

DIRECÇÃO-GERAL DE MINAS E SERVIÇOS GEOLÓGICOS
SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL



MEMÓRIA N.º 10 — (NOVA SÉRIE)

ROCHAS GRANÍTICAS
DO
MINHO E DOURO

NOVOS ELEMENTOS PARA O SEU CONHECIMENTO

por

C. F. TORRE DE ASSUNÇÃO

LISBOA
1962

SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL
Rua da Academia das Ciências, 19, 2.º
LISBOA-2 — PORTUGAL

As doutrinas expostas são da
completa responsabilidade dos
seus autores.

CDU 55 (469) (05)

SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL
MEMÓRIA N.º 10 — (NOVA SÉRIE)

COMP. E IMP. DA
TIP. ALCOBACENSE, LIMITADA
ALCOBAÇA

CDU 552.3 (469.1)

ROCHAS GRANÍTICAS
DO
MINHO E DOURO

NOVOS ELEMENTOS PARA O SEU CONHECIMENTO

PREÂMBULO

Nesta Memória reúnem-se estudos petrográficos das rochas graníticas de várias regiões do Minho e do Douro. O objectivo primordial daqueles estudos foi o de contribuir para as Notícias explicativas das folhas do Mapa Geológico do País, que, na escala de 1/50 000, estão sendo levantadas pelos Serviços Geológicos. Figuram no presente trabalho os elementos petrográficos respeitantes às folhas, já publicadas, de Valença (n.º 1-A), do Porto (n.º 9-C) e de Caminha (n.º 1-C) e, bem assim, os correspondentes à folha, a publicar brevemente, da Póvoa de Varzim. Em conjugação com os elementos precedentemente indicados, apresenta-se ainda o estudo de rochas graníticas de outras regiões do Minho: Braga, Barcelos e Viana do Castelo, bem como uma primeira alusão a rochas da região de Espinho. A Memória compreende assim uma recapitulação de um certo número de resultados já conhecidos sobre os granitos do Minho e Douro, ao lado de muitos outros ainda não publicados.

Embora a indole do presente trabalho seja essencialmente petrográfica, alguns aspectos petrológicos, suscitados pelas observações levadas a cabo, são discutidos no último capítulo.

No estudo petrográfico teve-se na devida conta o enquadramento geológico das formações graníticas, tal como ressalta dos resultados dos trabalhos de cartografia geológica executados por pessoal dos Serviços Geológicos sob a direcção do Prof. CARLOS TEIXEIRA.

O exame microscópico das rochas foi completado com o estudo químico, utilizando-se certo número de análises químicas conhecidas e efectuando-se novas análises com a colaboração do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências de Lisboa (analista D. LEONTINA GUIMARÃES) e do Laboratório de Técnicas Físico-químicas aplicadas à Mineralogia e Petrologia (da Junta de Investigações do Ultramar — analista Dr. A. LOPES VIEIRA).

A definição do quimismo das rochas estudadas nestes laboratórios mereceu a maior atenção por forma a atender às causas de inexactidão dos resultados da análise quantitativa, em particular no caso dos álcalis, tendo-se procedido à repetição de muitas das operações efectuadas. Este procedimento foi baseado no exame comparativo dos resultados analíticos, obtidos com a mesma amostra, em diversos laboratórios e através de métodos distintos, de acordo com uma iniciativa do Prof. M. ROUBAULT, para a realização da qual foi solicitada a colaboração de laboratórios portugueses.

REGIÕES DE CAMINHA, VALENÇA, VIANA E PAREDES DE COURA

GRANITOS ALCALINOS

1) Generalidades

Os granitos deste tipo afloram em numerosos locais do Norte do País; nas regiões que agora se consideram constituem quer notáveis maciços, quer afloramentos mais limitados. São normalmente leucocratas ou leuco-mesocratas. A granularidade é variável, sendo o grão grosso (às vezes médio), por exemplo nos importantes maciços das serras de Arga, de Góis e da Gávea; nas manchas de Moledo, ao longo do litoral, e em Gondarém, Covas, Ferreira, S. Lourenço, Taião, além de outras, o grão é médio; e noutras manchas — Gamboa, Gandra, Fontoura, S. Pedro da Torre, etc. a textura é definida por um grão médio ou fino e pelo carácter gnaissóide. O granito é mesmo francamente gnáissico na Gandra (« gnaisse da Gandra »). A textura porfiróide não é comum.

Muitos dos granitos alcalinos são biotíticos, mas há-os com duas micas e mesmo moscovíticos.

Não é raro encontrarem-se nestas rochas inúmeros encraves xistentos, mais ou menos granitizados.

Há também encraves onde a origem xistenta não é evidente, caracterizados pela estrutura granular fina e alta concentração de biotite.

