

VI. Os grandes problemas do nosso tempo:

- a guerra;
- o desemprego;
- a degradação do meio ambiente;
- o terrorismo.

VII. A comunicação entre os homens:

- emissor-receptor;
- os meios de comunicação social: rádio, televisão, jornais;
- um mundo sem fronteiras.

GEOLOGIA DA REGIÃO DE ENTRE CORDINHÁ, ANÇÃ E ZAMBUJEIRO (CANTANHEDE) E OS CALCÁRIOS DE ANÇÃ

por **J.M. Coteló Neiva ***

A Dr^a Eva Neves Dias ao propôr as "Jornadas sobre a pedra de Ançã", o Grupo de Arqueologia e Arte do Centro ao organizá-las e a Câmara Municipal de Cantanhede a patrociná-las promovem a divulgação de rocha de tão grande interesse para a escultura e a arquitectura e tão belas obras tem permitido realizar. Ao mesmo tempo chamam a atenção dos escultores, arquitectos, engenheiros, construtores civis e entidades oficiais para os calcários que afloram no sul do concelho de Cantanhede, mormente a pedra de Ançã, que representam uma riqueza regional cujas possibilidades de utilização convém reviver e divulgar.

Um bem haja a todos e em especial ao Grupo de Arqueologia e Arte do Centro (GAAC), superiormente orientado pelo Dr. Mário Nunes, pela sua actividade cultural deveras meritória, e a quem endereço os meus cumprimentos.

Cabe-me falar de alguns aspectos da Geologia do concelho de Cantanhede, mas é fundamentalmente aos que se prendem com a pedra de Ançã que me vou referir. Correspondo, assim, ao amável convite para realizar esta palestra.

1. INTRODUÇÃO

Paul Choffat (1880), suiço que trabalhou nos Serviços Geológicos de Portugal, efectuou estudos estratigráficos e paleontológicos do Jurássico, principalmente do Lias e do Dogger a norte do Tejo, referindo frequentemente a região de Ançã. Ulteriormente Rugget-Perrot (1961), Soares (1966) e Barbosa et alia (1988) voltaram a tratar da geologia desta região.

Ao Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra a região de Cantanhede tem oferecido muito interesse. Assim, os estudos geológicos e sedimentológicos do Prof. Dr. Soares de Carvalho (1953, 1954, 1964), hoje professor na Universidade do Minho, e do Prof. Dr. Ferreira Soares (1966, 1982, 1986), professor na Universidade de Coimbra, paleontológicos e estratigráficos da Dr^a M. H. Paiva Henriques (1985, 1986), assistente desta Universidade, mineralógicos e petrográficos do Prof. Dr. Celso Gomes (1965), agora professor da Universidade de Aveiro, petrográficos e geotécnicos dos Drs. A. Lopes Vêlho e M. Sousa Carapito (1981), assistentes desta Universidade, todos eles meus discípulos e de que muito me honro, são marcos do conhecimento geológico desta região.

É com base nos trabalhos efectuados na Universidade de Coimbra e nos de outros investigadores, todos indicados na bibliografia, e no conhecimento directo da região e das suas pedreiras que elaborei esta palestra.

2. GEOLOGIA DA REGIÃO DE ENTRE CORDINHÁ, ANÇÃ E ZAMBUJEIRO (CANTANHEDE)

A Fig. 1 é um extracto da folha 19A - Cantanhede, dos Serviços Geológicos de Portugal (1988), reduzido e ligeiramente modificado para esta publicação. Vai permitir localizar topográfica e estratigraficamente os calcários de Ançã, depositados em meio marinho.

* Professor Catedrático Jubilado da F.C.T.U. Coimbra.

