

## Granitos do ocidente ibérico: contribución para a sua interpretación geodinâmica

## Western iberian granites: a contribution to their geodynamic interpretation

RIBEIRO, M. L.

Este traballo presenta fundamentalmente una síntese do coñecemento dos granitos peninsulares, obtido através das varias abordagens clásicas (geocronolóxica, petrográfica, estrutural e geoquímica). Existen já muitos datos dispoñíbeis que «catalogados» e reinterpretados no quadro do coñecemento fornecido por outras disciplinas da Geología, posibilitam a sua interpretación geodinâmica.

Dá-se ênfase ás clasificacións baseadas em datos mineralógicos e estruturais, possíveis de obter no campo que, conjuntamente com dados geocronológicos, permitem reconhecer, como primeiros grandes grupos: granitos pré orogénicos, orogénicos e tardi/pós orogénicos. Os granitos pré orogénicos são contemporâneos do vulcanismo estratificado, com que se procuram relacionar. Ocorrem em alinhamentos, referenciados no texto, e que se procuram interpretar como resultantes de falhas profundas, recorrentes, que terão permitido a ascensão, de magmas gerados em níveis profundos da crosta (e manto?). Contudo, a maioria dos granitos peninsulares anté-mesozoicos, são contemporâneos da deformação hercínica (orogénicos). Estes granitos, onde tem sido reconhecida a existência de vários subgrupos, ocorrendo geralmente associados a entidades estruturais importantes, apresentam características diferentes conforme as zonas paleogeográficas e estruturais peninsulares em que ocorrem e o período da sua instalação. As suas associações com rochas de natureza mais máfica são menos frequentes nas ZCI e ZAWL, indicando maior envolvimento da crosta continental nestas zonas (maior espessamento da crosta, durante a colisão hercínica?). Os granitos tardi/pós orogénicos ocorrem em todas as regiões muitas vezes associados a grandes desligamentos de rejeogo tardio.

Tecem-se ainda algumas considerações relativas ao significado da escassez de rochas graníticas no domínio meridional da ZCI que se considera como uma região de divergencia da estruturação pré-hercínica, e apresenta-se um modelo geodinâmico do enquadramento dos tipos principais de granitos orogénicos.

Faz-se ainda uma síntese dos resultados obtidos em domínios menos clássicos, tais como a geoquímica estatística e a geofísica, no sentido de suscitar novas abordagens do tema.

**Palavras chave:** Granitos, síntese, interpretação geodinâmica.

This paper presents an integrated review of the current geochronological, petrological, structural and geochemical knowledge on the western iberian granites. The available database is now large enough to allow a geodynamic interpretation of their genesis and installation.

The field classifications based on petrographic and structural criteria together with geochronological data lead to the recognition of three first order groups: pre-orogenic, orogenic and tardi- post-orogenic granites.

The pre-orogenic granites are contemporaneous with the stratified paleozoic volcanic rocks with which they are genetically correlated. They occur along lineaments which are interpreted as resulting from deep recurrent faults along which the magmas came up. Many rocks from these lineaments present low  $Sr_i$  ratios suggesting generation at deep crustal (or mantelic?) regions.

However, the great majority of Iberia ante-mesozoic granites, are contemporaneous with the hercynian deformation (orogenic granites). Several subgroups of these granites have been recognised, all of them usually associated with important tectonic structures. They present characteristics which are specific of the paleogeographic and structural zones where they occur and of its time of intrusion. Tardi- post-orogenic granites, usually associated with younger deep fracturation, occur all over Iberia.

The granite/maphic rock associations are more frequent in the Ossa Morena and the Cantabric zones than in the Centro-Iberian and the Asturic-West-Leonesa zones, suggesting more crustal intervention on the generation of the granites in these two last zones (more crustal thickness at the time of the hercynian  $F_2$  collisional phase).

The scarcity of granitic rocks in the southern part of the Centro-Iberian zone is discussed. The general absence of granites and other data suggest that this region could have been a «continental plateau» from which the pre-hercynian structuration was divergent. A geodynamic model is proposed based in these ideas.

A review of data obtained by less conventional means —such as geophysics and statistical geochemistry— is presented in the hope of suggesting new approaches to the study of the iberian granites.

**Key words:** Granites, synthesis, geodynamics interpretation.

RIBEIRO, M. L. (Serviços Geológicos de Portugal, R. da Academia das Ciências, 19-2.º, 1200 Lisboa, Portugal).

## INTRODUÇÃO

O enorme volume ocupado pelos granitos ante-mesozoicos, na parte ocidental da Península Ibérica constitui o primeiro factor a suscitar a curiosidade dos geólogos (Fig. 1). Este facto levou, por exemplo, CAPDEVILLA *et al.* (1973) a reconhecer que embora inferior ao volume ocupado por idênticas rochas nas cadeias precâmbricas, é, no en-

tanto, superior, ao por estas ocupado nas restantes cadeias. Outros, têm procurado encontrar mecanismos tectónicos capazes de explicar tão grande volume de granitos, como o reconhecido neste ramo da referida cadeia. Um dos mecanismos mais aliciantes, até agora proposto, foi o do apelo a múltiplas e sucessivas, colisões continentais (BECKINSALE, 1979).

Por outro lado, PITCHER (1979), pro-

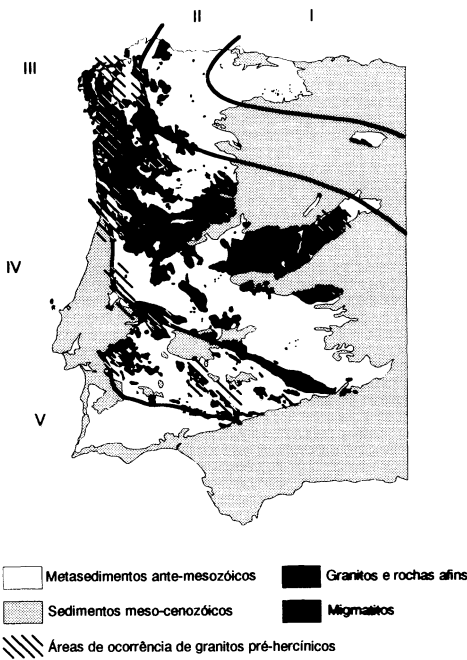


Fig. 1. Distribuição esquemática dos granitóides ante-mesozoicos no W peninsular. I— Zona Cantábrica; II— Zona W Astúrico-Leonesa; III— Zona Centro-Ibérica; IV— Zona de Ossa Morena; V— Zona Sul Portuguesa. (SCHERMERHORN, 1987).

pôs para os granitos hercínicos, um modelo genético relacionado com colisão continental oblíqua, de tipo característico —Hercino-tipo. Este modelo de colisão, seria, no seu entender, muito diferente dos por ele, também preconizados quer para a cadeia Caledónica, onde as intrusões magmáticas, subiram na crosta continental através de falhas profundas, já depois do levantamento, pós-de-fecho, do orógeno, quer para as cadeias do Pacífico e andina, respectivamente de arco-ilha e de bordo de placa.

Os estudos regionais até agora publicados, sobre granitos peninsulares ante-mesozoicos, tratando diversos aspectos relacionados com a sua cartografia, petrografia, geocronologia, geoquímica, estrutura e petro-

logia, revelam razoável diversidade de fácies, idades, e composições mineralógicas, e químicas. Esta variabilidade, reflecte, em última análise, as sucessivas ambiências geotectónicas dos locais onde, ao tempo, os granitos intruíram, através do longo período em que decorreu a sua instalação.

A interpretação dessas ambiências necessita, no entanto, ser encarada num contexto geodinâmico, através do conhecimento dos restantes parâmetros geológicos regionais, dada a conhecida heterogeneidade da crosta continental, de que este tipo de rochas depende, e das lacunas no conhecimento da modelação geoquímica dos seus líquidos parentais, fortemente polimerizados.

De facto, existem já, suficientes dados para encorajar à interpretação da evolução geodinâmica das suas principais zonas geotectónicas peninsulares, onde ocorrem granitos —Zona Centro Ibérica (ZCI) e Zona de Ossa Morena (ZOM). Neste trabalho apresenta-se uma revisão dos factos mais relevantes da história do conhecimento dos granitos peninsulares, encadeando-os no sentido da uma interpretação geodinâmica. Questiona-se ainda a orientação tradicional do estudo destas rochas, e apontam-se algumas das suas novas tendências.

## GEOCRONOLOGIA

A determinação da idade dos granitos ibéricos constituiu uma ambição dos diversos geólogos desde os finais do século passado (NEIVA, 1943). Contudo, dadas, quer a multiplicidade e variabilidade de estruturas apresentadas pelas rochas graníticas nalguns domínios do NW peninsular, quer as dificuldades de estabelecer uma estratigrafia rigorosa, e ainda a natureza dos fenómenos petrogenéticos em geral envolvidos neste tipo de rochas, compreende-se as dificuldades de tal empreendimento.

Uma síntese recentemente apresentada, dos dados geocronológicos dos granitos peninsulares mostra que as primeiras determi-

nações surgiram já há mais de 30 anos e aponta como referências bibliográficas fundamentais, pelo número de determinações que apresentaram e pelas perspectivas de interpretação que induziram, os trabalhos de MENDES (1967/68) e PRIEM *et al.* (1970), (PINTO *et al.*, 1987). Durante este período de tempo, muitas têm sido as datações produzidas, embora o número de dados disponíveis geocronologicamente válido, seja ainda relativamente reduzido (PINTO *et al.*, *op. cit.*).