Quimicamente, os granitos alcalinos do Norte do País são, no geral, mais ricos de sílica do que os calco-alcalinos. A esfena, acessório tão destacado nos granitos calco-alcalinos, é bem mais rara nos alcalinos e a alanite parece nestes não existir. Por sua vez, nos granitos alcalinos do Minho tem-se encontrado, com certa frequência, a turmalina e, por vezes, a espodumena.

A potassa é, em quase todos os casos conhecidos, mais abundante do que a soda, por vezes com largo predomínio. Apenas no granito da Areosa (Porto), estudado por LACROIX [5], aliás com certa tendência calco-alcalina, a soda excede amplamente a potassa. Em poucos casos, a percentagem de OK_2 é aproximadamente igual à de ONa_2 . Nos granitos calco-alcalinos há, com frequência, predomínio da soda sobre a potassa.

2) O maciço da Serra de Arga

Este imponente maciço granítico é do tipo circunscrito com contorno arredondado. O contacto com os xistos metamórficos é, de certo modo, brusco, existindo contudo uma orla migmatítica, ainda que bastante estreita em relação à grandeza do maciço. Os xistos encaixantes são variados e compreendem um tipo com grandes nódulos micáceos e outro, mais fino, muito moscovítico.

A 800 m a SE de Santo Aginho (Arga de S. João) encontra-se uma rocha sulcada por veios paralelos de quartzo. É um *xisto grafítico*, com leitões largos, granoblásticos, formados por um fino mosaico de grafite e quartzo. Existem algumas raras escamas de biotite.

Notam-se filões cortando os xistos, tendo, como constituintes principais, quartzo, andaluzite e moscovite, como na Arga de S. João, onde a andaluzite aparece em belos e grandes cristais.

Perto da Mina de Vilarinho, a leste e numa zona de fractura, encontra-se, em associação com argila branca — proveniente da alteração de um filão alítico — um mineral verde, a *nontronite*, espécie rica de ferro do grupo dos montmorilonóides.

O granito de Arga tem grão grosso e duas micas. Especialmente nas trincheiras da estrada florestal, perto da capela de S. João, pode verificar-se que o granito engloba grande número de encaves de natureza xistenta, parcialmente granitizados e mais ou menos angulosos. São tão abundantes que chegam a conferir à rocha a fácies dos agmatitos heterogêneos, onde um meio granítico inclui profusamente fragmentos de xistos cristalinos, mais ou menos granitizados.

O carácter circunscrito do maciço parecia indicar simplesmente uma grande intrusão magmática, mas tal hipótese não se coaduna facilmente com a ausência de uma orla bem definida de contacto, pois só existe, como foi referido, uma estreita bordadura e essa de natureza migmatítica. Por outro lado, a provável fácies agmatítica no interior do maciço parece mostrar que não se trata de uma simples intrusão magmática. A génese deste interessante maciço deve pois ser considerada como um problema que necessita de melhor conhecimento.

O exame microscópico demonstra que o granito de Arga oferece uma estrutura granular, com grão médio a grosso. Os maiores elementos são os cristais, com contorno irregular, de microclina-pertite, ainda contendo restos de plagioclase e quartzo. O hóspede desta pertite é a albite. A pertite é faculosa. É de notar, pois, a presença de grandes cristais com características porfiroblásticas, embora nesta rocha não haja típicos megacristais como nos tipos porfiróides.

A plagioclase é francamente albitica; não é muito abundante. Outro feldspato importante é a microclina não pertítica. Existem as duas micas, mostrando a biotite bons halos, alguma alteração clorítica e exsudação de acículas de rútilo.

O quartzo é patentemente um elemento muito importante e a apatite e o zircão são acessórios comuns.

Um exemplar coligido em S. João de Arga, perto da capela, foi analisado quimicamente. Os resultados constam do Quadro B. A análise mostra que a potassa é o álcali dominante. A microclinizacão e pertitização que a rocha sofreu indicam que deve ter tido lugar, como fase tardia da granitização, uma metassomatose potássica. Os parâmetros calculados são 1'.4.1'.3 que competem bem a um granito alcalino do ramo ortósico ($s = 3$).

3) Maciço do Monte de Góis

É ainda um maciço intrusivo nos xistos metamórficos, bem circunscrito, que se ergue perto de Gondarém. O seu contorno é, grosso modo, semicircular.

No Monte de Góis, a leste do contacto granito-xisto, a rocha metamórfica é um *micaxisto moscovítico*, com rara turmalina; o quartzo e a moscovite dispõem-se em leitos um tanto interpenetrados. Os xistos andaluzíticos formam estreita orla no contacto.

O granito do maciço tem grão grosso e mostra as duas micas. Os cristais maiores são de albite ou albite-oligoclase e de microclina. Os intercrescimentos pertíticos são muito comuns, notando-se alguns bons cristais de microclina-pertite.

O quartzo é muito importante e ocorre, em boa parte, em «gotas» inclusas nos feldspatos. A biotite, associada à moscovite, forma agregados pequenos, mas numerosos.

Os acessórios são os habituais: apatite e zircão.