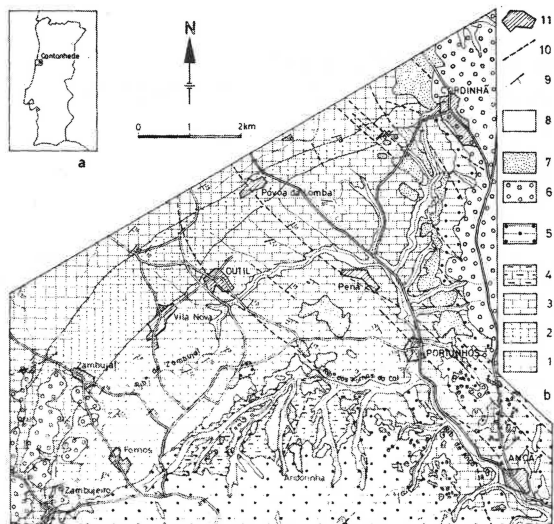


Fig. 1. a - Localização da região de Cordinhã, Ançã, Zambujeiro no mapa de Portugal.
 b - Carta geológica esquemática (elaborada a partir da Carta Geológica 1/50 000 - Folha 19/A, Cantanhede, dos Serviços Geológicos de Portugal, 1988), em que 1 - Margas calcárias do Toarciano (Jurássico inferior); 2 - Calcários margosos do Aaleniano; 3 - Calcários de Ançã e 4 - Calcários de Andorinha do Bajociano e Batoniano (Jurássico médio); 5 - Grés do Belasiano (Cretácico inferior); 6 - Areias e cascalhos e 7 - Grés e areias (Plio-Plistocénico); 8 - Aluviões (Holocénico); 9 - Direcção e pendor; 10 - Falha; 11 - Povoação.

No flanco sul do anticlinal de Cantanhede vêm-se, desde um pouco a W da Cordinhã até próximo e a E de Arazeze, aflorar margas e calcários margosos do Toarciano (189 a 183 M.A.).

Para SE seguem-se margas alternando com bancadas mais estreitas de calcários margosos que passam a dominar para o topo da formação. Com cerca de 100 m de espessura, representarão o Toarciano superior, o Aaleniano e talvez o Bajociano inferior (183 a 176 M.A.).

Entra-se, depois, nos calcários de Ançã, que dominam entre proximidades de Cordinhã, Ançã e Zambujeiro. Terão no seu conjunto cerca de 250 a 300 m de espessura e ter-se-ão depositado no Bajociano e Batoniano (176 a 168 M.A.). As bancadas inferiores, espessas, são de calcário acinzentado, ligeiramente margoso, duro e compacto, que vai tornando-se cinzento claro, passando a calcário amarelado e branco conforme se vai avançando para SE e S. Junto a Pena o Bajociano médio é constituído por calcário esbranquiçado, um pouco cresoso, por vezes calcodetrítico. No Batoniano o calcário é mais francamente cresoso. A carsificação dos calcários de Ançã é pequena.

Nas pedreiras onde os calcários são explorados em Ançã, Portunhos, Pena e Outil há, no geral, diaclases NW-SE e NE-SW e mais raramente N-S e E-W, quase verticais e aproximadamente normais à estratificação. Esta é no geral NE-SW, inclinando 8°-15° para SE e 6°-15° para NW conforme o flanco das dobras de grande raio cujas charneiras se dispõem segundo NE-SW.

Junto e um pouco para sul do ribeiro dos Fornos da Cal, e seguindo-se estratigraficamente aos calcários de Ançã, afloram os calcários oolíticos de Andorinha, bastante carsificados. Terão espessura cerca de 50 a 60 m e sedimentaram-se no Batoniano (168 a 166 M.A.).

Houve de seguida emersão do território devido a movimentos tectónicos da fase Quimérica e a erosão passou a actuar activamente.

Para E e S, sobre os calcários do Jurássico médio, assentam grés grosseiros, por vezes conglomeráticos, frequentemente subarcosos e arcoses, esbranquiçados com manchas avermelhadas e amareladas, que passam nalguns locais a grés fino e argilito gresoso. São os grés do Belasiano, de idade Aptiano (?) - Albiano ao Cenomaniano médio (110 a 95 M.A.), do final do Cretácico inferior e início do Cretácico superior. Representam ambiente continental com invasões marinhas.