A projecção dos dados apresentados por aqueles autores, num diagrama de frequências, permite evidenciar, por um lado, a relativa persistência de intrusões graníticas no período que decorreu entre 618 e 250 Ma, e por outro, alguns períodos de paroxismo, deste tipo de actividade ígnea (Fig. 2).

Embora sem pretender que a amostragem utilizada na Fig. 2, seja representativa do ponto de vista estatístico, deverá reco-

nhecer-se no entanto, que alguns dos períodos de frequências máximas, aí visíveis coincidem, no tempo, com os que têm sido atribuídos, com base em critérios estratigráficos, às idades das 3 fases tectónicas da orogenia hercínica. Além destes, observa-se ainda, pelo menos, um outro período de frequência máxima, situado entre os 460 e 490 Ma. O significado deste primeiro paroxismo do plutonismo granítico, contemporâneo de vulcanismo ácido e básico diverso, definido em várias regiões da Ibéria, compreende-se melhor através do conhecimento da evolução geodinâmica do espaço envolvido.

## PETROGRAFIA

Tendo a petrografia sido, até há cerca de 20 anos, uma das principais ferramentas, senão a única, no estudo dos granitos ibéricos, muitos têm sido os estudos petrográfi-

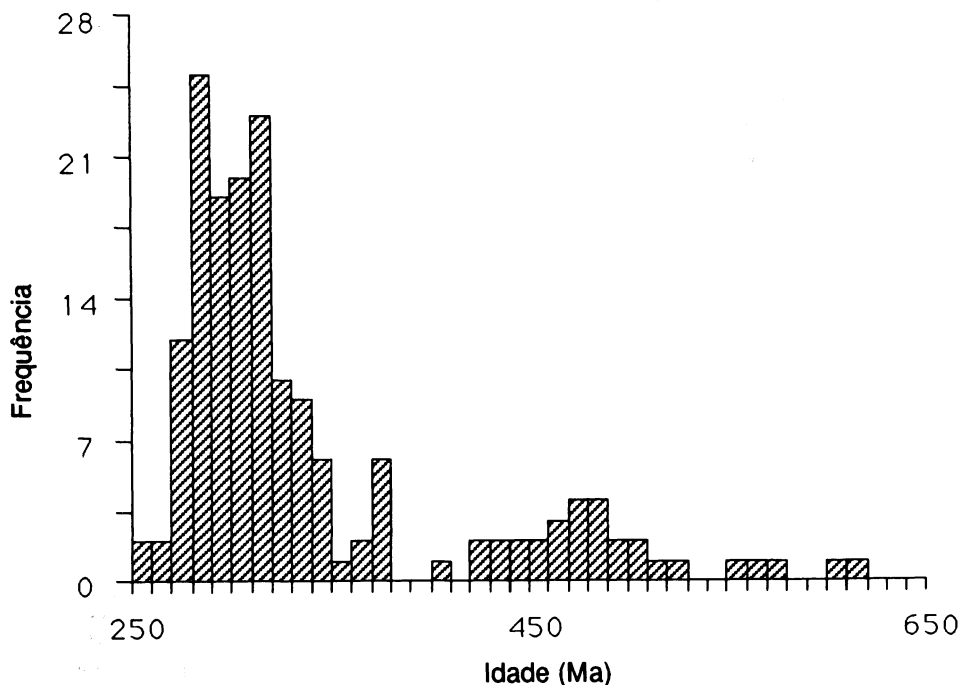


Fig. 2. Distribuição de idades dos granitos peninsulares.

cos das várias fácies destes granitos, desde os finais do século passado.

Contudo, será justo realçar que a importância dos primeiros trabalhos, não decorre apenas na sua quantidade, mas da inegável utilidade que tiveram, quer directamente, como por exemplo, na cartografia geológica, de que foram um suporte fundamental, quer indirectamente, fornecendo os fundamentos para as mais variadas deduções geoquímicas, genéticas e geodinâmicas, subseqüentes.

Foi ainda com base neste tipo de dados que se estabeleceram as mais reais distinções entre o plutonismo félsico peninsular. Este facto não constitui qualquer surpresa, dado os granitos, serem, por definição, rochas granulares, cujo estudo envolve, necessariamente, análise petrográfica, mineralógica e modal. A análise petrográfica, embora fosse, inicialmente, deficiente, e sem as possibilidades da rigorosa identificação e definição, das espécies minerais envolvidas, que as novas técnicas hoje lhe permitem, possibilitou, desde a passagem do século, a distinção dos dois tipos extremos, de plutonismo félsico (\*):

—granitos com anfíbolos e, ou, piroxenas sódicas, como componente félsicos (geralmente designados de hiperálcalinos ou perálcalinos);

—granitos sem aqueles minerais, geralmente apenas com micas, biotite/moscovite, raramente, clinofíbrola cálcica do tipo da hornblenda, além dos componentes principais, (os designados granitos **aluminosos**).

Os primeiros são raros e correspondem essencialmente a intrusões associadas a vul-

canismo do mesmo tipo (RIBEIRO & FLOOR, 1987; BEA *et al.*, 1987).

Os últimos, que correspondem á grande maioria dos granitos ibéricos, foram, ao longo do tempo, objecto de várias subdivisões, algumas das quais misturando critérios, conforme esses mesmos critérios iam adquirindo algum significado, ao tempo das respectivas classificações.

Contudo, pode dizer-se que os parâmetros fundamentais determinádos, foram ao longo do tempo, os mesmos de hoje —granularidade; quantidade relativa de quartzo presente; natureza dos feldspatos; natureza das micas; presença, ou não, de megacrístais de feldspato.

A natureza dos minerais acessórios, actualmente considerada de grande importância, ao ponto de servir de base a algumas classificações, foi, também, geralmente identificada, e, nalguns casos foi mesmo apontada como parâmetro de classificação (SCHERMERHORN, 1956).

A textura das rochas graníticas foi, talvez, o parâmetro que mais tarde foi considerado (pelo menos no pleno sentido de hoje lhe conferimos), provavelmente devido á rigorosa divisão de trabalho que existiu, até bastante tarde, entre os petrógrafos peninsulares e os outros geólogos.

Apesar disso, pode dizer-se que se os estudos petrográficos tivessem sido bastante mais abundantes e exaustivos, teríamos hoje uma visão actualizada dos granitos peninsulares.

Por outro lado, e ao contrário dos parâmetros fundamentais considerados nas análises petrográficas, que se mantiveram praticamente inalterados desde os primeiros trabalhos, as sucessivas nomenclaturas e classificações dos granitos, em si mesmo, são geralmente confusas e pouco consistentes, misturando critérios mineralógicos e químicos, estes geralmene deduzidos a partir dos primeiros.

De uma forma geral, verifica-se que os primeiros estudos petrográficos foram essencialmente descritivos, embora sem dei-

(\*) Estes termos de classificação, apesar de inegavelmente úteis na distinção deste tipo de rochas, derivadas de seqüências geoquímicas diferentes, não estão previstos na classificação de STRECKEISEN (1967) a qual não utiliza a natureza dos máficos presentes na rocha, facto que foi já criticado por SORENSEN (1974).

zar de tomar posição nalgumas discussões dos anos 40/60 —tipos de magmas, originários dos granitos e, magmatismo, *versus* metassomatismo, como origem dos magmas graníticos (NEIVA, 1944; ASSUNÇÃO, 1962).

Foi com base neste tipo de descrições petrográficas que se iniciaram as primeiras correlações entre os granitos do NW peninsular (FLOOR *et al.*, 1970).

A partir dos anos 70, começaram a surgir as primeiras classificações genéticas, essencialmente baseadas no conhecimento petrográfico, as quais não diferem muito das actuais (CAPDEVILA, CORRETGE & FLOOR, 1973). Também as primeiras deduções sobre as fontes geradoras dos granitos peninsulares, feitas com base no conhecimento da petrografia das suas facies graníticas (daí deduzindo o seu quimismo), apontavam, para os granitos aluminosos, fontes de domínios crustais e mistos, isto é, com maior, ou menor, ou nenhum, envolvimento de materiais mantélicos (CAPDEVILA & FLOOR, 1970; CAPDEVILA *et al.*, 1973).

Foram, igualmente, critérios mineralógicos deste tipo, que permitiram inferir a existência de maior contribuição de materiais infracrustais, no plutonismo do 1/3 meridional da Península Ibérica.

Por outro lado, e como a maioria dos dados surgiu naturalmente no NW peninsular, onde os granitos são especialmente abundantes e estão melhor expostos, foram estes que serviram posteriormente de termo de comparação para os de outras regiões. Assim BARD & FABRIES (1970) ao estudarem as rochas eruptivas da serra Morena ocidental, no SW peninsular, concluíram que se distinguiam das do NW, «pela notável pobreza de granitos «alcalinos», nomeadamente os de duas micas, e pela abundância de rochas básicas, intrusivas, antes, durante, e depois da tectogénese».

Foi com inferências deste tipo, e naturalmente, com os dados já disponíveis, da cartografia geológica, que se começou a sen-

tir a necessidade de interpretações geodinâmicas diferentes para cada uma das duas zonas geotectónicas centrais do oeste peninsular, ZCI e ZOM.

## ESTRUTURA

O estado de deformação das rochas graníticas peninsulares não pode ter deixado de chamar a atenção dos diversos investigadores que embora nalguns casos se tenham dado conta do significado deste parâmetro (PARGA-PONDAL, 1935), só começaram a atribuir-lhe maior importância, já nos finais dos anos 50 (WESTERVELD, 1956; SCHERMERHORN, 1956 e 1962; SOEN, 1960).

