

**GRANITÓIDES DAS ÁREAS DE FORNOS DE ALGODRES
E DE CASTRO DAIRE;
UMA COMPARAÇÃO E ALGUNS PROBLEMAS**

**M. Serrano Pinto, Maria do Rosário Azevedo, J. Renato Araújo
e L. Severo Gonçalves**

Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro
3800 Aveiro

RESUMO

Faz-se uma comparação entre as cinco unidades de maior representação cartográfica do plutão zonado de Castro Daire com cinco unidades de granitóides da área de Fornos de Algodres, tendo sido seleccionados, em cada área, quatro granitos de granularidade variável e um granodiorito com anfíbola.

Para além das diferenças de expressão cartográfica das unidades numa e noutra área, estas revelam semelhanças e diferenças sob os aspectos petrográfico, químico (em termos de elementos principais e de Rb e Sr), geocronológico e isotópico (Sr).

Colocam-se questões para certos granitos das áreas relativamente à origem dos seus megacristais de feldspato potássico, bem como da moscovitização e albitização que apresentam, não sendo claro que em todos eles tais efeitos estejam ligados à intrusão de granitos mais jovens que naqueles os induziram.

A maioria dos granitos de ambas as áreas apresenta características do tipo-S, enquanto que os granodioritos com anfíbola apresentam características de granitóides do tipo-I cujos materiais originários tivessem sofrido contaminação com material de derivação crustal.

ABSTRACT

Granitoids from the Fornos de Algodres and Castro Daire areas (Northern Central Portugal): a comparison and some problems.

A comparison is made between the most representative granitoid units of the Castro Daire zoned pluton and some of the granitoid units that occur in the Fornos de Algodres area, the areas being close to each other. In each area one amphibole-bearing granodiorite and four granites have been selected.

The granites of both areas show the same internal order of cristalization. Contrary to the granodiorites, that are metaluminous rocks, they plot in the aluminous domain of Debon & Le Fort's "characteristic minerals" diagram.

The granodiorites also plot apart from the granites in Rb-Sr diagram. The zoned pluton granite units show compositional continuity in this diagram which is not the case of the rocks of the other area.

Rb-Sr whole rock isochron data show two of the Fornos de Algodres units to belong to a 370 ± 10 Ma age group and two other units to be ca. 255 Ma in age, whereas four units of the zoned pluton yielded ages ranging from 322 Ma up to 291 Ma. The age of 285 ± 5 Ma is the only one shared by rocks that outcrop in both areas and it relates to coarse grained porphyritic biotite granites. Granodiorites are the oldest dated rocks in both areas, but they differ in age from each other by about 50 million years.

Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios are either low (< 0.704) or high (> 0.712) in the Fornos de Algodres rocks and intermediate (0.707 ± 0.002) in the case of the zoned pluton rocks.

Most of the granites of both areas show S-type granite features whereas the granodiorites are probably I-type granitoids with some crustal contamination.

Some granites evidence moscovitization and albitization effects, as well as megacrysts, for which a metasomatic origin related to the intrusion of later granites cannot be clearly deduced from the data.

The granites are not considered to be related to the granodiorites by fractional crystallization, but the granites of the zoned pluton could be mutually related by this process, contrary to the granites of the Fornos de Algodres area.

1. INTRODUÇÃO

No presente trabalho é feita uma breve comparação entre as cinco unidades de maior representação cartográfica do plutão granítico zonado de Castro Daire e igual número de granitóides da área de Fornos de Algodres, com a finalidade de, tentativamente, se extraírem algumas conclusões e se colocarem alguns problemas sobre a génese e evolução das rochas que as compõem.

Para esse efeito usam-se os elementos referentes ao plutão de Castro Daire publicados in SCHERMERHORN (1956, 1980) e in Serviços Geológicos de Portugal (1977), bem como os do levantamento geológico da área de Fornos de Algodres realizado pelo Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro para os Serviços Geológicos de Portugal.

Dispondo-se das idades radiométricas destas rochas, pareceu de interesse relacioná-las com a informação de natureza petrográfica e petroquímica existente e ainda com os dados relativos a rubídio e estrôncio e às razões isotópicas iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (M. PINTO 1983), no âmbito de um estudo comparado do plutonismo hercínico que afectou ambas as áreas. Trata-se de uma simples aproximação ao problema e daí que as conclusões formuladas se revistam de um carácter provisório.

Os dados radiométricos da maioria das unidades foram obtidos pelo método Rb-Sr em rocha total (M. PINTO 1979, 1983, inédito), mas recorreu-se ainda a valores de Rb-Sr e K-Ar, relativos a minerais e rocha total, publicados in MENDES (1967-1968), PRIEM et al. (1970), MACEDO & FERREIRA (1981), A. PINTO (1983) e MACEDO et al. (1983).

As técnicas analíticas aplicadas na determinação de elementos principais e de Rb e Sr estão descritas in GOVINDARAJU (1980) e PINTO (1980-81, 1984, 1985a).

As cinco unidades consideradas no plutão zonado de Castro Daire (*granodiorito de Lamelas e granitos de Lamas, Alva, Castro Daire e Calde*) têm certos dos seus aspectos geoquímicos e geocronológicos referidos in BONHOMME et al. (1961), FERNANDES (1970), GODINHO & JALECO (1975), ROGER et al. (1980), DERRÉ et al. (1982), PINTO (1982, 1985b), e WEIJDEN et al. (1984), enquanto o seu estudo petrográfico pormenorizado se encontra in SCHERMERHORN (1956).

Na área de Fornos de Algodres foram escolhidos o *granodiorito de Trancozelos* e os *granitos de Almeidinha, Matança, a leste de Vila Ruiva, e porfiróide, grosseiro-médio, das Beiras*. Este último parece fazer parte da grande mancha de granito da Guarda (SOEN 1970) e ocupa grande parte da área, contrariamente ao que acontece com as restantes unidades que apresentam uma reduzida expressão cartográfica. In A. PINTO (1983) está feita a caracterização petrológica do granodiorito de Trancozelos e de um granito binário, de grão médio, que se presume poder corresponder ao granito de Matança.

Em suma: seleccionaram-se, em cada uma das áreas, apenas aquelas unidades para as quais se possuíam datações, além de informação de índole geoquímica e petrográfica, tendo-se ainda o cuidado de considerar, em cada uma delas, uma unidade de natureza granodiorítica e quatro de natureza granítica, por forma a garantir alguma homogeneidade de tratamento.

A geologia das duas áreas é objecto de numerosas referências bibliográficas aqui não citadas por não terem interesse directo para a petrografia, quimismo e geocronologia das rochas em causa. Refira-se, contudo, que ambas se integram na zona Centro-Ibérica (Fig.1) e se caracterizam pela ampla distribuição de granitóides hercínicos, de fácies variável, intrusivos em metassedimentos com diversas idades e litologias. Estes parecem poder enquadrar-se, pelo menos em parte, num núcleo sinclinal (Valongo-Ahigal de los Aceiteros-Tamames) que se estende por cerca de 300 km com uma orientação regional NW-SE (Sulco dúrico-beirão e Tamames), orientação esta que é localmente perturbada pelo cisalhamento dúctil de Penalva do Castelo - Juzbado (IGLÉSIAS & RIBEIRO 1981).

A maioria dos maciços tratados apresenta contactos bruscos, intrusivos e geralmente discordantes com as estruturas hercínicas regionais, não manifestando, além disso, grandes indícios de deformação interna, pelo que têm sido considerados alóctones, epizonais ou mesozonais superficiais, tardi a post-cinemáticos.

Note-se que, não obstante a sua proximidade espacial, os dois grupos de unidades se exprimem cartograficamente de modos totalmente distintos, umas formando o plutão

zonado de Castro Daire e outras constituindo, na área de Fornos de Algodres, plutonitos bem individualizados.