Este ambiente foi, para sul (já fora da Fig. 1), passando a franco ambiente marinho litoral e sublitoral, pois aí afloram calcários, calcários margosos, grés calcários e margas do Cenomaniano médio ao Turoniano inferior (95 a 89 M.A.). E a estas rochas calcárias sobrepõe-se grés fino micáceo, também de sedimentação marinha litoral, a que se segue, para cima, grés grosseiro, correspondente a sedimentação efectuada em ambiente de transição e continental; estas rochas gresosas serão do Cenomaniano superior ao Turoniano (92 a 88 M.A.). E, assim, o território voltou a estar emerso durante bastante tempo.

Movimentos orogénicos, provavelmente da fase Larâmica, dobraram os estratos cretácicos e jurássicos. São dobras cilíndricas de grande raio, de charneiras NE-SW torcendo para SSW, como o anticlinal de Cantanhede - Arazeze, o sinclinal de Pena - Tentugal e o anticlinal de Olho de Boi (E de Portunhos) - S. Martinho de Árvore, mergulhantes 2°-8° para SSW.

Na Fig. 1 indicam-se também depósitos detríticos francamente mais recentes, do Pliocénico, como os grés fins, marinhos litorais, provavelmente do Plaisanciano-Astiano (3,4 a 2 M.A.), encimados por grés grosseiro mais ou menos arcósicos, por vezes finos e pouco micáceos, e também cascalheiras, interpretados como depósitos fluviais do Vilafranquiano (2 a 0,9 M.A.). Observam-se a E entre Cordinhã e Olho de Boi (a E de Portunhos) e a W entre Zambujal e Meço.

Falhas NW-SE cortam os estratos dobrados do Jurássico e do Cretácico e algumas destas cortam a cobertura pliocénica a sul de Cordinhã (Fig. 1). Estarão relacionadas com a tectónica do final do Pliocénico, provavelmente com os movimentos Valáquicos, embora algumas possam ser anteriores mas posteriores ao Cenomaniano e correlacionadas com a tectónica da fase Larâmica.

Em diversos locais, sobre as rochas jurássicas e os depósitos detríticos mais recentes atrás referenciados, há sedimentos arenosos, grés e grés arcósicos, e cascalheiras sub-roladas, talvez representando o Siciliano (0,8-0,24 M.A.).

Ainda nalguns locais observam-se: tufo calcários em Ançã e a SSE desta povoação; areias eólicas em Ançã, a E e noutros locais; e aluviões na ribeira de Ançã e afluentes. São sedimentos depositados desde o Pliocénico superior (0,7 M.A.) até à Actualidade.

3. PETROGRAFIA DOS CALCÁRIOS DE ANÇÃ

O calcário da região de entre proximidades da Cordinhã, Ançã e Zambujeiro é genericamente conhecido como calcário de Ançã.

Estes calcários são compactos e têm textura oolítica ou de tendência oolítica, com oólitos elipsoidais e esféricos constituídos por finas camadas concêntricas de carbonato de cálcio em torno de um núcleo mineral ou de fragmento de conchas ou de microfósseis. Esse carbonato de cálcio precipitou como aragonite, mas posteriormente evoluiu para

calcite formando fibras radiais através das camadas originais, e, daí, para cada oólito a cruz de interferência ao microscópio em luz polarizada paralela com nicóis cruzados.

O cimento de carbonato de cálcio que liga os oólitos terá resultado de CaCO_3 também de precipitação química e de solução intersticial dos oólitos, que recristalizou para calcite.

A formação de tal rocha calcária ter-se-á processado em águas marinhas pouco profundas e agitadas.

Há pigmentos nos calcários: nos de cor cinzenta a azulada a pigmentação é escura, um pouco argilosa e com resquícios orgânicos, pois o calcário quando percutido desprende SH_2 ; nos calcários amarelados e brancos, a pigmentação é muito menor.

	Na 2 O %	K 2 O %	Fe 2 O 3 %	Al 2 O 3 %	MgO %	CaO %
Calcário branco e amarelado	0,01-0,02	0,02-0,09	0,13-0,24	0,38-0,51	0,32-0,55	55,02-55,48
Calcário cinzento e azulado	0,01-0,03	0,07-0,09	0,28-0,49	0,66-0,93	0,47-0,60	54,71-54,98
Calcário magnesiano	0,2	0,09-0,15	0,27-0,51	0,68-0,94	1,92-2,95	52,80-54,20
Calcário margoso	0,02-0,04	1,03-1,42	1,50-2,12	3,63-4,55	0,44-0,60	50,95-52,11

Quadro I - Variações das análises químicas dos calcários da região de entre Cordinhã, Ançã e Zambujeiro.