A primeira classificação, ou a mais conhecida, a surgir neste domínio, foi estabelecida com base em critérios mais geológicos e estratigráficos, do que propriamente estruturais, embora estes, estivessem subjacentes. Dela resultou o reconhecimento da existência de dois tempos fundamentais de intrusão dos granitos do Norte de Portugal:

—Os mais antigos, designados «Older granites», instalados antes e durante a tectogénese (sin e tarditectónicos) e correspondentes a plutões autóctones geralmente com migmatitos associados;

—Os mais recentes, designados «younger granites», instalados já no período pós-Estefaniano, e mesmo no Pérmico, e assim, (pós-tectónicos).

Não se pode deixar de salientar o extraordinário impulso que esta divisão veio dar ao estudo dos granitos peninsulares. Pode mesmo dizer-se que as propostas fundamentais dos trabalhos que as estabeleceram, nomeadamente «Igneous, metamorphic and ore geology of the Castro Daire-S. Pedro do Sur-Satão region (Northern Portugal)» (SCHERMERHORN, 1956), «the intrusion mechanism of the late hercynian and postectonic granite plutons of Northern

Portugal» (SOEN, 1960) e, «The emplacement of the late hercynian granites in Portugal: a reply» (SCHERMERHORN, 1962) permanecem actuais, sobrevivendo assim, aos modelos entretanto surgidos. É interessante notar que já então, estes autores, associavam a presença dos granitos parautoctones a zonas de fracturação profunda (as designadas «sinistral wrench faults» de SCHERMERHORN) e aos «younger granites» era atribuído um processo de instalação relacionado com grandes falhas tardias, muito inclinadas ou mesmo verticais.

A extrapolação dos dados estabelecidos por aqueles autores a outras regiões da península ibérica, principalmente depois do aparecimento dos primeiros dados geocronológicos, provocou a introdução de novos termos, na classificação original.

Mais recentemente, também apoiada em elementos estruturais, embora suportados pela geocronologia disponível e enquadrados num modelo geodinâmico fundamentado (RIBEIRO *et al.*, 1983), surgiu uma proposta de classificação muito simples, dos granitos da Zona Centro Ibérica (ZCI) (FERREIRA *et al.*, 1987), que valeria a pena ampliar às restantes zonas paleogeográficas e estruturais peninsulares, numa próxima edição do Mapa Geológico Ibérico. Esta classificação, possível de concretizar no campo, admite a existência de 3 grupos de granitos até mesozoicos:

—**pré orogénicos;**

—**sin orogénicos**, onde se distinguiram os subgrupos: ante  $F_3$  e sin  $F_3$ , conforme se trate de fácies anteriores ou contemporâneas da 3.<sup>a</sup> fase de deformação hercínica;

—**tardi/pós orogénicos.**

No grupo de granitos sin  $F_3$ , os mais abundantes, foram ainda consideradas, com base na composição mineralógica do conjunto de fácies a que se associam, a série dos granitos **biotíticos com plagioclase cálcica e seus diferenciadores**, e as séries dos granitos **de duas micas e dos biotíticos com restites**.

Outras subdivisões foram ainda tentadas na série dos granitos biotíticos com plagioclase cálcica, conforme o grau de deformação apresentado, no sentido de compreender as suas relações recíprocas.

Alguns dos dados que transpareceram da cartografia destas diversas séries de fácies podem ser sintetizados da seguinte forma:

—Os granitos pré orogénicos ocorrem essencialmente, em alinhamentos específicos (Fig. 1) situados na bordadura ocidental e meridional da ZCI no interior da ZOM e ainda numa região que da Galiza, atinge o centro peninsular;

—Os granitos pós orogénicos ocorrem muitas vezes associados a grandes desligamentos de rejogo tardio;

—As várias séries de granitos sintectónicos ocorrem em arcos estreitamente condicionados por cisalhamentos dúcteis.

LÓPEZ-PLAZA & CATALAN (1987), apresentam também uma interessante síntese estrutural dos granitos hercínicos peninsulares, relativamente às fases de deformação que seria muito útil coordenar com a classificação acima exposta.

## GEOQUÍMICA

O quimismo dos granitos interessou os petrólogos desde sempre, que o encaram inicialmente em perspectivas de ordem taxométrica e temporal. Foi o tempo da classificação dos granitos em «alcalinos» e «calco-alcalinos» resultantes de apenas dois magmas correspondentes (NEIVA, 1944-45; ASSUNÇÃO, 1962).

No entanto, esta classificação química, como os próprios nomes indicam, foi feita com bases mineralógicas, e terá provavelmente as suas raízes na classificação de ROSEMBUCH (1910), onde a presença ou a ausência de plagioclase (albite excluída), determinava o carácter calco-alcalino, ou alcalino, respectivamente. Esta classificação

vigourou até bastante depois do aparecimento da nomenclatura recomendada pela IUGS, para as rochas granulares, e da redifinição das séries de diferenciação dos líquidos magmáticos (STRECKEISEN, 1967; YODER & TILLEY, 1962), sendo ainda utilizada por alguns autores, o que, não obstante o equívoco da sua definição, demonstra a sua grande utilidade prática (CORRETGE, 1983).

A partir dos anos 70 passou-se a encarar o quimismo como um excelente marcador petrológico e geodinâmico. À falta de dados analíticos optou-se por inferi-los, a partir da petrografia disponível, e então deduzir as fontes, originárias dos granitos, por correlação com os de outras regiões de referência, mencionadas na literatura.

Sistematizando, os dados dessa época, pode-se dizer que resultaram no estabelecimento de três grupos principais de granitos, acrescentando assim, um novo termo aos anteriormente definidos —granitos «pré-older», «older» e «younger» (SCHERMERHORN, 1956; SOEN, 1960; CAPDEVILA *et al.*, 1973; BARD & FABRIES, 1970; FLOOR *et al.*, 1970).

As equivalências apontadas entre o quimismo dos granitos, as fontes suas originárias e os tempos de intrusão foram as seguintes:

—série dos granitos paligenéticos, constituída por granitos «alcalinos» sem zonamento químico, correspondente a granitos «older»;

—séries dos granitos híbridos, constituídas por granitos «calco-alcalinos» originados por material crustal e infracrustal, correspondentes quer a granitos «pré-older» quer a granitos «younger».

O maior interesse desta classificação, parece residir no facto de ter demonstrado, pela primeira vez, que o quimismo, e necessariamente a localização das fontes parentais dos granitos ibéricos, não apresentavam uma evolução linear, com o Tempo.

Actualmente, dispõe-se de uma exce-

lente compilação dos dados químicos, das rochas granulares, publicados (elementos maiores), sua estruturação, numa base de dados que os seus autores põem à disposição do público, e ainda, de uma classificação baseada em critérios, essencialmente, químicos (BEA *et al.*, 1987).

Este estudo considera duas séries de granitos (as respectivas «Séries Silícicas» com  $x_{\text{SiO}_2} > 62\%$ , *op. cit.*) —**aluminosos e sub-aluminosos**.

Na série dos granitos aluminosos, distinguiram dois grupos com base nas percentagens relativas dos seus teores de alcalis, que por sua vez, foram subdivididos em vários subgrupos, atendendo a outros parâmetros químicos.

Na série dos granitos sub-aluminosos, definiram, igualmente, dois grupos, que se distinguem pela presença, ou ausência, de termos com acmite normativa (CIPW).

Contudo, como os autores advertem, os grupos químicos não têm limites nítidos, mas transicionais, e as classificações propostas, são meramente estatísticas.

Isto mesmo se pode concluir, por exemplo, logo na descrição do primeiro termo da classificação dos granitos sub-aluminosos —«series composicionalmente muito dilatadas...» «el extremo ácido puede ser aluminoso». Este tipo de indefinição mostra bem a dificuldade, senão a impossibilidade, de efectuar classificações exclusivamente químicas, nos granitos peninsulares, que sejam, simultaneamente, abrangentes.

Os elementos vestigiais, começaram a aparecer, nos estudos das rochas graníticas, por volta dos anos 70 (ALBUQUERQUE, 1971; 1973; 1978; BEA & UGIDOS, 1976; COCHERIE, 1978).

Com a introdução dos elementos traço, procurou-se enquadrar os granitos peninsulares nas diferentes sequências de diferenciação estabelecidas, determinar o tipo de relações que possuíam com as rochas máficas com que, por vezes, estão espacialmente associadas, e prever as suas possíveis fontes.



As conclusões de um estudo deste tipo, efectuado dentro da ZCI, no centro-norte de Portugal, em granitos e granodioritos maciços, biotíticos e de duas micas e granitos e granodioritos porfíricos, igualmente biotíticos e de duas micas e pequenas quantidades de gabros e tonalitos — todos considerados como granitos «younger», podem referir-se como exemplo, (ALBUQUERQUE, 1971):

— existência de uma sequência calco-alcalina;

— rochas máficas e granitos associados, não correlacionáveis, por diferenciação magmática, a partir da mesma fonte;

— presença de tonalitos e granodioritos, de composição híbrida, resultantes da mistura de material granítico e material máfico;

— origem anatética dos magmas originários dos granitos.

Nas restantes zonas peninsulares onde ocorrem granitos e a sua associação com rochas básicas é mais frequente, alguns autores têm proposto a existência de séries de diferenciação a partir da cristalização fraccionada de magmas básicos, de origem mantélica (SCHERMREHORN, 1987).

Entretanto, como o avanço na modelização das terras raras (REE) na determinação das fontes originárias dos granitos (HANSON, 1978; EMMERMANN, 1975), outros estudos surgiram.