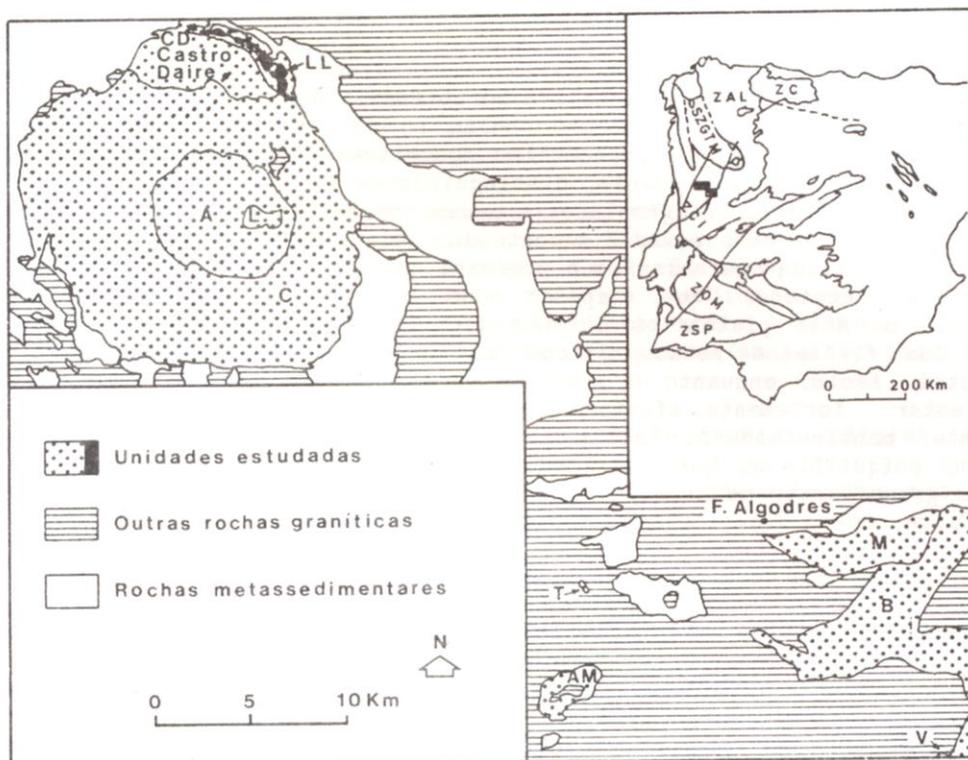


Fig.1 - Localização geral das áreas do plutonito de Castro Daire e de Fornos de Algodres no Maciço Hésférico, bem como dos granitóides estudados (segundo SOEN 1970, com modificações)

LL - Lamelas CD - Castro Daire A - Alva L - Lamas C - Calde

AM - Almeidinha T - Trancozelos M - Matança B - Mancha da Guarda do granito das Beiras

ZC - Zona Cantábrica ZAL - Zona Asturo-Ocidental - Leoneza SZGTM - Sub-zona Galiza Média - Trás-os-Montes

ZOM - Zona de Ossa Morena ZSP - Zona Sul Portuguesa.

2. OS DADOS E SUA DISCUSSÃO

2.1. Petrografia

O conjunto de rochas em consideração abrange uma grande diversidade textural e até mineralógica que se expressa à escala meso-macroscópica em largas variações ao nível da dimensão do grão, presença ou não de megacristais de feldspato potássico, quantidade e tipo de micas presentes, ausência ou não de hornblenda. Com base nestes critérios é possível reconhecer, numa primeira fase, cinco fácies distintas que, por uma questão de metodologia, se abordam em separado, independentemente das suas eventuais afinidades:

- 1 - Rochas granodioríticas, com biotite e hornblenda (Lamelas, Trancozelos).
- 2 - Rochas graníticas de grão fino (Lamas, Almeidinha)
- 3 - Rochas graníticas de grão médio (Alva, Matança, Castro Daire).
- 4 - Rochas graníticas de grão fino-médio, porfiróides (Vila Ruiva)
- 5 - Rochas graníticas de grão médio-grosseiro, fortemente porfiróides (Calde, Beiras).

Tendo como suporte as descrições petrográficas, referentes aos diferentes

litótipos graníticos que ocorrem em Castro Daire, feitas por SCHERMERHORN (1956), bem como a caracterização dos granodioritos biotíticos, com anfíbola, de Trancozelos, da autoria de A. PINTO (1983), e ainda as observações das rochas graníticas de Fornos de Algodres (AZEVEDO 1986), procura-se sistematizar, em termos muito gerais, petrografia de cada uma das fácies referidas.

a) Rochas granodioríticas com biotite e hornblenda (Lamelas e Trancozelos)

Os maciços de Lamelas e Trancozelos constituem litótipos únicos nas regiões de Castro Daire e Fornos de Algodres, distinguindo-se facilmente das restantes unidades por conterem hornblenda, plagioclases zonadas com núcleos bastante cálcicos (An_{38} em Trancozelos, An_{52-55} em Lamelas), e conteúdos relativamente altos de esfena. Entre os acessórios deve ainda assinalar-se a presença de ortite e a ausência de moscovite.

Note-se, contudo, que, apesar das estreitas semelhanças mineralógicas existentes, os dois plutonitos diferem significativamente no que diz respeito aos efeitos dos fenómenos metassomáticos tardios induzidos pelas rochas graníticas envolventes. Assim, enquanto o granodiorito biotítico com anfíbola de Trancozelos parece estar fortemente afectado pelo granito porfiróide grosseiro das Beiras, envolvente, manifestando-se tal acção pela presença de megacristais de feldspato potássico poiquilíticos que incluem quaisquer dos outros constituintes (A. PINTO 1983), o granodiorito de Lamelas não terá sofrido qualquer influência do granito de Castro Daire, com o qual contacta (SCHERMERHORN 1956).

b) Rochas graníticas de grão fino (Lamas e Almeidinha)

O granito binário, de grão fino, de Almeidinha forma um corpo grosseiramente ovalado, rodeado por uma mancha de granitos de grão médio e supõe-se que represente uma das mais antigas unidades aflorantes na área de Fornos de Algodres, não só pelas suas relações de campo com outros plutonitos, como pelo facto de ocorrerem encraves de rochas finamente granulares no seio das fácies porfiróides grosseiras que se admitem pertencerem ao granito de Almeidinha. Em termos petrográficos é uma rocha equigranular de composição granítica cujos minerais essenciais são o quartzo, feldspato potássico e plagioclase, tal como o de Lamas.

Contrariamente ao que acontece com este, que apresenta leves indícios de ter sido atingido por processos metassomáticos tardios ("feldspatização potássica" e "moscovitização"), no granito de Almeidinha o feldspato potássico microclinizado, predominantemente anédrico e intersticial, tem origem primária e a moscovite está praticamente ausente. Verifica-se, por outro lado, que as plagioclases com zonamento normal contínuo (andesina e oligoclase-andesina) ocorrem em cristais com tendência idiomórfica na rocha de Almeidinha, enquanto que na de Lamas revelam sinais de corrosão por microclina (SCHERMERHORN 1956). A mirmequitização está generalizada em ambos os granitóides e os minerais acessórios (biotite, zircão, apatite e opacos) são os mesmos nas duas fácies.

c) Rochas graníticas de grão médio (Alva, Castro Daire e Matança)

Do ponto de vista textural e mineralógico, os granitóides destes três maciços revelam bastantes afinidades entre si. Trata-se de rochas graníticas (s.s.), com textura hipidiomórfica, inequigranular, formadas por feldspato potássico, plagioclase e quartzo, contendo biotite e moscovite em proporções variáveis. As diferenças mais significativas entre os três maciços podem sintetizar-se nos seguintes pontos:

- O granito de Alva adquire um aspecto porfiróide junto ao contacto com a fácies porfiróide grosseira, aspecto este que tende a atenuar-se para o interior do plutonito. Segundo SCHERMERHORN (1956) os megacristais poiquilíticos de microclina-pertite terão crescido blasticamente devido à acção "metamórfica" dos granitos porfiróides grosseiros, mais recentes. Ora, e de acordo com o mesmo autor, este tipo de influência não se terá feito sentir no granito de Castro Daire que se encontra praticamente desprovido de megacristais de feldspato potássico, mas que também está em contacto com as rochas porfiróides. No granito de Matança o feldspato

potássico é também uma microclina-pertite que, além de ocorrer em cristais xenomórficos intersticiais (característica comum aos três maciços), forma ainda pequenos megacristais subautomórficos cujas dimensões não são, no entanto, susceptíveis de lhe conferir um carácter porfiróide, a nível macroscópico. A presença de inclusões de quartzo, biotite (subeuédrica) e especialmente de plagioclase (anédrica a subeuédrica, frequentemente zonada), distribuídas muitas vezes de uma forma orientada no interior dos megacristais, assim como as relações paragenéticas que estes definem com os outros constituintes da rocha, levam-nos a atribuir-lhes uma origem ígnea e não metassomática.

- As plagioclases subautomórficas apresentam um zonamento normal e contínuo nos granitos de Alva e Castro Daire, enquanto nos de Matança se encontram, na maioria dos casos, destituídas de estruturas zonadas. Em termos composicionais notam-se também algumas diferenças: variam desde a andesina sódica (An_{37}) à oligoclase sódica nos granitos de Castro Daire, de oligoclase intermédia a oligoclase - albite nos de Alva e mostram composições essencialmente albiticas ($An < 20\%$) nas rochas de Matança.

- O desenvolvimento de grandes placas de moscovite tardia, amibóide, com uma acção corrosiva sobre todos os outros minerais foi assinalado nos granitos de Alva e Matança, mas quase não tem expressão nos de Castro Daire onde esta micá aparece com carácter ocasional.

- Como minerais acessórios são referidos, zircão, apatite e opacos, e para além destes, turmalina, fluorite e andaluzite nas rochas de Alva e turmalina em Castro Daire, não se detectando nenhuns destes últimos em Matança.

d) Rochas graníticas de grão fino-médio porfiróides (Vila Ruiva)

O granito porfiróide, de grão fino-médio, que está representado nesta unidade, única nas áreas, apresenta encraves de rochas porfiróides grosseiras, o que permite relacioná-lo com um dos últimos acontecimentos ígneos que afectaram esta região. Os megacristais de feldspato potássico, com dimensões médias de 4×10 mm, distribuem-se aleatoriamente, apresentam estrutura em reticulado e possuem numerosas inclusões que se dispõem de uma forma orientada acompanhando os limites de grão, reforçando a ideia de uma origem fenocristalina para estes megacristais (VERNON 1986).