	CaCO 3 %	MgCo 3 %
Calcário branco e amarelado	98,18-99,00	0,67-1,15
Calcário cinzento e amarelado	97,63-98,11	0,98-1,25
Calcário magnesiano	94,22-96,72	4,02-6,17
Calcário margoso	90,92-92,99	0,92-1,25

Quadro II - Variação dos carbonatos nos calcários da região de entre Cordinhã, Ançã e Zambujeiro.

Análises químicas de diferentes tipos de calcários da região de entre Cordinhã, Ançã e Zambujeiro mostram variações indicadas no quadro I. O calcário branco a amarelado é comercialmente conhecido por calcário de Ançã e utilizado em cantarias e estatuária. O calcário cinzento é mais utilizado no fabrico de cal a para britas. Por vezes num e outro calcário há níveis de calcário magnesiano e de calcário margoso.

No calcário magnesiano, iões Mg^{2+} substituem isomorficamente iões Ca^{2+} da calcite.

No quadro II referem-se as variações encontradas em CaCO_3 e MgCO_3 .

Dos quadros I e II vê-se que o calcário branco a amarelado e o cinzento a azulado têm teores de CaCO_3 superiores a 97,6%. Aquele calcário branco a amarelado tem maiores teores de CaO a menores de MgO, Al_2O_3 e Fe_2O_3 que o calcário cinzento a azulado.

O calcário magnesiano tem teores mais elevados de MgO que os outros dois tipos referidos, o que obriga a que os teores de CaO sejam um pouco mais baixos.

O calcário margoso, possuindo um pouco de argila, apresenta teores mais elevados de Al_2O_3 e mais baixos de CaO. Os teores de Fe_2O_3 são superiores aos dos outros calcários por o ferro impregnar, em estado coloidal, como $\text{Fe}(\text{OH})_3$, o material argiloso.

MAPAS

4. ALGUMAS PROPRIEDADES GEOTÉCNICAS DOS CALCÁRIOS (ESBRANQUIÇADOS, AMARELADOS E ACINZENTADOS) DE ANÇÃ

Do calcário branco a amarelado e do calcário cinzento a azulado, que fazem passagem gradual entre si, foram estudadas diversas propriedades geotécnicas em prismas cortados normalmente à estratificação e outros paralelos a esta.

A porosidade varia entre 4,8 e 17,3%, a absorção de água entre 0,52 e 9,10%, a massa volúmica aparente seca entre 2,61 e 2,02 g/cm³, a dureza de Schmidt entre 32 e 16 (n), a resistência à compressão uniaxial entre 520 e 205 kg/cm², a velocidade de propagação da onda P ultrasónica entre 6030 a 4620 m/s e da onda S entre 2270 e 3540 m/s, o módulo de Young entre 0,63 e 0,35 e o coeficiente de Poisson dinâmico entre 0,38 e 0,22 correspondentes a rochas pouco ou nada fissuradas.

Nota-se que o aumento da dureza de Schmidt corresponde a aumento da massa volúmica aparente seca e da resistência à compressão uniaxial.

Há correlação positiva entre a resistência à compressão uniaxial e a massa volúmica aparente seca e entre esta e a velocidade de propagação das ondas longitudinais ultrasónicas; e há correlação negativa entre a porosidade e a massa volúmica aparente seca.

O índice de qualidade, determinado a partir do módulo de Young, varia entre 93 e 73; a partir da velocidade de propagação das ondas longitudinais de ultra-sons, entre 93 e 70; e a partir da velocidade de propagação da onda P oscila entre 92-72. São intervalos muito próximos os dos três índices, mostrando a boa qualidade do calcário.