De uma forma geral pode dizer-se que os estudos, basados neste tipo dados, vieram justificar algumas suposições de carácter geral já estabelecidas, como se pode deduzir, por exemplo, das conclusões apresentadas na mesma área do centro-norte de Portugal, atrás mencionada, (ALBUQUERQUE, 1975):

— em cada série granítica, os perfis apresentam configuração semelhante, com diminuição do  $\Sigma$  REE, nos termos mais fêlsicos;

— os granitos apresentam maiores ano-

malias de Eu que os granodioritos, indicativas da sua maior fraccionação;

— resultam de fontes crustais (grauvaques e pelitos) com líquidos da fusão parcial, em equilíbrio com resíduo de quartzo, plagioclase, granada, ortopiroxena, ou cordierite, e provavelmente, biotite;

— as facies porfíricas apresentam perfis indicativos de terem resultado de maior fraccionação que as fácies maciças.

Até ao presente, muitos têm sido os dados publicados sobre a geoquímica de traços (incluindo REE), nos granitos peninsulares demonstrando que a sua gama de composições é muito variável.

Relativamente aos perfis de REE, pode dizer-se que têm sido apresentados, 2 tipos extremos, assinalados na Fig. 3 (domínios A e B):

A. Perfis fraccionados, com elevadas razões de LREE/HREE e, geralmente, relativamente pequenas anomalias negativas de Eu, de configuração semelhante aos das rochas sedimentares (ALBUQUERQUE, 1975; RIBEIRO, 1983; DIAS, 1984; NEIVA, 1991; WILKINSEN *et al.*, 1984);

B. Perfis com baixas razões LREE/HREE e, geralmente, elevadas anomalias negativas de Eu (RIBEIRO, 1983; WILKINSEN *et al.*, 1984).

As fácies que produzem o primeiro tipo de perfis e que são francamente predominantes, têm sido consideradas como, essencialmente, resultantes da fusão de grandes percentagens, de materiais crustais de natureza pelítica e, ou, quartzo feldspática. Este tipo de perfis encontram-se frequentemente entre os granitos sin orogénicos. Às facies que produzem o 2.º tipo de perfis, foi atribuída origem diferente, necessariamente mais profunda, e, a hipótese da sua origem a partir da diferenciação extrema de magmas básicos, foi já levantada. Este tipo de perfis tem-se encontrado especialmente entre os granitos pré e pós orogénicos.

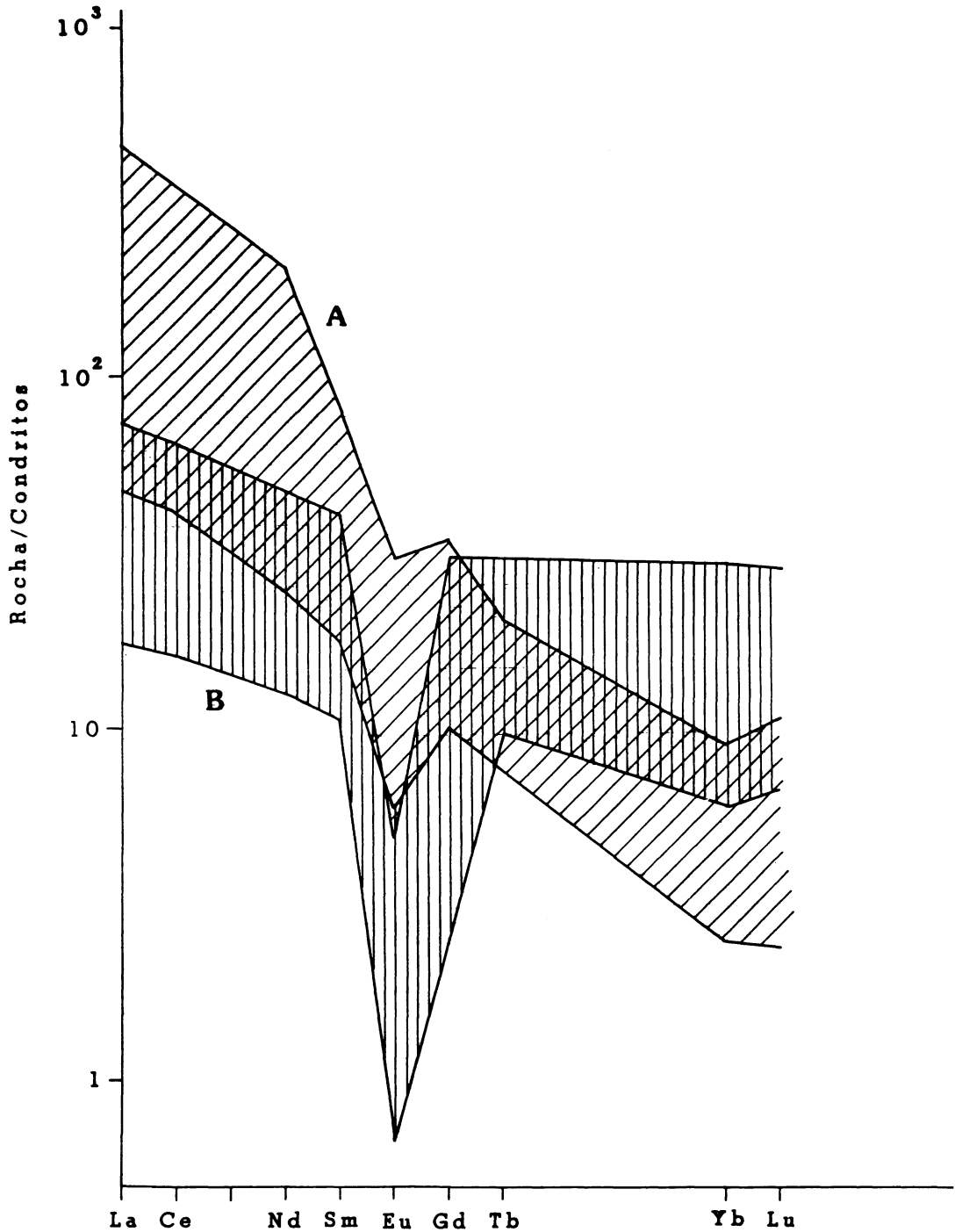


Fig. 3. Espectros de REE dos granitos ante-mesozóicos ibéricos demonstrando a existência de dois tipos extremos de padrões (dados recolhidos na bibliografia).

A geoquímica moderna, dada a maior facilidade de obtenção de dados analíticos, tende a apresentar aspectos diferentes, começando já a aparecer estudos de grande detalhe, que permitem observar as superfícies de tendências dos vários elementos estudados quer apenas seja ao nível do mineral quer do plutão (GODINHO *et al.*, 1989; WALFASS, 1990).

Este tipo de dados, conjugados com informação de outras disciplinas, nomeadamente da Geofísica, trarão certamente, contribuição importante para o conhecimento dos granitos ibéricos, como aliás tem acontecido noutros ramos da cadeia hercínica (VIGNERESSE, 1983; 1988).

### GEOQUÍMICA DOS ISÓTOPOS

O estudo dos isótopos está actualmente em plena expansão, dada a crescente acessibilidade aos espectómetros de massa. Os dados que têm surgido, correspondem a determinações de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ;  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ;  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , e  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ , e visam, sobretudo, determinar a origem das fontes originárias dos magmas graníticos (LANCELOT *et al.*, 1985; PINTO, 1983; DIAS *et al.*, 1991; 1992; NEVES, 1991). Contudo, apenas os isótopos de Sr, são relativamente abundantes, dado constituírem um subproduto das datações pelo método do Rb/Sr.

A sua interpretação baseia-se no facto de o  $\text{Rb}/\text{Sr}$  (crustal) <  $\text{Rb}/\text{Sr}$  (mantélico) e do  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  crescer à razão de  $10^{-4}$  e  $10^{-6}$ , respectivamente em ambientes granítico e mantélico. Assim, necessariamente que os granitos originários da crosta, deverão possuir  $\gg ^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ .

Embora se tenha verificado que a natureza do encaixante, pode modificar a assinatura isotópica, valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} > 0.706$ , têm sido considerados como de assinatura crustal (contaminação) e, valores acima de 0,715, como provenientes de anatexia crustal.

A projecção das razões isotópicas iniciais do Sr ( $\text{Sr}_i$ ), em função da idade, dos grani-

tos peninsulares, é semelhante, exceptuando o caso de alguns granitos mais antigos, às encontradas por HART & ALLEGRE (1980), nos granitos hercínicos franceses (PINTO, 1983). Os granitos mais antigos, apresentam ( $\text{Sr}_i$ ) com valores inferiores, aos atribuíveis á evolução do Rb/Sr, nos socos (Fig. 4). A enorme gama de razões de Sr inicial, encontradas nos granitos peninsulares, permitiu deduzir a existência de granitos provenientes de vários tipos de fontes (PINTO *op. cit.*; DIAS *et al.*, 1992):

— fusão parcial de materiais da crosta média;

— fusão seca de materiais da crosta profunda, contaminados por materiais mantélicos;

— fusão parcial do manto superior ou da crosta inferior (materiais contendo baixa razões iniciais de Sr), os quais teriam sido posteriormente contaminados durante a sua ascensão aos altos níveis crustais em que se instalaram;

— fusão parcial de materiais do manto superior, ou pela diferenciação de magmas basálticos.