A mesostase hipidiomórfica e inequigranular é constituída por quartzo xenomórfico e intersticial; plagioclase geralmente subeuédrica com composição oligoclásica (A_{26} a B_{29}), não zonada; feldspato-potássico anédrico e intersticial; biotite com inclusões de zircão, apatite e opacos e moscovite em grande parte tardia.

e) Rochas graníticas de grão-grosseiro francamente porfiróides (Calde, Beiras)

Os granitos porfiróides, de grão médio-grosseiro, geralmente biotíticos, caracterizam-se por uma grande uniformidade petrográfica.

Contêm megacristais centimétricos de feldspato potássico que mostram vulgarmente uma orientação preferencial. A foliação, sempre que presente, tende a ser vertical e a alinhar-se paralelamente às margens de intrusão, o que levou a encará-la como uma estrutura de fluxo adquirida pela cristalização e crescimento do feldspato potássico a partir de fluidos residuais movendo-se num meio parcialmente consolidado (SOEN 1970).

Em lâmina delgada, esta fácies apresenta, para além dos megacristais subeuédricos de microclina-pertite, uma matriz hipidiomórfica inequigranular, composta por quartzo (de várias gerações), plagioclase zonada, com texturas "synneusis", variando entre andesina (An_{35}) a oligoclase (An_{29}), feldspato potássico xenomórfico a subautomórfico que parece estar relacionado com mais de uma etapa de cristalização, biotite com inclusões de zircão, apatite e opacos, e moscovite secundária que, nalgumas variedades tem, contudo, um desenvolvimento muito ocasional.

Em termos exclusivamente petrográficos considera-se que, à excepção das rochas granodioríticas com anfíbola que parecem corresponder a entidades ígneas diferentes,

os restantes granitóides apresentam, no seu conjunto, a mesma sequência de cristalização.

Com efeito, tendo em conta o critério do idiomorfismo e as relações paragenéticas encontradas, aponta-se para a seguinte ordem :

- 1 - acessórios primários (zircão, apatite, ilmenite)
- 2 - moscovite primária
- 3 - biotite
- 4 - plagioclase
- 5 - feldspato potássico
- 6 - quartzo

Subsistem, contudo, por resolver alguns problemas:

- A presença de megacristais de feldspato potássico nas fácies de grão fino, médio e grosseiro que estão em contacto os granitos porfiróides grosseiros, atribuída por SCHERMERHORN (1956, 1982) e SOEN (1970) a processos de feldspatização potássica, não é, quanto a nós, um fenómeno generalizado. De facto, de todas as fácies tratadas só o granito da Alva teria sido atingido por esta acção, sendo difícil explicar porque é que rochas com características petrográficas semelhantes (granito de Castro Daire) não acusam os mesmos sinais. Nota-se, por outro lado, que no granito de Matança e no granito de Vila Ruiva, os megacristais de microclina-pertite parecem fazer parte de uma geração fenocristalina que terá crescido antes do feldspato potássico intersticial. Para além disso, a corrosão da plagioclase por feldspato potássico tende a relacionar-se preferencialmente com os cristais anédricos intersticiais o que, a nosso ver, é outro dos motivos para excluir um crescimento blástico dos megacristais nestes granitóides.

Supõe-se, portanto, que o desenvolvimento de texturas porfiróides, mais ou menos acentuadas, nas rochas graníticas das duas áreas não se deve necessariamente ao metassomatismo induzido pelos granitos porfiróides grosseiros. Ora, se assim fôr, pode admitir-se que algumas das unidades graníticas consideradas anteriores às rochas porfiróides grosseiras por terem sofrido "feldspatização potássica" possuam afinal idades mais recentes.

- Os processos de "moscovitização" e "albitização" tardios entendidos por SCHERMERHORN (1956, 1981) e SOEN (1970) como efeitos associados ao metassomatismo potássico provocado pelos granitos porfiróides "Younger" sobre os granitos mais antigos são fenómenos independentes. A formação de moscovite secundária, assim como a descalcificação das orlas externas das plagioclases zonadas observadas em algumas fácies graníticas não parecem ocorrer apenas nos granitóides "metassomatizados". Os granitos de Matança e de Vila Ruiva mostram quaisquer desses aspectos e, como já se teve ocasião de referir, não parecem ter sido afectados pelas fácies porfiróides grosseiras.

- A presença de plagioclases não zonadas com composição albitica ($An < 20\%$) nos granitos de Matança levanta a hipótese de algumas das rochas graníticas das regiões de Castro Daire e Fornos de Algodres conterem uma fase plagioclásica primária muito ácida, o que parece ser compatível com uma origem por anatexia de rochas gnáissicas com FK-A-Q (WINKLER & LINDEMANN 1972). Refira-se, aliás, que tais composições, determinadas por microsonda electrónica, estão aparentemente em contradição com os resultados obtidos pelos métodos ópticos (variáveis entre oligoclase-andesina, oligoclase e albite) pelo que se considera de interesse realizar mais análises em plagioclases das restantes fácies graníticas.

2.2. GEOCROMOLOGIA

O Quadro I permite a constatação de algumas semelhanças e diferenças entre as rochas de uma e outra área, em termos das suas idades radiométricas. Assim, ao escalonamento gradual, no tempo, das unidades do plutão zonado, indiciador de ummagmatismo pulsante (PINTO 1982, 1983), opõem-se os grandes hiatos temporais do plutonismo da área de Fornos de Algodres. Ocorre perguntar se a análise radiométrica de outras unidades que ocorrem nesta área não revelaria a ocorrência de termos intermédios.

QUADRO I - Idades radiométricas M.A. comparadas das rochas graníticas das áreas de Fornos de Algodres e do plutão zonado de Castro Daire

Fornos de Algodres	Plutão Castro Daire	Cronostratigrafia M.A.		
		248		
252±9 Gr. Matança		258	Sup.	Pérmico
255±11 Gr. E. Vila Ruiva			Inf.	
280-290 Gr. porfiróide, grosseiro a médio, predominantemente biotítico, das Beiras	282±5 Gr. Calde	286		
	291±10 Gr. Lamas	296	Est.	Carbonífero
	304±7 Gr. Alva		Vest.	
	305±6 Gr. C. Daire	315	Nam.	
	322±15 Grd. Lamelas	333		
		360		
364±14 Gr. Almeidinha		374	Sup.	Devónico
			Méd.	
377± Gr. Trancozelos				

Obs.- Todas as idades referidas às constantes radiométricas in STEIGER & JÄGER (1977), Margens de erro ao nível de 95%, Cronostratigrafia colhida in HARLAND et al. (1982) com nomenclatura de TEIXEIRA et al. (1979), Gr - Granito Grd - granodiorito,

Quer numa área quer noutra, os granodioritos são as rochas mais antigas, sendo, contudo, de uns 50 milhões de anos a sua diferença relativa de idades.

A gama dos 304-322 milhões de anos não se observa para as rochas datadas da zona de Fornos; por sua vez, as idades mais antigas e as mais modernas que foram registadas não ocorrem em rochas do plutão zonado. Em relação às mais modernas, seria de interesse datar um aplogranito (o de Mões) que, sendo intrusivo no granito de Calde, tem 282 M.A. como idade máxima.

As idades de 280-290 M.A. são as únicas comuns às duas áreas. Se, no caso do plutão zonado, as idades desta gama são mais fiáveis pela sua natureza e proveniência geográfica das amostras (não existem, na verdade determinações Rb-Sr em rocha total desta gama em granitos da área de Fornos), não deixam, no entanto, de ser bem esclarecedoras as seguintes determinações feitas em amostras do granito porfiróide, grosseiro a médio, predominantemente biotítico, das Beiras: 290±11 M.A. (Rb-Sr, rocha total) para os "Younger Hercynian Granites" que incluem duas amostras daquele granito, uma colhida a leste da Guarda e outra a NW de Trancoso (PRIEM et al. 1970), 286±6 M.A. (K-Ar, micas) para o granito a sul de Pinhel (MACEDO et al. 1983); 283±6 M.A. (K-Ar, micas) para o granito da área de Sátão-Penalva do Castelo (A. PINTO 1983); e 280 (Rb-Sr, "isócrona" de biotites) para amostra do granito de Dornelas, área de Fornos (MENDES 1967-1968). De resto, e ainda a comprovar que a idade deste granito está na gama 285±5 M.A., assinala-se a idade de 280±5 M.A. determinada em mica do ortogneisse da Maceira, na área de Fornos, a qual é interpretada como reflectindo uma perturbação térmica induzida pela intrusão do granito das Beiras (MACEDO et al. 1983). Por outro lado, na área de Fornos ou nas suas vizinhanças podem ocorrer outros granitos, (ou diferenciações dentro do das Beiras) com idades dentro daquela gama. Assim, MENDES (1967-1968) determina 280 M.A. (Rb-Sr, "isócrona" de biotites) para o granito de grão médio, binário, predominantemente biotítico, da Cunha Alta e na área de Sátão Penalva do Castelo, A. PINTO (1983) assinala a

ocorrência de granito porfiróide, de grão médio, predominantemente biotítico, com 287 ± 5 M.A. (K-Ar, mica).