Como os provetes dos ensaios uns foram cortados normalmente à estratificação e outros paralelos a esta, genericamente reconhece-se que a dureza de Schmidt e a velocidade de propagação das ondas longitudinais ultrasónicas têm valores ligeiramente maiores perpendicularmente à estratificação, mas os valores da porosidade são levemente maiores paralelamente à estratificação. Contudo a anisotropia é muito baixa ou quase inexistente, pois o coeficiente de anisotropia para a velocidade de propagação das ondas longitudinais ultrasónicas perpendicular e paralelamente à estratificação varia entre 0,84 e 0,99, com a maior frequência de valores entre 0,92 e 0,99.

Em ensaios de compressão simples em provetes cúbicos, a tensão de rotura obtida foi de 1120 a 1600 kg/cm².

A determinação da perda por desgaste na máquina de Los Angeles, ensaiando britas, deu 19% a 24%, com base na especificação do LNEC, E237-1970 e adaptando a granulometria B.

5. RESERVAS DOS CALCÁRIOS DE ANÇÃ

Embora sejam de alguns biliões de metros cúbicos os calcários da região de entre proximidades de Cordinhã, Ançã e Zambujeiro (calcários de Ançã), o calcário que se poderá considerar em boas condições de exploração será

da ordem dos 80 000 000 m³ com um coeficiente de segurança de 0,4. E deste, o calcário cinzento muito claro a esbranquiçado a ligeiramente amarelado (pedra de Ançã) corresponderá a 1/10 destas reservas.

6. UTILIZAÇÃO DOS CALCÁRIOS DE ANÇÃ

A estrutura compacta e muito fina e a textura oolítica dão ao calcário da região de entre Cordinhã, Ançã e Zambujeiro (pedra de Ançã) condições de boa trabalhabilidade, o que facilita o corte da rocha, trabalhos a pico e afeioamento a ponteiro e cinzel.

Este calcário foi inicial e principalmente empregue na arquitectura e na escultura. Foi utilizado desde a ocupação do território pelos romanos e tem sido exportado para obras de arte, pelo portõ da Figueira da Foz, para países de diversos continentes. São numerosos, em Portugal, os monumentos arquitectónicos e escultóricos feitos em pedra de Ançã.

Hoje, na região, a partir dos blocos de calcário explorados em pedreiras de Ançã, Portunhos, Pena e Outil, prepara-se, artesanalmente, pedra de cantaria, lintéis de portas e janelas, guias de passeios, degraus de escadarias, colunas, corrimãos, pias, altares e pequenas esculturas.

Blocos de calcário de Ançã são utilizados também em fundações de edifícios e, quando em placas mais ou menos estreitas, em revestimento de paredes e passadeiras.

Em pedreiras com alguns meios mecânicos, o calcário é explorado para rachão, britas, "filler" e correctivo alcalinizante, que são preparadõs em oficinas junto ou muito próximas dessas pedreiras.

Também o calcário da região de entre proximidades de Cordinhã, Ançã e Zambujeiro tem sido utilizado para fabrico de cal, na grande maioria dos casos por processos artesanais. Mas essa cal é um tanto inferior à de Andorinha e de Fátima. Os calcários branco a amarelados e acinzentados de Ançã têm mais MgO, Al₂O₃ e Fe₂O₃ e ligeiramente menos CaO que os calcários oolíticos e pisolíticos de Andorinha e Serra de Sicó. MgO provoca maior desenvolvimento de CO₂; Al₂O₃, além de baixar o ponto de fusão, leva à formação de aluminato de cálcio à temperatura de cozedura da cal, o qual, por hidratação, origina o endurecimento dessa cal.

É grande a dispersão das pedreiras, na enorme maioria exploradas por processos artesanais. O associativismo dos proprietários e canteiros talvez pudesse levar à mecanização de algumas delas. Isso tornaria mais competitivo o preço da pedra.

Ao chamado calcário de Ançã seria dado o destino mais nobre na construção civil, em monumentos e na escultura. Há, ainda, a possibilidade de corte de placas deste calcário e do seu polimento, mas, para isso, torna-se necessário oficina apropriada, o que obriga a apreciável investimento.

O calcário cinzento a azulado poderá ser utilizado em construção civil, mas principalmente na preparação de rachão, britas, "filler", correctivo alcalino e fabrico de cal.

O fabrico de cal em instalações apropriadas e não artesanais poderá melhorar a sua qualidade e levar a mais fácil colocação no mercado.