Nota-se assim que os dados isotópicos, não restringem a gama de hipóteses genéti-

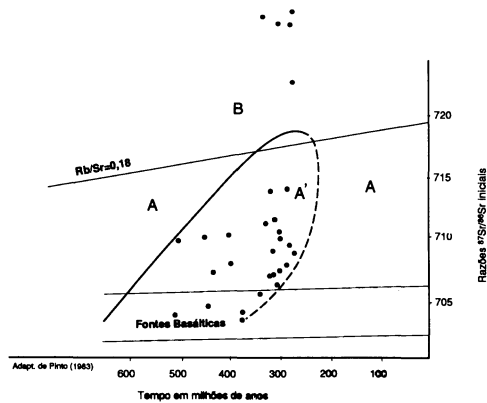


Fig. 4. Projecção das razões de Sr (inicial) dos granitos ante-mesozóicos peninsulares em função da idade.

cas sugeridas pelos métodos anteriores, admitindo mesmo, a existência de fontes mantélicas, directas, raramente citadas (RIBEIRO, 1983).

A maior frequência de baixas razões isotópicas, entre os granitos mais antigos (Fig. 4), principalmente os que ocorrem no limite entre as ZCI/ZOM e no interior da ZOM, não pode deixar de ser significativa e será objeto de reflexão posterior.

## GEOFÍSICA

Ao contrário da Geoquímica, a Geofísica tem tido bastante menos impacto no conhecimento da geologia dos granitos peninsulares, restringindo-se a informação existente, principalmente, a áreas mineiras. Contudo, nos últimos anos, têm-se verificado um interesse crescente pelas potencialidades oferecidas pelos métodos geofísicos, nomeadamente gravimétricos e magnéticos, na determinação das formas, não aflorantes, e estrutura interna, dos batólitos graníticos (AMICE & BOUCHEZ, 1989; MIRANDA & VICTOR, 1991; ARANGUREN *et al.*, 1991). Aqueles métodos, conjugados com dados estruturais, petrográficos e geoquímicos, têm fornecido resultados importantes na região da Bretanha, que se situa na continuação das estruturas hercínicas peninsulares. Dos vários resultados obtidos nesta região, salientam-se algumas observações gerais (GUILLET & VIGNERESSE, 1985; GUINEBERTEAU *et al.*, 1987; VIGNERESSE, 1988):

—as formas dominantes dos batólitos sintectónicos, variam desde as clássicas bolhas não deformadas «bulle gonflante» às totalmente achatadas, cuja profundidade de enraizamento (6-10 Km.) é inferior à sua extensão lateral (15-50 Km.);

—a localização das raízes de vários maciços encontram-se alinhadas sugerindo zonas de alimentação longas e estreitas;

—o enchimento de estruturas «pull-apart» devidas ao rejogo em zonas de cisalhamento foi um dos mecanismos de instalação já reconhecido.

Por outro lado, os dados já obtidos permitem reequacionar o difícil problema da diferenciação dos magmas, necessariamente muito viscosos, de que derivam os granitos.

Com efeito tem sido reconhecido que nomeadamente no caso de alguns maciços de leucogranitos os materiais mais félsicos foram os primeiros a instalar-se, sendo posteriormente intruídos pelas próprias raízes da natureza mais densa. Neste caso as diferenças de densidade dos materiais no seu conjunto, durante a ascensão da sua zona de raízes ao local de instalação, determinaram um comportamento inverso do que lhe é normalmente atribuído na diferenciação dos líquidos básicos.

Este tipo de reflexões suscitadas pelos estudos geofísicos poderá dar algumas respostas às conjecturas por vezes expressas por alguns investigadores (SCHERMERHORN, 1987 a).

Adivinha-se assim que num futuro próximo a Geofísica possa apontar também linhas de investigação dentro deste interessante tema.

## MAGMATISMO DO PALEOZÓICO INFERIOR E FILÕES MÁFICOS CONTEMPORÂNEOS DOS GRANITOS

O conhecimento da distribuição, natureza e evolução do magmatismo paleozoico peninsular, que ocorreu abundantemente, ácido e básico, nas duas zonas peninsulares onde os granitos são abundantes —ZOM e ZCI, constitui um dos melhores referenciais para o enquadramento desses granitos.

A este respeito, é necessário ter em consideração os seguintes grupos de rochas:

—enclaves máficos, frequentemente incluídos nos granitos;

—vulcanismo estratificado;

—rochas filonianas, não directamente correlacionáveis com o vulcanismo interestratificado.

Aos encraves máficos, tidos como precursores, das fácies graníticas em que se encaixam, por alguns, e como contemporâneos, por outros, tem-lhes sido atribuídos vários papéis, na origem e evolução destas (ALBUQUERQUE, 1971; DIAS *et al.*, 1991; GODINHO *et al.*, 1988). Contudo, não existe ainda um estudo exaustivo, da distribuição espacial, das características mineralógicas e geoquímicas, e da geocronologia, destas rochas, para se poder apreciar com exactidão a natureza da sua associação com os granitos.

A ideia mais frequentemente expressa é a de que estas rochas ao ascenderem na crosta continental forneceram energia térmica que desencadou fusão parcial dos sedimentos no seu contacto, a níveis diversos, e ao mesmo tempo contribuíram para contaminar geoquimicamente os líquidos resultantes dessa fusão.

Quanto ao vulcanismo estratificado, sabe-se hoje que no Paleozoico inferior, foi precoce e abundante na ZOM, onde se manifestou logo no início do Câmbrio, enquanto na ZCI, apenas se tornou mais significativo, a partir do Ordovícico (RIBEIRO *et al.*, 1992). Contudo, e de uma forma geral, pode dizer-se que o quimismo destas rochas, variando de toleítico continental a alcalino-alcalino transicional, e passando, esporadicamente, por toleítico do tipo do das cristas médias oceânicas, aponta para a existência de um longo período de extensão continental, entre o Câmbrio e o Silúrico (Devónico inferior?), que ocasionalmente terá provocado ruptura crustal (RIBEIRO, 1986; MATA, 1986; RIBEIRO, 1992). Pelo contrário, o vulcanismo paleozoico, efectivo durante e após o Devónico inferior, reconhecido no bordo SW da ZOM, apresenta características continentais, orogénicas, de

afinidades calco-alcalinas (SANTOS *et al.*, 1987).

O vulcanismo filoneano não directamente correlacionável com o anterior, inclui filões de rochas básicas e ultrabásicas. Intruiu durante o intervalo de tempo que decorreu entre a 1.<sup>a</sup> e a 3.<sup>a</sup> fases de deformação hercínica, como grande parte dos granitos, mas têm sido espacial e genéticamente, menos correlacionado com eles (FERREIRA, 1982; RIBEIRO *et al.*, 1987). Estes filões que são relativamente frequentes na ZCI, onde constituem vários alinhamentos, por vezes de dimensões razoáveis (atingindo extensões de 200 × 15 Km.), foram afectados pelo plutonometamorfismo associado à instalação dos batólitos graníticos (FERREIRA *op cit.*).

Naturalmente que o conhecimento das características geoquímicas e mineralógicas, bem como a geocronologia e a distribuição espacial destas rochas, são fundamentais para o enquadramento das fontes geradoras dos granitos e encraves máficos, seus associados.

Os dados geoquímicos disponíveis, elementos maiores e alguns traços, e a análise petrográfica, de vários destes filões, emquadram-os, numa sequência calco-alcalina e constituiriam um arco magmático, instalado nos bordos adjacentes das zonas paleogeográficas de Lotze, as zonas Galico-Castelhana e Luso-Alcúdice, onde assinalariam, a existência de um estádio do tipo Pacífico, dentro da orogenia hercínica (FERREIRA *op cit.*).

Como filões ultramáficos ocorrendo espacialmente relacionados com as rochas graníticas cita-se por exemplo os Villalba (Galiza) e, de Monção (Minho), (CAPDEVILA, 1966; RIBEIRO *et al.*, 1987). Os 1.<sup>os</sup> foram considerados como injeções pré-orogénicas e os 2.<sup>os</sup>, incluídos em séries migmatíticas, foram relacionados com a presença de crosta oceânica subductada, durante a 1.<sup>a</sup> fase de deformação hercínica.

## METAMORFISMO

Outro dado a ter em consideração no estudo dos processos de instalação dos granitos é, naturalmente, o metamorfismo.

Sabe-se hoje que a situação mais comum dos terrenos metamorfizados durante a orogenia hercínica, corresponde a corredores estreitos, de seqüências sedimentares mais antigas que afloram nos núcleos dos antiformes de 3.<sup>a</sup> fase (BARD, 1978; MARTINEZ & GIL IBARGUCHI, 1983; RIBEIRO, 1992). Nessas faixas, o metamorfismo decresce perpendicularmente a um eixo térmico marcado quase sempre por plutonismo granítico. A partir desse eixo, as isogradas decaem rapidamente, em poucos Kms., atingindo indicadores epizonais ou não metamórficos. Nos locais onde é possível observar mais do que um gradiente, a sua evolução fez-se, sempre, no sentido do gradiente de  $P_{intermedia}$  (BI) para o de  $P_{baixa}$  (BP), estando, muitas vezes, o primeiro, obliterado pelo segundo (NORONHA *et al.*, 1981). Nalguns pontos o 1.<sup>o</sup> gradiente, atingiu mesmo, pressões elevadas (AP), (como por exemplo, na base dos planos de carreamento existentes na ZCI, (MUNHÁ *et al.*, 1984).

Pelo menos nalguns pontos os gradientes de  $P_{baixa}$  puderam ser correlacionados com a existência de falhas profundas (RIBEIRO, 1988).