No seu conjunto, as idades apresentadas no Quadro I constituem um registo pormenorizado das idades hercínicas s.s. dos granitóides portugueses. Outras determinações radiométricas, por Rb-Sr em rocha total, em formações graníticas de áreas vizinhas ajudam a completar o espectro temporal: 372 ± 19 (Pala) e 321 ± 9 M.A. (Santa Eufémia), ambas referentes à área de Pinhel (MACEDO et al. 1983); e 324 ± 11 (Canado), 320 ± 10 (Frágoas), 315 ± 10 (W. de S. Pedro do Sul), 287 ± 3 (pegmatito de Lagares) e 280 ± 8 M.A. (Regoufe), todos ao redor do plutão de Castro Daire (PINTO 1983, PRIEM et al. 1984). Assim, neste plutão e área na de Fornos estão representadas todas as idades hercínicas s.s. dos granitóides, desde o Devónico ao Pérmico, com excepção da idade ao redor dos 315 M.A.

Para estabelecer as relações entre o tempo de instalação de cada um dos plutonitos estudados e as principais fases de deformação hercínica que afectou as duas áreas seria precisa uma informação estrutural pormenorizada com a qual as idades radiométricas pudessem ser comparadas. Acontece, contudo, que a colheita de dados estruturais nem sempre é fácil pelo facto da maior parte dos granitóides da região estarem em contacto mútuo, faltando, para além disso, o conhecimento geológico-estrutural regional das duas zonas. A idade tectónica destas rochas só pode então ser inferida de modo pouco seguro a partir dos dados radiométricos.

É possível, porém, tentar extrair algumas conclusões por comparação com o que sucede na área de Pinhel-Trancoso (MACEDO & FERREIRA 1981, MACEDO 1983, MACEDO et al. 1983). Assim, tendo em conta a idade de rochas sin-F2 da região de Pinhel (321 ± 9 MA), deveria encarar-se o granitóide de Lamelas (com idade semelhante) como sintectónico em relação a uma fase de deformação Namuriano/Westefaliano, enquanto os granitóides de Trancozelos e Almeidinha se considerariam precoces em relação a tal fase. Os granitos do grupo dos 305 ± 5 M.A. (Alva e Castro Daire) seriam, nessa perspectiva, tardi-tectónicos e os de $280-290$ M.A. (Calde, Beiras) e os de cerca de 255 M.A. (Matança, Vila Ruiva) post-tectónicos.

Note-se que os granitóides de Almeidinha e Trancozelos não acusam sinais de deformação provocados pela fase Namuriano/Westefaliano da orogenia hercínica. Por outro lado, se se entenderem os granitóides do plutonito de Pala (379 ± 19 MA. Rb-Sr, rocha total) como rochas sin-F1, seria de admitir que, por analogia de idades, os granitóides de Trancozelos também se tivessem instalado durante a 1ª fase de deformação, pondo-se a possibilidade de terem sido afectados, tal como aqueles, pelo cisalhamento de Penalva do Castelo-Juzbado, dada a sua proximidade em relação à zona da falha e o lapso de tempo (entre 340 e 310 MA. atrás) em que esta se manteve activa. Não parece, no entanto, que qualquer dos dois granitóides (Almeidinha e Trancozelos) manifeste indícios de deformação. Tudo isto levanta questões sobre os efeitos e idades das diferentes fases de deformação hercínica na área de Fornos de Algodres.

Os granitóides do plutonito de Pala foram afectados pelo cisalhamento intra-hercínico de Penalva do Castelo-Juzbado, acidente este que, ocorrendo numa faixa de uma largura de $4-8$ km, apresenta dois picos de deformação com recristalização aos 340 ± 7 e 310 ± 6 MA., valores que foram determinados pelo método K-Ar em micas da facies tonalítica fina e da facies granítica média-grosseira, respectivamente, (MACEDO 1983; MACEDO et al, 1983). É, portanto, de todo o interesse considerar os possíveis efeitos do cisalhamento no âmbito de futuras datações que venham a ser efectuadas em rochas da área de Fornos de Algodres, tanto pelo método K-Ar como pelo método Rb-Sr. pois é de admitir a possibilidade de perturbação deste último sistema isotópico, mesmo em rocha total, por mobilidade do Sr, e possivelmente do Rb, como consequência do cisalhamento (APARÍCIO & BELLIDO 1978).

Ainda para o caso do granodiorito de Trancozelos é de realçar que os efeitos metassomáticos nele observados por A. PINTO (1983) não parecem ter-se traduzido em qualquer perturbação, com homogeneização, do sistema isotópico das suas amostras de rocha total, induzida pelo granito envolvente. Efectivamente, estas fornecem uma boa isócrona de 377 ± 6 M.A., enquanto que o granito das Beiras envolvente tem uns 285 M.A.

Os granitos de Matança e a leste de Vila Ruiva também fornecem boas isócronas cujas idades são comparáveis à que corresponde ao dolerito de Sá (Arouca) em rocha

total, por K-Ar: 257 ± 6 M.A. FERREIRA et al. 1982). A actividade ígnea nas zonas, durante o Pérmico superior, teria tido, assim, um carácter bimodal, originando-se rochas básicas filonéanas e rochas ácidas plutónicas. Deverá aguardar-se, no entanto, pela confirmação das idades dos granitóides em causa antes de se colocarem as questões tectónicas que elas despertam.

As idades das rochas do plutão de Castro Daire não levantam questões de maior. É, contudo, de interesse considerar aqui o caso, referido por SCHERMERHORN (1956), do metassomatismo potássico do granito de Alva alegadamente provocado pela instalação do granito de Calde, perspectivando-o do ponto de vista isotópico. Efectivamente, se o processo metassomático envolver a mobilização do estrôncio e (ou) do rubídio, possibilidade esta que é real dada, por exemplo, a interdependência dos comportamentos geoquímicos do K e Rb (HEIER & BILLINGS 1970), também neste caso podem ficar perturbadas, à escala do mineral, de conjunto de minerais ou da rocha total, as razões isotópicas existentes ao tempo da cristalização do magma que originou a rocha que vem a sofrer metassomatose. No caso vertente, constatando-se que ao granito de Calde corresponde uma isócrona de 282 ± 5 M.A. e ao de Alva uma outra de 304 ± 7 M.A., é difícil conceber um processo metassomático envolvendo o sistema isotópico Rb-Sr que tivesse actuado de maneira tão uniforme ao longo da massa deste último plutonito que viesse a provocar a abertura daquele sistema, com a homogeneização isotópica requerida para a produção de uma isócrona de rocha total, para mais estando a idade desta separada de uns 12 milhões de anos da que corresponde ao granito alegadamente metassomatizante. Curiosamente, por outro lado, o granito de Castro Daire, com a mesma idade do de Alva, não se apresenta metassomatizado, conforme referido, pelo granito de Calde, com o qual contacta. Por fim, e ainda curiosamente, a distribuição espacial do teor de K_2O no granito de Alva (Fig.2) não revela qualquer aumento súbito desde o centro para toda a periferia do plutonito, ao contrário do que sucede com a quantidade de megacristais de feldspato de potássio, o qual foi registado com rigor por SCHERMERHORN (1956). Esta falta de correlação entre os teores em megacristais e em K_2O no granito de Alva não favorece a hipótese de uma maior disponibilidade em potássio à periferia do plutão a partir do exterior que permitisse a formação daqueles.

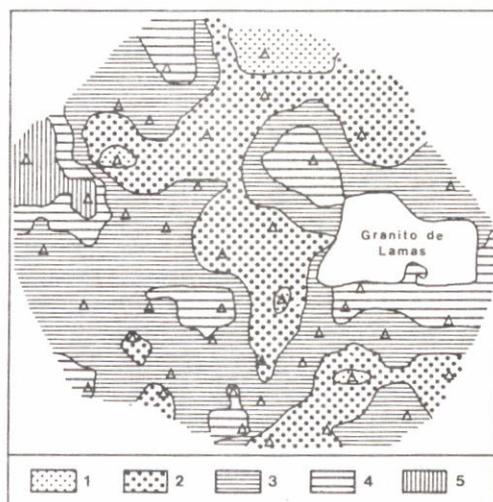


Fig.2 - Mapa "Symap" da distribuição espacial dos teores de K_2O no granito de Alva obtido a partir de 42 amostras com localização indicada por triângulos.

2.3. Geoquímica

Os dados geoquímicos aqui considerados, relativos a elementos principais, a rubídio e estrôncio e às razões iniciais $^{87}Sr/^{86}Sr$, são apresentados exclusivamente sob a forma de diagramas (e não em tabelas numéricas que facilitariam a

caracterização individual das unidades) pretendendo-se com isso dar a perceber de modo mais imediato as diferenças e semelhanças entre aquelas.