Conviria suscitar em grupos económicos interesse pelas potencialidades dos calcários de Ançã, o que poderia vir a beneficiar, largamente, o concelho de Cantanhede.

BIBLIOGRAFIA

- Barbosa, B.P., Soares, A.F., Rocha, R.B., Manuppella, G., Henriques, M.H. (1988) - Notícia explicativa da folha 19-A (Cantanhede) da carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000. Serv. Geol. Portugal, 46 p.
- Carvalho, G.S., (1953) - Les époques d'éolisation du Pleistocène dans la bordure occidentale méso-cénozoïque du Portugal. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, nº 33, pp. 53-58.
- (1954) - A Gândara (Portugal) e as Landes da Gasconha (França). Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, nº 37, pp. 20-36.
- (1964) - Areias da Gândara (Portugal), uma formação eólica quaternária. Publ. do Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências Porto, nº LXXXII, 4ª sér., 32 p.
- Choffat, P. (1880) - Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. Le Lias et le Dogger au Nord du Tage. Sec. Trav. Géologiques du Portugal, Lisboa, 72 p.
- (1927) - Cartas e cortes geológicos feitos debaixo da direcção de P. Choffat - Distritos de Leiria e Coimbra. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Gomes, C.F. (1965) - On the hyperaluminous clays of Andorinha (Cantanhede, Portugal). Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, nº 60, pp. 55-67.
- Henriques, M.H. (1986) - Estudo estratigráfico e paleontológico (Ammonoidea) do Bajociano inferior de Ançã. Centro Geol. Univ. Coimbra, 142 p.
- Henriques, M.H., Mouterde, R. & Rocha, R.B. (1985) - Ammonites du Bajocien inférieur d'Ançã (Portugal). Note préliminaire. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, nº 100, pp. 99-120.
- Lanverjat, J. (1978) - Le Cénomaniens de la Vallée du Mondego (Portugal). Limite avec le Turonien. Evolution Ouest-Est, implications paléogéographiques. Géol. Méditerranéenne, vol. 5 (1), pp. 109-114.
- Lanverjat, J. & Berthou, P.J. (1973-74) - Le Cénomano-Turonien de l'embouchure du Rio Mondego, Beira Litoral (Portugal). Com. Serv. Geol. Portugal, t. LVII, pp. 263-301.
- Manuppella, G. & Moreira, J.B. (1982) - Calcários e dolomitos da área de Figueira da Foz - Cantanhede - Coimbra - Montemor-o-Velho - Soure. Est. Not. Trab. Serv. Fom. Mineiro, Porto, vol. XXV, fasc. 1-2, pp. 65-101.
- Mouterde, R., Rocha, R.B., Ruget, Ch. & Tintant, H. (1979) - Faciès, biostratigraphie et paléogéographie du Jurassique portugais. Cienc. Terra, Univ. Nova Lisboa, nº 5, pp. 29-52.
- Ruget-Perrot, Ch. (1961) - Études stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au Nord du Tage. Mem. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, N.S. nº 7, 197 p.
- Serviços Geol. Portugal (1988) - Carta geológica de Portugal, folha 19-A Cantanhede, escala 1/50 000.
- Soares, A.F. (1966) - Estudo das formações post-jurássicas da região entre Sargento-Mor e Montemor-o-Velho. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, nº 61, 343 p.

Soares, A.F., Barbosa, B. & Reis, R.P. (1982) - Esboço de enquadramento cronoestratigráfico das unidades líticas pós-jurássicas da Orla Meso-Cenozóica Ocidental entre os paralelos de Pombal e Aveiro. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, nº 93, pp. 77-91.

Soares, A.F., Ferreira, A.B., Barbosa, B. & Marques, J.F. (1995) - Evolução geomorfológica e sedimentológica das plataformas litorais entre o Mondego e o Vouga. A margem direita do Baixo Mondego. Malco, Bol. Inf. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, vol. 2, nº 13, 42 p.

Vélho, L.J. & Carapito, M.S. (1981) - Contribuição para o estudo dos calcários de Ançã (Coimbra) e sua utilização. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, nº 91-92, pp. 59-72.