A existência de corredores metamórficos com concentração de paragêneses diferentes, desenvolvidas em tempos diferentes da orogênese, preconiza a existência de entidades estruturais antigas, anteriores aos sucessivos gradientes metamórficos, que permitiram a concentração da energia térmica e facilitaram o seu transporte. Estas entidades deverão assim, estar relacionadas com falhas profundas que provavelmente retomaram antigas falhas lítricas (RIBEIRO, 1983).

## REFLEXÕES GERAIS

A bibliografia geológica relativa aos granitos ibéricos até-mesozóicos, mostra que na diversidade de trabalhos publicados, a grande preocupação dos geólogos, perante a enorme quantidade e variedade de granitos peninsulares, tem sido a de os enquadrar num esquema simples, significativo dos pontos de vista estratigráfico, geoquímico e petrogenético. Actualmente, as tendências parecem estar a tomar um novo rumo com a contribuição da geofísica, da geoquímica fina, da geologia estrutural e da geocronologia. A atenção centra-se agora no conhecimento de cada plutão, na distribuição espacial de cada uma das suas fácies, suas relações internas e com os maciços circunvizinhos, especialmente numa óptica de avaliação a três dimensões e localização das suas raízes. As perspectivas que daqui se abrem à investigação são, portanto, imensas.

Os dados disponíveis permitem caracterizar os granitos peninsulares, dos pontos de vista petrológico/geoquímico, estrutural e geocronológico, de forma que tem vindo a ser cada vez mais exaustiva, e também, inferir algumas considerações relevantes na compreensão da evolução geodinâmica do espaço em que se inserem.

Tanto os dados geocronológicos como os estruturais, apontam para a definição de vários tempos de intrusão das rochas graníticas peninsulares, que se podem fazer corresponder a três grandes grupos: granitos pré orogénicos, orogénicos e tardi/pós orogénicos, relativamente à Orogenia Hercínica. No grupo dos granitos orogénicos, distinguem-se, ainda, várias etapas de instalação relativamente à 3.<sup>a</sup> fase de deformação — ante, sin e tardi/pós  $F_3$ , etc.

A petrografia identifica, em primeiro lugar, dois grupos de associações mineralógicas que, para utilizar os termos consagrados na bibliografia, se podem definir como peralcalinas e aluminosas, admitindo nestas últimas, várias subdivisões. As associações peralcalinas encontram-se, essencialmente,

entre os granitos pré orogénicos, raramente em granitos tardi/pós orogénicos.

A geoquímica, por seu lado, considera igualmente, dois grupos que, talvez por demasiado abrangentes, percam um pouco do seu significado. Contudo, a existência de diferenciação por cristalização, fraccionada tem sido referida nalguns maciços (assunto que muita controvérsia tem gerado), assim como a presença de diversos graus de contaminação crustal. À petrologia/geoquímica (maiores, traços e isótopos) se deve, igualmente, o reconhecimento de diversos tipos de assinaturas químicas, reconhecidas como resultantes da existência de diferentes fontes, situadas a todos os níveis da crosta e também, no manto superior.

Todos estes dados, conjugados com a cartografia dos diversos grupos, subgrupos e fácies de granitos, revela uma distribuição espacial em bandas alternantes, miméticas das grandes estruturas-zonas de cisalhamento maior, falhas profundas e eixos de metamorfismo, cuja maior concentração se verifica nas zonas mais internas da Cadeia Hercínica, sugerindo forte dependência da estruturação do espaço em que se inseriram.

Em primeiro lugar, verifica-se que a distribuição espacial das fácies pré-orogénicas ocorre, essencialmente, em dois alinhamentos (NE e SW) que convergindo no extremo NW da Península, seguem respectivamente para o centro do Maciço Hespérico e pelo interior da ZOM até ao seu extremo SE (podem ainda existir testemunhos de outros alinhamentos como por exemplo, no limite SW da ZOM, o gnaíse de Alcaçovas). Estes alinhamentos pré-hercínicos, poderão, pela sua posição e geometria, servir de referência à movimentação dos terrenos, durante a Orogenia Hercínica. Por outro lado, verifica-se que no alinhamento SW (entre Malpica-Vigo e Alter Pedroso-Azuaga) se encontram as fácies peralcalinas, consideradas como derivadas da diferenciação de líquidos resultantes de baixas taxas de fusão de domínios mantélicos (lherzolito com granada) e que ascenderam na crosta, em zonas de

«rifting» continental (RIBEIRO, 1986). Naturalmente que nem todas as ocorrências deste alinhamento são peralcalinas, existindo mesmo, grande variedade de tipos litológicos. Contudo, é exactamente entre estes diversos tipos litológicos que se encontra a maior concentração de baixas razões de  $Sr_i$ . Os dados disponíveis permitem, assim, admitir a possibilidade de fusão parcial do manto e do granulito félsico (no Ordovícico) e da crosta média (desde o Câmbrico) em domínios deste alinhamento pré hercínico (RIBEIRO *et al.*, 1992). Este estará, então, relacionado com fracturação recorrente, que atingiu níveis de fusão mais ou menos profundos, pelo menos entre o Câmbrico e o Pérmico. O alinhamento NE, mais grosseiro e menos conhecido é, por isso mesmo, mais difícil de analisar. O facto de seguir de perto o limite N da ZCI poderá, também aqui, ser indicativo da existência de estruturação específica pré hercínica, nesta região.

Os granitos orogénicos, dada a sua grande quantidade e diversidade, são mais difíceis de encaixar num modelo coerente. FERREIRA *et al.* (1987), na sua cartografia das diversas fácies graníticas da parte portuguesa da ZCI, definidas essencialmente por ordem decrescente de deformação, permite avaliar como as estruturas correspondentes aos cisalhamentos maiores facilitaram a ascensão dos líquidos (?) magmáticos. De facto, nos mapas apresentados verifica-se que os granitóides biotíticos mais deformados (sin  $F_3$ ) ocorrem junto dos planos dos cisalhamentos enquanto o material circundante do mesmo tipo, atingiu o mesmo nível de implantação, posteriormente (granitóides biotíticos tardi a pós  $F_3$ ). Outro dado que ressalta dessa cartografia, é o facto de os granitóides biotíticos e materiais máficos se concentrarem, quase exclusivamente, na região que abrange os importantes cisalhamentos do Sulco Carbonífero Dúrico-Beirão e de Vigo-Régua e sua continuação (ocorrendo os últimos, principalmente, na região intra-cisalhamentos).

Os dados isotópicos (principalmente as razões de  $Sr_i$ ), têm demonstrado a existência de forte pendor crustal dos líquidos originários nos granitos da ZCI (exceptuam-se aqui, os granitos tardios «tardi/pós orogénicos», cuja ascensão está em grande parte, relacionada com fracturação posterior). A mesma dedução se poderia inferir da fraca proporção de basitos associados a esses granitos e da sua frequente transição aos metamorfitos regionais.

Embora a extrapolação da classificação acima mencionada às restantes zonas geotectónicas peninsulares, ainda não tenha sido feita, o que seria, certamente, muito útil, os dados disponíveis permitem afirmar que na ZWAL (Zona W Astúrico-Leonesa) o plutonismo é essencialmente tardi a pós orogénico e as associações com rochas básicas são escassas ao contrário do que acontece na ZC (Zona Cantábrica) (SUÁREZ & CORRETEGE, 1987). Na ZOM, além do alinhamento pré hercínico referido, o plutonismo orogénico instalou-se em vários períodos, tal como na ZCI, mas as associações com rochas básicas e intermédias são muito mais frequentes (BARD & FABRIES, 1970).

Outro traço evidente na distribuição espacial das fácies graníticas, é a sua relativa escassez, na parte mais meridional da ZCI, anteriormente designada por Zona Occidental Lusitana-Alcúdice (ZWLA) LOTZE (1950). Por outro lado, também o limite entre a ZWLA e a Zona Galaico-Castelhana (ZGC) daquele autor (igualmente incluída na ZCI) é sublinhado por extenso alinhamento de filões máficos, calco-alcalinos que precederam o plutono-metamorfismo, e têm sido tomados como representativos de arco magmático (FERREIRA, 1982). Estes dados parecem dar significado à divisão de LOTZE *op cit.* Como foi dito anteriormente, outro arco magmático de natureza calco-alcalina, tem sido referido no bordo SW da ZOM (SANTOS *et al.*, 1987).

FERREIRA *et al.* (1987), desenvolvem um modelo, para a génese dos granitos da ZCI, a partir da evolução de uma bacia sedi-

mentar assente num soco estruturado e delaminado, actuado por transpressão oblíqua e sofrendo posterior encurtamento crustal, sob influência de uma «flake» tectónica. Uma das evidências da presença do ramo obductado desta «flake», seriam os ultramafitos de Monção, incluídos nos respectivos migmatitos (RIBEIRO *et al.*, 1987). Contudo, quando se pretende analisar o conjunto dos dados referentes à totalidade dos granitos, o esquema complica-se.

A presença dos alinhamentos de basitos precoces relativamente à  $F_3$ , na ZCI, os do bordo meridional da ZOM, e a escassez de granitos na zona W Lusitana-Alcúdice, levam-nos a propôr um modelo de extensão crustal, num soco já estruturado (alinhamentos pré orogénicos), mas onde se estabeleceu um sistema de falhamento lístrico, simétrico de cada lado da ZWLA («plateau marginal»). Esta zona terá, por isso, ficado relativamente preservada quando se deu a compressão correspondente a  $F_3$ . A persistência de associações com rochas de origem mantélica na ZOM, poderá assim ser explicada, quer porque a extensão crustal foi mais efectiva nesta zona, quer porque a geometria do sistema de falhas lístricas foi aqui, mais favorável, ou por ambas as coisas. Por outro lado, o encurtamento crustal relacionado com  $F_3$ , mesmo que tenha sido homogéneo, nas várias regiões envolvidas, produziria, também neste modelo, maior espessamento na bacia mais interna, correspondente às ZCI e ZWLA (o que está de acordo com os dados).