2.3.1. Alguns aspectos petroquímicos

A projecção das amostras dos diferentes tipos de granitóides das áreas de Fornos de Algodres e Castro Daire no diagrama de "minerais característicos" de Debon e Le Fort (DEBON & LE FORT 1982) da Fig. 3 revela-nos alguns aspectos interessantes.

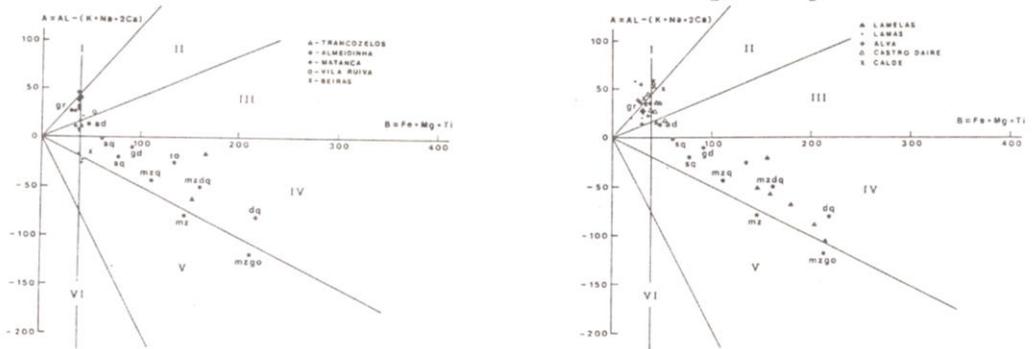


Fig.3 - Diagrama de DEBON & LE FORT (1982) para os granitóides do plutão de Castro Daire (3) e da área de Fornos de Algodres (3,a),

Em primeiro lugar, nota-se que as rochas granodioríticas com anfíbola (Trancozelos e Lamelas) representam, em ambos os casos, unidades aparentemente independentes das rochas graníticas, tanto porque se situam no domínio meta-luminoso, como porque se individualizam perfeitamente do conjunto de pontos definido pelos restantes granitóides.

Em segundo lugar, verifica-se que as unidades graníticas constituem, quer em Fornos de Algodres quer em Castro Daire, associações essencialmente aluminosas uma vez que se projectam preferencialmente nos campos I, II e III do referido diagrama. Deve-se ressaltar, porém, o facto de algumas amostras do granito de Almeidinha se implantarem no domínio meta-aluminoso, o que levanta algumas dúvidas sobre o real posicionamento desta unidade.

Poderia argumentar-se, contudo, que estaríamos em presença de associações alumino-cafémicas com prolongamento para o domínio aluminoso, mas tal é contrariado pela asserção dos referidos autores (pag. 143) de que "... they differ from the aluminous associations by their more or less pronounced negative slope and by the location of their darkest members in or close to the metaluminous domain". Ora, acontece que as rochas graníticas de Fornos de Algodres esboçam uma tendência claramente vertical, enquanto as de Castro Daire, definindo no diagrama um domínio com uma configuração menos nítida, não parecem, mesmo assim, pertencer ao grupo das associações com pendor negativo. Para além disso, acrescentaríamos ainda que os termos intermédios estão completamente ausentes quer num caso, quer noutro.

Tudo indica então que, abstraindo as rochas com composição granodiorítica e também o granito de Almeidinha, e seguindo ainda a opinião de DEBON & LE FORT (1972), todas as outras fácies estudadas fazem parte de associações de natureza aluminosa, geradas por processos de anatexia crustal durante a orogenia hercínica. A sua eventual filiação nas séries calcoalcalinas típicas deverá ser então excluída, uma vez que, de acordo com os citados autores, esse tipo de terminologia se aplica às associações cafémicas e alumino-cafémicas, estas de origem híbrida provável e com contribuição sílica ou mantélica prevalecente, aquelas derivadas total, ou quase totalmente, de material mantélico.

De um ponto de vista descritivo, as associações aluminosas podem, segundo os referidos autores, ser incluídas no grupo dos granitóides de tipo-S (CHAPPELL & WHITE 1974; WHITE & CHAPPELL 1977, 1982; HINE 1978) e nas séries de granitóides com ilmenite (ISHIRA 1977; TAKASHI et al. 1980).

Na realidade, as amostras têm composições essencialmente félsicas, apresentam em

geral razões $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO) > 1,1$, corindo normativo $> 1,0\%$ e diagramas de variação algo irregulares, embora possuam teores de Na_2O ligeiramente superiores a 3.2% para valores de K_2O próximos de 5% .

Em termos petrográficos, a sua inserção no grupo dos granitóides de tipo-S é evidenciada por uma possível presença de moscovite primária, pela existência de andaluzite e granada em certas unidades (Alva) e por não conterem nunca hornblenda, esfena primária e alanite. A natureza das plagioclases é, talvez, o critério que se aplica com mais ambiguidade porque se prevê que nas litologias de tipo-S as plagioclases estejam normalmente desprovidas de estruturas zonadas, sendo a sua composição média inferior a An_{20} , o que nem sempre se verifica.

Repare-se, contudo, que os granitos com maior quantidade de plagioclases zonadas (Lamas, Alva, Castro Daire, Calde, Almeidinha e porfiróide das Beiras) são aqueles que possuem mais restitos, seja sob a forma de xenólitos metassedimentares ("schlieren" hiper-biotíticos nas fácies porfiróides grosseiras), seja sob a forma de minerais residuais (biotite e aluminossilicatos nas fácies de grão fino e médio), que podem ser considerados como indícios de uma origem por fusão mínima a partir de rochas crustais (WHITE & CHAPPELL 1977).

A identificação de ilmenite como um dos opacos presentes permite paralelizar as séries graníticas das duas regiões com a série ilmenítica (ISHIARA 1977) que parece estar estreitamente relacionada com os granitóides de tipo S (TAKAHASHI et al. 1980.)

Existem, portanto, fortes indícios de que as associações aluminosas de ambas as áreas se inserem no grupo dos granitóides de tipo S.

Apesar das evidências apontadas, convém mencionar que se se aceitar a ocorrência na área de profundos processos de alteração metassomática (albitização, feldspatização potássica e moscovitização) será preciso repensar as conclusões anteriores, porque, nessa altura, as características originais das rochas estão possivelmente mascaradas pelos efeitos dos processos posteriores, nomeadamente no que se refere ao seu carácter hiper-aluminoso e aos teores de Na_2O e K_2O . Efectivamente, WHITE et al. (1986) põem a hipótese de alguns granitos hiper-aluminosos resultarem da contaminação de rochas metaluminosas de tipo I não correspondendo a verdadeiros granitóides de tipo S, ideia esta que deve, quanto a nós, ser tida em conta em futuras investigações.

Quanto às rochas granodioríticas, a ausência de moscovite primária, e de aluminossilicatos, a presença de anfíbola e de esfena I, bem como a zonação das plagioclases, de composição média superior a An_{25} , indiciam um tipo I para estas rochas, a que se juntam ainda a ausência de corindo normativo e a presença de diópsido normativo e teores em Na_2O superiores, em média, a K_2O . Já a presença de ilmenite no granodiorito de Lamelas e uma razão $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$, superior 1,1 neste e no de Trancozelos contrariam essa tendência.

2.3.2. Rubídio e estrôncio

Para a elaboração do diagrama da Fig. 4a, onde estão marcadas amostras individuais de todas as unidades em estudo, com excepção do granito das Beiras, (para o qual ainda se não dispõe de análises referentes à área de Fornos), foram seleccionadas amostras cujos teores reflectissem bem a variação geoquímica dos dois elementos em cada uma das unidades.

As rochas, no seu conjunto, integram-se bem na tendência para a correlação negativa entre Rb e Sr constatada para a generalidade dos granitóides portugueses (PINTO 1979, 1985 b, NEIVA 1983).

Pode verificar-se que algumas unidades se individualizam no diagrama, enquanto que com outras não sucede assim. Os granodioritos (Trancozelos e Lamelas) ocupam campos próprios, separados não só entre si como também das outras unidades, o mesmo sucedendo, mas com menor nitidez, com os granitos de Almeidinha, Castro Daire e a leste de Vila Ruiva. Quanto aos restantes granitos, eles ocupam um campo de implantação comum.

Tendo em conta o critério de selecção das amostras para a elaboração do diagrama, o hiato entre o campo das rochas granodioríticas e o das graníticas torna-se mais notável e não se pode deixar de o associar ao observado no diagrama da Fig. 3. Torna-se aparente, então, uma individualização química dos granodioritos, quer em termos de elementos principais, quer em termos de rubídio e estrôncio, que

deve ser tida em consideração em qualquer ensaio de modelo de gênese e evolução dessas rochas.

Para o caso dos granitos e particularmente para o do plutão zonado de Castro Daire, os dados de Rb e Sr e outros (teores em SiO_2 , dados isotópos) não contradizem uma hipótese de cristalização fraccionada (ROGER et al. 1980; PINTO 1982, 1983). Note-se a continuidade composicional entre granitos de Castro Daire, Alva, Lamas e Calde na Fig. 4a. Para a área de Fornos, constata-se uma individualização do granito de Almeidinha relativamente aos de Matança e a leste de Vila Ruiva. Estes dois últimos não são claramente destrincháveis entre si no diagrama.

