Geol. Soc. London*, 147, pp. 873 – 878.
- DALLMEYER, R.D., RIBEIRO, A. & MARQUES, F. (1991) – Polyphase Variscan emplacement of exotic terranes (Morais and Bragança Massifs) onto Iberian successions: Evidence from  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  mineral ages. *Lithos*, 27, pp. 133 – 144.
- IBARGUCHI, G. & ARENAS, R. (1990) – Metamorphic evolution of the allochthonous complexes from the Northwest of the Iberian Peninsula. *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, pp. 237-246. Eds. Dallmeyer & Martinez-Garcia. Springer-Verlag. Berlin.
- MARQUES, F.O., RIBEIRO, A. & PEREIRA, E. (1991-1992) – Tectonic evolution of the deep crust: Variscan reactivation by extension and thrusting of Precambrian basement in the Bragança and Morais massifs (Tras os- Montes, NE Portugal). *Geodinamica Acta* (Paris), 5, 1-2, 135-151.
- MARQUES, F.O., RIBEIRO, A. & MUNHÁ, J. (1996) – Geodynamic evolution of the continental Allochthonous Terrane (CAT) of the Bragança and Morais Nappe Complex, NE Portugal). *Tectonics*, v.15, 4, 747- 762.
- MUNHÁ, J., RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M.L. ( 1984) – Blueschists in the Iberian Variscan Chain (Trás – os- Montes: NE Portugal). *Comun. Serv. Geol. Portugal*, t.70, fasc. 1, pp. 31 – 53. Lisboa.
- MUNHÁ, J. (1986) – A new thermodynamic calibration of the garnet-clinopyroxene geobarometer. *Maleo*, 2 (13), 31. Lisboa.
- MUNHÁ, J. & RIBEIRO, A. (1986) – Metamorphic evolution of kyanite-eclogites and related high-grade rocks of the Bragança Massif (Trás-os-Montes, NE Portugal). *Maleo*, 2 (13), 31. Lisboa.
- PEUCAT, J.-J., BERNARD-GRIFFITHS, J.G., IBARGUCHI, G., DALLMEYER, R.D., MENOT, R.P., CORNICHE, J. & PONCE DE LEON, M. (1990) – Geochemical and geochronological cross-section of the deep Variscan crust : The Cabo Ortegal high-pressure nappe (northwestern Spain). *Tectonophysics*, 177, pp. 263 –292).
- PORTUGAL-FERREIRA, M.R. (1964) – Geologia e petrologia da região de Rebordelo - Vinhais. *Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra* Nº 58, 282 p. Coimbra.
- PORTUGAL-FERREIRA, M.R. (1966) – As granadas e a sua paragénesese em rochas com elevado grau de metamorfismo. *Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra* Nº 61, pp. 19-44. Coimbra.
- PORTUGAL-FERREIRA, M.R. (1967) – Comentário sobre o metamorfismo do complexo de Vinhais (NE Portugal). *Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra* Nº 63, pp. 17-32. Coimbra.
- PORTUGAL-FERREIRA, M.R., FERREIRA, J.T. & VEIGA, N.A. (1988) – Alguns dados geocronológicos sobre o Maciço de Bragança. *X Reunião do Oeste Peninsular*. Univ. Coimbra, Bragança, Portugal.
- RIBEIRO, A., CRAMEZ, C. & REBELO, J.A. (1964) – Sur la structure de Trás-os-Montes (Nord-Est du Portugal: *C.R. Acad. Sc. Paris*, tome 258, pp. 263-265.
- RIBEIRO, M.L. (1976) – Considerações sobre uma ocorrência de crossite em Trás – os- Montes Oriental. ). *Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra* Nº 83, pp. 1 – 16. Coimbra.
- RIBEIRO, M.L., BARNETT, R.L., MUNHÁ, J. & RIBEIRO, A. (1982) – Blueschist in Eastern Trás-os-Montes (NE Portugal): evidence for overthrusting. *Terra Cognita*, 3. Comun. V Semana de Geoquímica, Aveiro (1983), abstracts.



- J. SANTOS, MARQUES, F.O., MUNHÁ, J. & TASSINARI, C. (1995) – A new isotopic tale for Bragança eclogites (NE Portugal), *Terra Nova*, 7, *abstr. Suppl.* 1, 108.
- L.J.G. SCHERMERHORN & S. KOTSCH (1984) – First occurrence of lawsonite in Portugal and tectonic implications. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, t.70, fasc. 1, pp. 23-30. Lisboa.
- J.F. VON RAUMER, STAMPFLI, G.M., BOREL, G. & BUSSY, F. (2002) – Organization of the pre-Variscan basement areas at the north-Gondwanan margin. *Int. J. Earth Sciences / Geol. Rundsch.*, 91 : pp. 35-52.