A reconhecida existência de associações com fácies básicas ou intermédias entre os granitos tardios ou mesmo pós cinemáticos estaria relacionada com fracturação tardia, ou a reactivação de antigas estruturas, que teriam atingido níveis profundos em processo de fusão parcial.

Conclui-se, assim, que os granitos ibéricos se enquadram bem melhor num modelo que contemple a associação dos modelos de BECKINSALE (1979) e de PITCHER (1979) do que cada um deles isoladamente.



## BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, C. A. R. (1971). «Petrochemistry of a series of granitic rocks from northern Portugal». *Geo. Soc. Am. Bull.*, 82, pp. 2783-2798.
- ALBUQUERQUE, C. A. R. (1973). «The origin of enclaves in granitic rocks from Northern Portugal». *Sp. Publ. Geol. Soc. S. Afr.* 3, 479-493.
- ALBUQUERQUE, C. A. R. (1978). «Rare earth elements in «younger» granites, northern Portugal». *Lithos*, 11, 3, pp. 219-229.
- ASSUNÇÃO, C. T. (1955). «Granitos do Minho e do Porto». *Rev. Fac. Ciên. Lisboa*, 2.ª sér., C, 1, pp. 85-110.
- ASSUNÇÃO, C. T. (1962). «Fenómenos metassomáticos em granitos do norte de Portugal». *ESTUDOS CIENTÍFICOS OFERECIDOS EM HOMENAGEM AO PROF. DOUTOR CARRINGTON DA COSTA* pp. 225-242. Junta e Investigações do Ultramar, Lisboa.
- BARD, J. P. (1978). «Contribution au problème de la signification des ceintures métamorphiques dans les orogènes antémesozoïque: éléments d'approche dans la virgation Galaico-Armoricaine». In: *Geologia de la parte Norte del Macizo Ibérico. Cuad. Sem. Est. Cer. Sargadelos* 27: 71-92, Edic. del Castro, La Coruña.
- BARD, J. P. & FABRIES, J. (1970). «Aperçu pétrographique et structural sur les granitoïdes de la Sierra Morena occidentale (Espagne)». *Bol. Geol. Min. España*, T. LXXXI-II-III, pp. 226-241.
- BECKINSALE, R. D. (1979). «Granite magmatism in the tin belt of the South-East Asia. *Origin of granite batholiths-geochemical evidences*». Shiva Publ. Ltd., Atherton & Tarney, ed., pp. 34-44.
- CAPDEVILA, R. & FLOOR, P. (1970). «Les différents types de granites hercyniens et leur distribution dans le nord ouest de l'Espagne». *Bol. Geol. Min. España*, T. LXXXI-II-III, pp. 215-225.
- CAPDEVILA, R.; CORRETGE, G. & FLOOR, P. (1973). «Les granitoïdes varisque de la Meseta ibérique». *B.S.G.F.*, 7, XV, 3-4, pp. 209-228.
- CAPDEVILA, R. (1976). «Mise en évidence d'une zonation geochemique dans les granodiorites hercyniennes du NW de la peninsule ibérique: conséquences sur l'interpretation de la chaîne hercynienne dans cette region». *IV<sup>ème</sup> RAST*. Paris.
- COCHERIE, A. (1978). «Géochimie des terres rares dans les granitoïdes». *Th. Univ. Rennes*. pp. 207.
- CORRETGE, L. G. (1983). «Rocas graníticas y granitoïdes del Macizo Ibérico». *Libro Jubilar. J. M. Rios*. Inst. Geol. Min. España. I, pp. 569-592.
- CORRETGE, L. G. & MARTINEZ, F. J. (1978). «Problemas sobre estrutura e emplaçamento de los granitoïdes: aplicación a los batolitos hercínicos del Centro-Oeste de la Meseta Ibérica». *Cuad. Sem. Est. Cer. Sargadelos*, 27, pp. 113-140.
- DIAS, G. (1984). «Granitos hercínicos sintectónicos da área de Ponte de Lima (Norte de Portugal). Evolução geoquímica». *Mem. Not., pub. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 98, pp. 9-33.
- DIAS, G.; LETERRIER, J.; FERREIRA, N. & NUNES, J. E. L. (1991). «Petrogênese de uma associação plutónica de granitoïdes e rochas básicas e intermédias (maciço de Braga, NW Portugal): Estudo isotópico de Rb-Sr e Sm-Nd». *Actas 1.º Congr. Geol. Países de Língua Portuguesa*. 2.º, 616-619.
- DIAS, G.; LETERRIER, J.; FERREIRA, N. & NUNES, J. E. L. (1992). «Les granitoïdes biotitiques syn- à tardi-hercyniens de la région de Braga (Nord Portugal). Typologie chimico-mineralogique et implications pétrogénétiques». *C. R. Acad. Sci. Paris*. 413, II, pp. 675-681.
- EMMERMANN, R. (1975). «Petrologic significance of rare earth distribution in granites». *Contr. Mineral. Petrol.* V. 76, pp. 177-195.
- FERREIRA, M. P.; ALVES, E. I. & MACEDO, C. A. R. (1985). «A zonalidade interna de um plutonito: estruturas condicionantes e idade de evolução (plutonito do Fundão, Portugal Central)». *Mem. Not., pub. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 99, pp. 167-186.
- FERREIRA, N.; IGLESIAS, M.; NORONHA, F.; PEIREIRA, E.; RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M. L. (1987). «Granitoïdes da zona Centro Ibérica e seu enquadramento geodinâmico». *Libro homenaje a L. C. Garcia de Figuerola*, pp. 37-51, ed. Rueda, Madrid.
- FLOOR, P. (1970). «Session de travail consacrée à la subdivision des roches granitiques hercyniennes dans le nord-ouest péninsulaire». *Bol. Geol. Min. España*. T. LXXXI-II-III, pp. 245-248.
- FLOOR, P.; KISCH, H. J. & SOEN, O. I. (1970). «Essai de corrélation de quelques granites hercyniens de la Galice et du Nord de Portugal». *Bol. Geol. Min. España*. T. LXXXI-II-III, pp. 242-244.
- FYFE, W. S. (1970). «Some thoughts on granitic magmas». *Mechanism of igneous intrusion*. eds: G. Newal & N. Rast. Gallery Press, Liverpool.
- FYFE, W. S. (1988). «Granites and a wet convecting ultramafic planet». *Trans. Roy. Soc. Edinburg: Earth Sci.* 79, 339-346.
- HART, S. R. & ALLÈGRE, C. (1980). «Trace-element constraints on magma genesis». *Physics of Magmatic processes*, Hargraves, R. G. ed. pp. 121-159.
- HANSON, G. N. (1978). «The application of trace elements to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition». *Devep. Petrol.*, 5, pp. 26-43, ed. Allègre & Hart, ed., Elsev. Sc. Pub. Comp. Amsterdam.
- HOLTZ, F. & LETERRIER, J. (1987). «Typologie des granitoïdes hercyniens du Nord-Portugal. Exemple des complexes de granites a 2 micas du domaine de Montalegre». *Libro homenaje a L. C. Garcia de Figuerola*, pp. 271-279, ed. Rueda, Madrid.
- GODINHO, M.; NEVES, L. J. P. F. & PEREIRA, A.