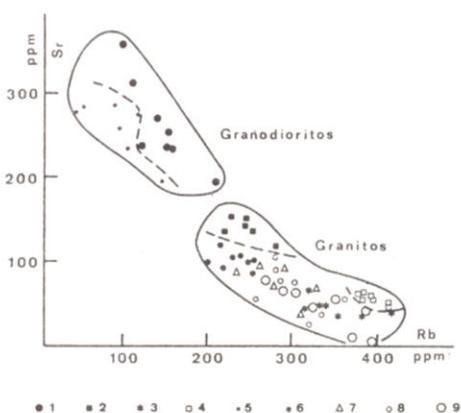


Fig.4a - Diagramas Rb-Sr para granitoides do plutão zonado de Castro Daire e da área de Fornos de Algodres - Amostras individuais
 1 - Trancozelos 2 - Almeidinha 3 - Matança 4 - Vila Ruiva 5 - Lamelas 6 - Castro Daire
 7 - Lamas 8 - Alva 9 - Calde

O diagrama Rb-Sr da Fig. 4b, construído a partir dos teores médios (médias aritméticas) dos diversos plutonitos e ainda das idades radiométricas destes, complementa o anterior, dando um quadro mais claro de certas relações entre eles.

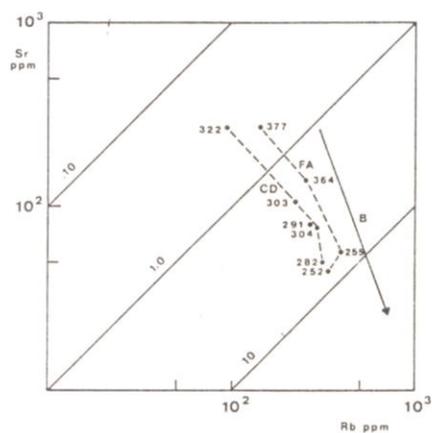


Fig. 4b - Teores médios para unidades de Castro Daire (CD) e de Fornos de Algodres (FA)
 Os números representam idades em M.A. Ver no texto significado da linha B,

Começa-se por assinalar, aqui também, a individualização do campo granodiorítico. As linhas a tracejado, pretendendo salientar as diferenças entre as duas áreas, revelam para ambas e para cada uma a tendência geral para a razão Rb/Sr aumentar com o decréscimo da idade. Curiosamente, e tal como já foi posto em relevo in PINTO (1985), os teores médios das unidades do plutão zonado alinham-se quase colinearmente no referido diagrama, com excepção do granito de Calde em que aquela razão é menor que a extrapolada a partir das outras.

Para os plutonitos graníticos da área de Fornos, e na medida em que aquela razão é um aferidor de diferenciação em *séries co-magmáticas*, a sua variação não contradiria uma hipotética diferenciação "granito de Almeidinha→granito a leste de Vila Ruiva→granito da Matança", mas tenha-se em atenção a diferença de idades, de uns 110 milhões de anos e a individualização referida do primeiro em relação aos outros dois, a contrariar frontalmente tal hipótese. No diagrama da Fig. 4b assinala-se, finalmente, que as rochas em estudo ocupam posições análogas às de numerosos granitóides, de diversa proveniência geográfica e geotécnica, que JOHAN et al. (1980) consideram definir a linha de tendência B, característica dos maciços graníticos intracrustais e explicável ou por cristalização fraccionada, ou por fusão parcial de rochas metamórficas, fazendo ainda notar aqueles autores que a influência crustal se pode reflectir num enriquecimento em Rb dos líquidos de anatexia por virtude de uma razão Rb/Sr elevada nas séries metamórficas de origem sedimentar.

2.3.3. Razões isotópicas iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

No diagrama da Fig.5, onde estão marcadas tais razões (r_i) bem como as idades radiométricas das unidades, pode constatar-se a sua extrema variação, desde a mais baixa, correspondente ao granito de Almeidinha ($\approx 0,702$), à mais alta, que é a do granito a leste de Vila Ruiva ($\approx 0,719$).

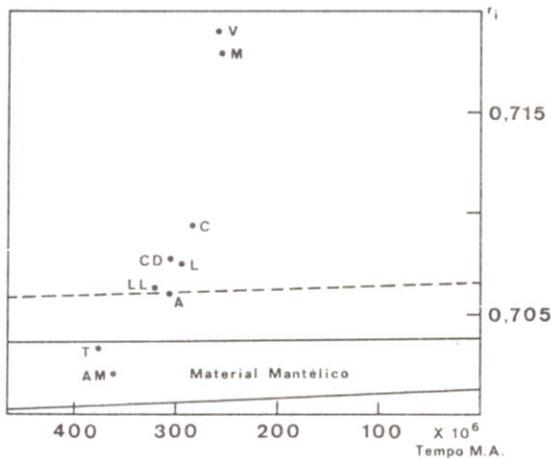


Fig. 5 - Diagrama "tempo- r_1 " para granitóides do plutão zonado de Castro Daire e da área de Fornos de Algodres. A linha a tracejado marca o limite superior do domínio do material mantélico de origem adoptado por alguns autores.

Tais razões são mais elevadas do que as admitidas para o manto desde os 380 milhões de anos até ao presente nos casos dos granitos de Castro Daire, Lamas, Calde, Matança e a leste de Vila Ruiva, sendo todas superiores a 0,706 (ver, por exemplo, FAURE 1972, PITCHER, 1979, VIDAL 1980). Por outro lado, o granodiorito de Trancozelos e o granito de Almeidinha apresentam razões iniciais próprias das rochas basálticas do manto, sendo inferiores a 0,704. Finalmente, e não deixando de atender à falta de concordância entre os diversos autores acerca da posição do limite

superior do domínio do material mantélico (ver Fig.5), o granodiorito de Lamelas e o granito de Alva são aqui considerados como de r_1 intermédias, isto é, entre 0,704 e 0,712 (VIDAL 1980). Ainda de acordo com os conceitos deste autor, são granitóides de razões elevadas os granitos de Matança e a leste de Vila Ruiva. O valor de 0.7046 encontrado por PRIEM et al. (1970) para os "Younger Hercynian granites" (aos quais, recorde-se, o granito das Beiras da área de Fornos de Algodres pode ser atribuído), não é aqui considerado por não oferecer confiança.

Tomadas colectivamente, as unidades definem, no diagrama, um domínio caracterizável por uma tendência esperada de crescimento das razões com o decréscimo da idade. Enquanto referidos às suas duas áreas de ocorrência, os plutonitos em estudo de certo modo diferenciam estas entre si, com os da área de Fornos de Algodres a ocuparem as posições extremadas daquele domínio e os do plutão zonado de Castro Daire em posição intermédia e com as suas razões iniciais no intervalo $0,7074 \pm 0,020$.

Regista-se, ainda, como ponto de diferença em relação aos plutonitos da área de Fornos, a colinearidade de certos pontos do diagrama que correspondem a unidades do plutão zonado, a qual, se não for acidental, significativa, poderá ter algumas implicações petrogenéticas.

Sob o ponto de vista estrito das suas razões isotópicas iniciais, os granitóides de Trancozelos e Almeidinha são do tipo I; serão resultado de magmatismos de origem mantélica. Em oposição a estes, os granitos da Matança e a leste de Vila Ruiva são do tipo S, de origem crustal típica.

Ainda sob esse ponto de vista e em relação aos granitóides do plutão zonado, deve ser feita uma distinção entre os de Lamelas e Alva, com $r_1 \approx 0,706$, e os restantes (Lamas, Castro Daire e Calde), com as razões na gama 0,708 - 0,709; os primeiros foram mais provavelmente formados a partir de magmas de origem mantélica (ou da crosta inferior), com pouca contaminação por assimilação de material crustal, os outros sendo verdadeiros granitos do tipo S no sentido de terem sido derivados de magma de r_1 baixa com contaminação importante de estrôncio radiogénico de origem crustal.

A articulação destes dados isotópicos com a informação petrográfica e geoquímica anterior é esboçada na secção seguinte.

3. CONCLUSÕES

3.1. Para o caso das unidades do plutão zonado de Castro Daire que se apresentam em contacto mútuo, os dados radiométricos confirmam as suas idades relativas, sendo possível obter-se um quadro geral da sequência de instalação: o plutão é uma intrusão múltipla, com recorrência intrusiva intervalada de uns 10-15 milhões de anos (PINTO 1983). Já para a área de Fornos de Algodres, a dispersão física dos plutonitos só permite, em termos de dados de campo, a referenciação dos maciços de Trancozelos, Matança e a leste de Vila Ruiva em relação ao granito porfiróide grosseiro-médio que com eles contacta, uma vez que o granito de Almeidinha está isolado de todos os outros.

Não obstante não se dispôr de informação radiométrica totalmente fiável para o granito porfiróide referido, não restam muitas dúvidas que a sua idade se situa nos 280 - 290 M.A., face à convergência de dados disponíveis e até por comparação com o granito de Calde.