- J. S. C. (1988). «A diversidade de rochas do espectro gabro-diorítico na região de Farminhão-Portela (Viseu, Portugal Central) —um modelo integrado de diferenciação». *Mem. Not., pub. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 106, pp. 155-166.
- GODINHO, M.; NEVES, L. J. P. F. & PEREIRA, A. J. S. C. (1989). «Distribuição espacial de elementos maiores num cristal de biotite —um caso de geometria fractal». *Mem. Not., pub. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 108, pp. 101-115.
- GUINEBERTEAU, B.; BOUCHEZ, J.-L.; VIGNERESSE, J.-L. (1987). «The Mortagne granite pluton (France) emplaced by pull-apart along a shear zone: Structural and gravimetric arguments and regional implication». *Geol. Soc. Am. Bull.* v. 99, p. 763-770.
- LANCELOT, J. R.; ALLEGRET, A. & IGLÉSIAS, M. P. L. (1982). «Radiochronologie U/Pb de l'ortogneiss alcalin de Pedroso (Alto Alentejo, Portugal) et l'évolution anté-hercynienne de l'Europe occidentale». *N. Jb. Miner. Mb.*, H9, pp. 385-394.
- LOPEZ-PLAZA, M. & GONZALO, J. C. (1986). «Los granitos hercínicos como indicadores de la evolución estructural del Macizo Hespérico». *Hercynica*, II, pp. 57-64.
- LOPEZ-PLAZA, M. & MARTINEZ-CATALAN, J. R. (1987). «Síntese estrutural de los granitoides hercínicos del Macizo Hespérico». *Libro homenaje a L. C. García de Figuerola*, pp. 195-210, ed. Rueda, Madrid.
- LOTZE, F. (1950). «Observations respecto a la división de los variscides de la Meseta Ibérica». *Publ. extranjeras sobre geología de España*, 5, pp. 147-166.
- MARTINEZ, F. J. & GIL IBARGUCHI, I. (1983). «El metamorfismo en el Macizo Ibérico». *Libro Jubilar J. M. Rios. Inst. Geol. Min. España*. I., pp. 555-569.
- MATA, J. M. L. S. (1986). «Estudo geoquímico de metavulcanitos câmbrios e lamprófiros tardi-hercínicos, do NE alentejano. Evidências para a abertura e fecho do prototethys». *Tese Mest.* Univ. Lisboa.
- MENDES, F. (1967/68). «Contribution à l'étude géochronologique, par la méthode au strontium, des formations crisyallines du Portugal». *Bol. Mus. Lab. Geol. Fac. Ciências*, 11, 1, 156 pp.
- MIASHIRO, A. (1975). «Volcanic rock series and tectonic settings». *Ann. Rev. Earth Plan. Sci.*, Elsevier, Sc. Publ. Comp., Amsterdam, 3: 251-269.
- MUNHÁ, J.; RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M. L. (1984). «Blueschists in the Iberian Variscan chain (Trás-os-Montes: NE Portugal)». 70, 31-54.
- NEIVA, J. M. C. (1943). «A idade dos granitos portugueses». *Bol. Soc. Geol. Portugal*, III, I-II; pp. 49-69.
- NEIVA, J. M. C. (1944-45). «Manifestações de actividade magmática em Portugal». *Bol. Soc. Geol. Portugal*, VI, I-II; pp. 41-60.
- NEIVA, A. M. (1981). «Geochemistry of hybrid granitoid rocks and their biotites from central northern Portugal and their petrogenesis». *Lithos*, 14, pp. 149-163.
- NEVES, L. J. P. F. (1991). «Caracterização isotópica 18O/16O dos granitoides da região de Torredeita (Viseu, Portugal Central): Algumas inferências petrogenéticas». *Cong. Nac. Geol. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*.
- NORONHA, F.; RAMOS, J. M. F.; REBELO, J.; RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M. L. (1981). «Essai de corrélation des phases de déformation hercyniennes dans le Nord-Ouest péninsulaire». *Leidse Geol. Meded.*, 52, 87-91.
- SOEN, O. I. (1960). «The intrusion mechanism of the late hercynian posttectonic granite plutons of northern Portugal». *Geol. en Mijnbouw* 39, pp. 257-296.
- SOEN, O. I. (1970). «Granite intrusion, folding and metamorphism in central northern Portugal». *Bol. Geol. Min. España*. T. LXXXI-II-III, pp. 271-298.
- PARGA-PONDAL, I. (1935). «Ensayo de clasificación cronológica de los granitos gallegos». *Anais da Fac. Ciências do Porto*, 20.
- PEREIRA, A. J. S. C. (1985). «Os plutonitos da Zebreira (Castelo Branco). Contribuição para o seu conhecimento geológico». *Mem. Not., pub. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 100, pp. 154-171.
- PITCHER, W. S. (1979). «Comments on the geological environments of granites. *Origin of granite batholiths, geochemical evidence*». Atherton & Tarney, ed. pp. 1-8.
- PINTO, M. S. (1983a). «Geochronology of portuguese granitoids: a contribution». *Stud. Geol. Salmant.*, XVIII, pp. 277-306.
- PINTO, M. S. (1983b). «Carboniferous granitoids of Portugal: Some geochemical and geochronological aspects». *An. Fac. Porto, Supl.*, 64, pp. 15-33.
- PINTO, M. S. (1985). «Escala geocronológica de granitoides portugueses ante-mesozoicos: uma proposta». *Mem. Not. pub., Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 100, pp. 154-171.
- PINTO, M. S.; CASQUET, C.; IBARROLA, E.; CORRÊTGE, L. G. & FERREIRA, M. P. (1987). «Síntese geocronológica dos granitoides do Maciço Hespérico». *Libro homenaje a L. C. García de Figuerola*, pp. 37-51, ed. Rueda, Madrid.
- PRIEM, H. N. A.; BOELRIJK, H. A. I. M.; VERSCHURE, R. H.; HEBEDA, E. H. & VERDURMEN, E. A. T. (1970). «Dating events of acid plutonism through the Paleozoic of the western iberian peninsula». *Eclogae geol. Helv.*, 63/1, pp. 255-274.
- RIBEIRO, A.; IGLESIAS, M.; RIBEIRO, M. L. & PEREIRA, E. (1983). «Modèle geodynamique des Hercynides Ibériques». *Com. Serv. Geol. Portugal*, 69, pp. 291-294.
- RIBEIRO, M. L. (1980). «Algumas observações sobre a petrologia e o quimismo dos granitoides da região de Tourém-Montalegre (N de Portugal)». *Com. Serv. Geol. Portugal*, 66, pp. 33-48.
- RIBEIRO, M. L. (1983). «Considerações sobre a gênese

- dos diferentes granitos da região de Tourém-Montalegre-Grês. *Com. Serv. Portugal*, 69, 1, pp. 37-45.
- RIBEIRO, M. L. (1986). «Geologia e Petrologia da região a SW de Macedo de Cavaleiros». *Tese Univ. Lisboa*.
- RIBEIRO, M. L. (1992). «Notícia Explicativa da Folha I (Minho): Metamorfismo». *Serviços Geológicos de Portugal*.
- RIBEIRO, M. L. & FLOOR, P. (1987). «Magmatismo peralcalino no Maciço Hespérico: sua distribuição e significado geodinâmico». *Libro homenaje a L. C. Garcia de Figuerola*, pp. 211-221, ed. Rueda, Madrid.
- RIBEIRO, M. L.; MOREIRA, A. & MUNHÁ, J. (1987). «Ultramafitos da região de Monção (NW de Portugal) — implicações petrogenéticas». *Com. Serv. Geol. Portugal*, 3, 1/2, pp. 59-65.
- RIBEIRO, M. L.; MATA, J. & MUNHÁ, J. (1992). «Magmatismo do Paleozoico inferior em Portugal». J. G. Gutierrez Marco, J. Saavedra & I. Rábano, eds., *Paleozoico inferior da Ibero-América*. Universidade de Extremadura.
- SANTOS, J. F.; MATA, J.; GONÇALVES, F. & MUNHÁ, J. (1987). «Contribuição para o conhecimento geológico-petrológico da região de Santa Suzana: o Complexo Vulcano-Sedimentar da Toca da Moura». *Com. Serv. Geol. Portugal*, 73, (1/2): 2948 pp.
- SCHERMERHORN, L. J. G. (1956). «Igneous metamorphic and ore geology of Castro-Daire-S. Pedro do Sul-Satão region (northern Portugal)». *Com. Serv. Geol. Portugal*, 37, 617 pp., Lisboa.
- SCHERMERHORN, L. J. G. (1962). «The emplacement of the late hercynian granites in Portugal. A reply». *Geol. en Mijnbouw 41e le jaargang* pp. 20-28.
- SCHERMERHORN, L. J. G. (1987). «The Hercynien gabbro-tonalite-leucogranite suite of Iberia: geochemistry and fractionation». *Geol. Rundschau*, 76/1, 137-145.
- SCHERMERHORN, L. J. G. (1987a). «Granite fractionation by convective cumulation». *Rev. Bras. Geoc.*, 17, 4, pp. 617-618.
- SILVA, M. M. V. G. & NEIVA, A. M. (1990). «Geochemistry of the granites and their minerals from Paredes da Beira-Penedono, northern Portugal». *Chem. Geol.*, 85, pp. 147-170.
- SUÁREZ, O. & CORRETGE, L. G. (1978). «Plutonismo y metamorfismo en las zonas Cantábrica y Astúr-occidental-Leonesa». *Libro homenaje a L. C. Garcia de Figuerola*, pp. 13-25, ed. Rueda, Madrid.
- SORENSEN, H. (1974). Introduction in: The alkaline rocks, pp. 3-11. *Ed.: H. Sorensen, John Wiley & Sons*. London.
- STRECKEISEN, A. (1967). «Classification and nomenclature of igneous rocks». *Neues Jb. Miner. Abh.*, 107, pp. 144-240.
- UGIDOS, J. M. & BEA, F. (1979). «Ensaio sobre la genesis de las rocas graníticas del Macizo Hespérico». *Studia Geol.* XIV, pp. 35-77. Salamanca.
- VIGNERESSE, J. L. (1988). «Forme et volume des plutons granitiques». *Bull. Soc. géol. France.* (8), pp. 897-906.
- VIGNERESSE, J. L. (1983). «Enracinement des granites armoricains estimé d'après la gravimétrie». *Bull. Soc. géol. minéral., Bretagne, C.*, 15, 1, pp. 1-15.
- WALFASS, C. M. (1990). «Der pluton von Romeu. Petrologie, geochemie und geochronologie eines leukgranitmassivs in Nordost-Portugal». *Ph. D. Thesis Freien Univ. Berlin*, 51 pp.
- WESTERVELD, J. (1956). «Roches eruptives, gites metalifères et metamorphisme entre Mangualde et le Douro dans le Nord du Portugal». *Geol. en Mijnbouw, Nwe Ser.* 18, pp. 94-105; *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 12, pp. 101-127.
- WILKINSEN, D. R.; BAILEY, D. K.; HALSALL, T. J. & QUAIFFE, P. A. (1984). «Geochemical variations in granitoid magmatism, central Portugal». *Mem. Not., pub. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 98, pp. 305-319.
- YODER, H. S. & TILLEY, C. E. (1962). «Origen of basalt magmas: An experimental study of natural and synthetic rock system». *J. Petrol.*, 3, pp. 342-532.

Recibido, 26-X-92  
 Aceptado, 15-XII-92