De idades mais recentes que aquele, surgem-nos os granitos de Matança e a leste de Vila Ruiva. Se a idade deste último não está em contradição com as relações de campo, já para o outro se não dispõe de informação deste tipo que contrarie ou não a idade da de 252 ± 9 M.A. da sua isócrona de rocha total. De resto, quer na área de Fornos, quer no plutão zonado, ocorrem rochas graníticas intrusivas nos granitos porfiróides grosseiros datados de 280 - 290 M.A., a comprovar que estes não constituíram os últimos termos intrusivos. Seja como for, as idades radiométricas mais recentes necessitam de confirmação por outro método pelas implicações tectónicas que trazem.

Quanto às idades mais antigas encontradas, correspondentes ao granodiorito de Trancozelos e ao granodiorito de Almeidinha, a deste último não entra em conflito com

os dados de campo, não se dispondo, para o outro, porém, de informação segura que frontalmente se oponha ou deixe de se opôr à idade determinada. Se o alongamento NW-SE do plutonito de Trancozelos pode indiciar, de algum modo, uma idade hercínica antiga que a ocorrência, na área de Pinhel, de granitóide de idade semelhante faz dele um caso não isolado, e se seria possível, até, usar o desenvolvimento de megacrístais, alegadamente provocado na rocha de Trancozelos pela instalação do granito porfiróide regional, como argumento a favor da sua anterioridade em relação a este, já a ausência de deformação interna no granodiorito levanta questões acerca da idade e efeitos da deformação hercínica na área.

Os granodioritos com anfíbola serão assim, em face das suas idades radiométricas, as rochas mais antigas em cada uma das áreas.

É ainda de realçar o facto de as idades determinadas para os granitóides de Alva e Trancozelos não se coadunarem com um modelo de metassomatismo neles induzido por acção dos granitos porfiróides tardios que fosse acompanhada por perturbação dos sistemas isotópicos Rb-Sr em rocha total daquelas unidades. Porém, já o metamorfismo térmico ligado à instalação destes granitos tardios pode constituir uma causa real (e confirmada até para a área, no caso do ortognaisse da Maceira) de perturbação do sistema isotópico em minerais de granitóides pre-existentes, que o que deve ser tomado em conta em qualquer interpretação de dados radiométricos relativos a minerais de rochas da área.

3.2. A maioria dos granitos de ambas as áreas evidencia as características petrográficas, químicas e isotópicas (Sr) dos granitos do tipo S. Serão assim produtos de anatexia crustal de rochas metamórficas, não sendo de excluir a hipótese de fusão ter envolvido material de nível infracrustal.

O granito de Almeidinha individualiza-se dos restantes pela sua idade radiométrica, sua razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, apresentando um carácter misto de granitóide tipo I e tipo S. Constitui um problema.

Enquanto que para o plutão zonado de Castro Daire se pode admitir que os granitos estejam relacionados por diferenciação, já para os de Fornos a individualização do de Almeidinha torna improvável uma relação genética por tal processo com os granitos de Matança e Vila Ruiva.

Os granodioritos com anfíbola, que não parecem estar geneticamente relacionados entre si nem com os granitos, pelo menos por processos de diferenciação, apresentam afinidades com os granitos do tipo I, mais nítidas no caso do granodiorito de Trancozelos. Para ambos é provável uma derivação a partir de um magma básico contaminado com material crustal, o que explicará o facto de não exibirem exclusivamente características dos granitos tipo I.

3.3. Sob os aspectos petrográficos e químico (alguns elementos principais), as áreas são bastante semelhantes, sendo comuns a ambas todas as fácies estudadas, com excepção de uma. Em ambas os granodioritos com anfíbola (domínio metaluminoso) individualizam-se bem dos granitos (majoritariamente do domínio aluminoso), a estes correspondendo uma ordem de cristalização interna que é comum para as duas áreas.

Em termos de composição em rubídio e estroncio, em ambas as áreas a razão Rb/Sr das unidades aumenta com o decréscimo da idade, além de também aqui se mostrarem individualizadas as unidades granodioríticas entre si e em relação ao conjunto dos granitos. Estes ocupam um campo comum no diagrama Rb-Sr onde as unidades de Castro Daire revelam continuidade composicional que é menos evidente no caso das de Fornos de Algodres.

Sob o ponto de vista isotópico, e particularmente do das idades radiométricas Rb-Sr, opõe-se o escalonamento gradual no tempo dos granitóides do plutão de Castro Daire, com idades desde os 322 M.A. aos 282 M.A., aos hiatos do plutonismo na outra área, com um grupo de idades de 370 ± 10 M.A. e outro ao redor dos 255 M.A., sendo a idade de $285 \pm$ M.A. a única comum às duas áreas. Por outro lado, em cada uma destas os granodioritos são as rochas mais antigas. Colocam-se questões relativas a certas idades numa perspectiva de história estrutural da área total que é mal conhecida. Do ponto de vista das razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, estas diferenciam as duas áreas, com as unidades de Fornos a apresentar valores baixos ou altos e as do plutão zonado com valores intermédios.

AGRADECIMENTOS: São devidos agradecimentos aos Drs. G. Hornung, R. Cliff e D. Rex e aos Srs. A. Gray e R. Green (Universidade de Leeds), bem como à Eng^a. Adelinda Alves e aos Srs. O. Carvalho e J. C. Graça (Universidade de Aveiro) pela colaboração e apoio prestado nas determinações analíticas e colheita e preparação de amostras da área de Fornos de Algodres.

Este trabalho insere-se, em parte, no âmbito do projecto "Génese, evolução e instalação de granitóides da zona centro-litoral de Portugal" financiado pelo I.N.I.C., cujo apoio se agradece.

BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO, M. R., 1987; Caracterização petroquímica dos granitóides de grão médio da região de Fornos de Algodres. Univ. Aveiro
- BOISSAVY - VINAU, M.; DERRÉ, C.; JAFFREZIC, H.; ROGER, G. & TREUIL, M., 1979; L'étain et le tungstène dans l'évolution granitique: le secteur de Viseu (Portugal). Comparaisons avec le Massif Central français. Publ. Museu Lab. Min. Geol. Fac. Ciências Porto, 91, 65-74.
- BOMHOMME, M.; MENDES, F. & VIALETTE, Y., 1961; Ages absolus par la méthode au strontium des granites de Sintra et de Castro Daire au Portugal. C.R. Acad. Paris, 252, 3305-3306.
- CHAPELL, B. W. & WHITE, A. J. R., 1974; Two contrasting granite types. Pacific Geol., 8, 173-174
- DEBON, F. & LE FORT, P., 1982; A chemical mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. Trans. Royal Soc. Edinburgh: Earth Sci. 73, 135-149.
- DERRÉ, C.; LÉCOLLE, M.; NORONHA, F. & ROGER, G., 1982; Minéralisations à Sn-W liées aux granitoïdes dans le Nord du Portugal; importance des processus magmatiques, métamorphiques et métassomatiques hydrothermaux. Comun. Serv. Geol. Portugal, 68, 2, 191-212.
- FAURE, G. & POWELL, G., 1972; Strontium isotope geology. Springer-Verlag, Berlin, New York.
- FERNANDES, A. P., 1970; Contribuição para o estudo da região dos granitos radioactivos de S. Pedro do Sul. Junta de Energia Nuclear, Lisboa.
- FERREIRA, M. P.; MACEDO, C. R. & FERREIRA, J., 1982; Idade pérmica dos doleritos intrusivos no plutonito de Arouca (Portugal Central). Mem. Not., 94, 21-30.
- GODINHO, M. M. & JALECO, J. P., 1975; Feldspatos potássicos dos granitoïdes da região de Castro Daire (Viseu, Portugal). III. Parâmetros da célula elementar e distribuição intra-estrutural do alumínio. Mem. Not., 80, 1-60.
- GOVINDARAJU, K., 1980; Report (1980) on three GIT-IWG rock reference samples: anorthosite from Greenland AN-G; Basalte d'Essey-la-Côte, BE-N; Granite de Beauvoir, MA-N. Geostandards Newsletter, 4, 1, 49-131.
- HARLAND, W. B.; COX, A. V.; LLEWELLYN, P. G.; PICTON, C. A. G.; SMITH, A. G. & ALTERS, R., 1982; A geologic time scale. Cambridge University Press, Cambridge.
- HEIER, K. S. & BILLINGS, G. K., 1970; Rubidium, B-E; G; I-N. In: Handbook of Geochemistry, vol. II/3-37, 1972. Ed.: K. H. Wedepohl, C. W. Correns, D. M. Shaw, K. K. Turekian e J. Zemann, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- HINE, R.; WILLIAMS, I. S.; CHAPPELL, B. W. & WHITE, A. J. R., 1978; Contrast between I and S type granitoids of the Kosciusko Batholith. Journ. Geol. Soc. Austrália, 25, 219-234.
- IBARROLA, E.; VILLASECA, C.; VIALETTE, Y.; FÖSTER, J. M.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M. & CASQUET, C., 1986; Dating of hercynian granites in the Sierra de Guadarrama (Spanish Central System). International Conference on Iberian Terranes and their Regional Correlation, Oviedo; vol. sumários. Univ. Oviedo.

- IGLESIAS, PONCE DE LEON, M. & RIBEIRO, A., 1981; La zone de cisaillement ductile de Juzbado (Salamanca)-Penalva do Castelo (Viseu): un lineament ancient reactivé pendant l'orogénèse hercynienne? Com. Serv. Geol. Portugal, 67, 1, 89-93.
- ISHIARA, S., 1977; The magnetite series and ilmenite series granitic rocks. Min. Geol., 27, 293-305.
- JOHAN, Z., BEL, L. LE & McMILLAN, W. J., 1980; évolution géologique et pétrologique des complexes granitoides fertiles. étude comparative des batholites de la Caldera (Pérou) et de Guichon Creek (Canada), deux exemples de plutonisme à minéralisations associées de la Cordillère péripacifique. In: Z. Johan (Coord.), Minéralisations liées aux granitoides. Première partie. Porphyres cuprifères dans leur context magmatique. Mem. B. R. G. M., 99, 21-70.
- MACEDO, C.A.R., 1983; Ortognaisses de Pala: idade da intrusão e do cisalhamento (Pala. Pinhel - Portugal Central). VIII Reunião sobre a Geologia do Oeste peninsular Salamanca e Coimbra; vol. sumários. Univ. Coimbra.
- MACEDO, C.A. REGÊNCIO & FERREIRA, M. PORTUGAL, 1981; O sinclinal paleozóico de Esposende (Porto) - Sequeros (Salamanca): o toço entre a Marofa e o Satão (Portugal Central). Cuad. Geolog. Iber. 7, 633-644.
- MACEDO, C. R.; SOUSA, M.B. & PEREIRA, L.C.; 1983; Livro-guia das excursões a realizar em Portugal. Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico, Universidade de Coimbra, Coimbra, VII Reun. Geol. Oeste Peninsular. Salamanca, Coimbra, 1983.
- MENDES, F., 1967/1968; Contribution à l'étude géochronologique, par la méthode au strontium, des formations cristallines du Portugal. Bol. Mus. Labor. Miner. Geol. Cienc., Lisboa, 11, 1,3 -155.
- NEIVA, A. M. R., 1983; The petrogenetic importance of trace elements of Hercynian granitic rocks from Portugal. 331-351. In: The significance of trace elements in solving petrogenetic problems and controversies. Teophrastus Publications S.A., Athens
- NEVES, L. J. P. F. & MACEDO, C.A.R., 1986; O Plutonito de Avô: idades K/A em biotites e moscovites. Maleo. Bol. Inf. Soc. Geol. Portugal, 2, 13, 32.
- PINTO, A. F. FERREIRA, 1983; Rochas granitoides hercínicas pós-tectónicas da área de Sarão-Penalva do Castelo - características petrológicas e geoquímicas. Mem. Not. 96, 34-74.
- PINTO, M. S., 1979; Geochemistry and geochronology of granitic rocks from the Aveiro, and Viseu Districts (Northern Portugal). Univ. Leeds, Ph. D. thesis.
- PINTO, M. S., 1980-1981; Geochronology of a gneissic quartz-diorite from Sever do Vouga (Aveiro, Northern Portugal). Bol. Soc. Geol. Portugal, 22, 121-124.
- PINTO, M. S., 1982a; Contribuição para o conhecimento geoquímico e isotópico dos granitoides da área de Oliveira de Azemeis. Bol. Soc. Geol. 23, 21-29.
- PINTO, M. S., 1982b; Nota sobre variação temporal do rubídio e do estrôncio no plutão granítico zonado de Casdtro Daire. Com. Ser. Geol. Portugal, 68, 1, 67-71.
- PINTO, M. S., 1983; Geochronology of Portuguese granitoids: a contibution. Stud. Geol. Salmantica, 18, 277-306.
- PINTO, M. S., 1984; O granito gnáissico de Fânzeres (Porto, Portugal) - idade e caracterização geral. Mem. Not. 98, 237-242.
- PINTO, M. S., 1985a; Carboniferous granitoids of Portugal: some geochemical and geochronological aspects. An. Fac. Ciênc. Porto, Suppl. vol., 64 (1983), 15-33.
- PINTO, M. S., 1985b; Granitoides dos maciços de Arouca e Regoufe: dados geoquímicos e isotópicos e algumas implicações. Com. Serv. Geol. Portugal . 71, 2, 159-169.
- PINTO, M. S., 1985c; Escala geocronológica de granitoides portugueses antes-mesozóicos: uma proposta. Mem. Not., 99, 157-166.

- PINTO, M. S. , 1987; Relatório interno sobre os dados geocronológicos da área da carta 1/50.000 de Fornos de Algodres. Relat. inédito.; Univ. Aveiro
- PRIEM, H. N. A.; BOERLRIJK, N.A.I.M.; VERSCHURE, R. H.; HEBEDA, E. H.; & VERDURMEN, E. A. Th.; 1970; Dating events of acid plutonism through the Galeozoic of the Western Iberian Peninsula - Eclog. Geol. Helvet., 63, 1, 155-274.
- PRIEM, H. N.A.; SCHERMERHORN, L. J. G.; BOELJIK, N.A.I.M. & HEBEDA, E.H., 1984; Rb-Sr geochronology of Variscan granitoids in the tin-tungsten province of Northern Portugal: a progress report. Terra Cognita. 4, 2; 212-213.
- ROGER, G.; DEBRÉ C.; BOISSAVY-VINAU, M.; TREUIL, M.; JAFFREZIC, H. & KOSAKEVITCH, A. 1980; Processus géochimiques de concentration liés à l'évolution de magmas granitiques. Application aux filons à étain et tungstène du Massif Central et du Portugal Nord. ATP du CNRS "Formation et distribution des gisements - 1976", décision d' aide nº 2838, rapport final, vol. 1 (rapport synthétique). Rel. inédito.
- SCHERMERHORN, L. J. C., 1956, Igneous, metamorphic and ore geology of the Castro Daire - São Pedro do Sul-Satão region (Northern Portugal). Commun. Serv. Geol. Port. 37, 5-617.
- SCHERMERHORN, L. J. C., 1980; Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50.000. Notícia explicativa da folha 14C - Castro Daire. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- SCHERMERHORN, L. J. C., 1981; Framework and evolution of Hercynian mineralization in the Iberian Meseta. Leidse Geol. Meded., 52, 1, 23-56.
- SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL, 1980; Carta Geológica de Portugal, escala 1/50.000, 14-C (Castro- Daire). Lisboa
- SOEN, O. I., 1970; Granite intrusion folding and metamorphism in central Northern Portugal. Bol. Geol. Min. 81, 2/3, 271-298.
- STEIGER, R. & JÄGER, E., 1977; Subcommission on constants in geo and cosmochemistry. Earth Planet. Sci. Letters. 36, 359-362.
- TAKAHASHI, M.; ARMAKI, S. ISHIHARA, S. 1980; Magnetite series/Ilmenite series vs. I-Type/S-Type granitoids. Min. Geol., Spec. Iss., Vol. 8, 18-28.
- TEIXEIRA, C.; PAIS, J. & ROCHA, R. B., 1979; Quadros de unidades estratigráficas e de estratigrafia portuguesa. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- VERNON, R. H. 1986 - K-Feldspar megacrysts in granites - phenocrysts, not porphyroblasts. Earth Sci. Rev. 23; 1-63.
- VIDAL, P., 1980; L'évolution polyorogénique du Massif Armoricain: apport de la géochronologie et de la géochimie isotopique et de la géochimie isotopique du strontium. Mem. Soc. Geol. Min. Bretagne. 21.
- WEIJDEN, C. H. van der; HAVEN, H.L. ten; BOER, H. A.; HOPSTAKEN, C.F.A.M. & VRIEND, S.P., 1984; Geochemical studies in the drainage basin of the Rio Vouga (Portugal), I. General hydrogeochemistry from its origin to the Ria de Aveiro, In: Hydrochemical Balances of freshwater systems. IAHS Publication No. 150. 265-276, Ed.: E. Eriksson.
- WHITE, A. J. R. & CHAPPELL, B., 1977 ; Ultrametamorphism and granitoid genesis. - Tectonophysics 43, 7-22.
- WHITE, A.J.R. & CHAPPELL, B.W., 1982; Granitoid types and their distribution in the Lachlan fold belt, Southeastern Australia. Geol. Soc. America. Memoir 159, 21-34.
- WHITE, A. J. R.; CLEMENS, J. D.; HOLLOWAY, J. R.; SILVER, L.T.; CHAPPELL, B. W. WALL, V. J., 1986; S-type granites and their probable absence in southwestern North America. Geology, 14, 115-118.
- WINKLER, H. G.F. & LINDEMANN, W., 1972; The system Q-Or-An-H₂O within the granitic system Q-Or-Ab-An-H₂O. Application to granitic magma formation. M. Jb. Min. Mh. 2, 49-61.