4) Maciço da Serra da Gávea (V. Nova de Cerveira)

O contorno é alongado, tendo o afloramento uma forma mais ou menos elíptica. O maciço é intrusivo nos xistos metamórficos e os elementos do granito oferecem uma certa orientação paralela à orientação dos xistos circundantes. Estão presentes as duas micas e o grão é grosso, no geral. Em volta do v. g. de S. Paio a rocha forma uma faixa estreita, entre

o granito mais fino e os xistos. O granito de grão mais fino encontra-se na zona costeira onde constitui um importante afloramento adiante descrito («granito de Moledo»).

A 300 m a SE do convento de S. Paio encontra-se um belo micaxisto turmalífero, cujos elementos constituintes são o quartzo, a biotite, a moscovite e a turmalina. Esta forma perfeitos cristais transgressivos sobre a matriz, que é assaz grosseira.

Foram estudadas microscópicamente amostras de diversos locais, entre os quais se notam variações na granularidade, embora o granito mantenha os seus caracteres mineralógicos, encerrando sempre duas micas, e seja rico de microclina. Trata-se, por toda a parte, de um *granito alcalino* (microclínico) *com duas micas*.

No Picoto (Vila Nova de Cerveira) o granito tem grão médio, passando mesmo a fino, e contém, além da microclina, microclina-pertite, albite, biotite, moscovite. O quartzo existe, em parte, no seio dos feldspatos.

Na pedreira da Chã da Baguada (Vila Nova de Cerveira) o grão é médio, mas notam-se alguns grandes cristais feldspáticos. Existem os mesmos três tipos de feldspato, sendo a albite e a microclina muito abundantes. A mirmequite é rara e o quartzo é comum no interior dos feldspatos. Os grandes cristais (microclina-pertite) encerram não só quartzo, como biotite e vestígios de albite.

Junto da capela do Espírito Santo (Vila Nova de Cerveira) o grão é mais grosso, e os constituintes são os precedentemente indicados, notando-se que à moscovite se associa um pouco de cordierite alterada e fibrolite, em finíssimos feixes, dispostos em orla estreita, em redor da mica. O quartzo é vulgar no seio dos feldspatos. A rocha é muito rica de microclina que contém reliquias de plagioclase no interior. Nalguns destes exemplares a apatite forma cristais relativamente grandes. Tal como na Serra de Arga, a microclinação afectou marcadamente a rocha deste maciço. Como se viu, a microclina (ou a microclina-pertite) encerra vestígios do feldspato sódico preexistente.

5) Afloramentos da Costa da Castanheira e das Antas

A mancha granítica da Costa da Castanheira oferece forma oval, com o eixo maior orientado na direcção norte-sul.

Existe em Grandachão (Covas) uma faixa de granito oligoclásico, de grão grosso, que chega a assumir o carácter francamente calco-alcalino (com tendência aquerítica), conforme será referido. Mas, noutros pontos, o granito é alcalino com os caracteres habituais. A mancha das Antas (entre Antas e Rubiães) é ainda de granito de grão grosseiro. A rocha contém inúmeros encraves xistentos, ricos de biotite. Vêem-se, por vezes a olho nu, megacristais de feldspato, como em S. Bartolomeu das Antas.

O granito mostra-se, com frequência, bastante alterado, mas os exemplares coligidos junto da capela das Antas (a 30 m a E) estão suficientemente frescos para permitirem o estudo microscópico e químico.

Um tópico, aliás comum ao observado em outros granitos alcalinos, é a microclinação experimentada pela rocha. A plagioclase (albite e albite-oligoclase) é, de facto, escassa relativamente ao feldspato potássico. Este é principalmente microclina e alguma microclina-pertite. Certas secções mal exibem as geminações peculiares, em cruzeta, mas, além de outros caracteres, as secções normais a n_p dão $(001)^{\wedge}n_g = 2^\circ$ a 3° , valores compatíveis com a microclina. É provável que esta seja por vezes um tanto sódica, o que se traduzirá por um ângulo óptico moderado. Mas existem secções de microclina que revelam, para 2V, um valor elevado.

A mirmequite é frequente em típicas bolsas ou gomos, principalmente no contacto da microclina com a plagioclase, bem como o quartzo em «gotas» no seio dos feldspatos.

A biotite é, largamente, a mica dominante, gerando clorite e exsudando agulhas de rútilo.

Os óxidos metálicos, em grânulos e hastes, notam-se associados à biotite.

A moscovite, a apatite e o zircão são acessórios.

Em resumo, trata-se de um *granito alcalino, biotítico e rico de microclina*.

A análise química (exemplar coligido junto da capela das Antas) coaduna-se bem com estes resultados. Os parâmetros competem a um granito alcalino I(II).4.1(2).3 (Quadro B). Esta rocha, dentro dos granitos estudados quimicamente neste trabalho, é das que mostram maior excesso da potassa sobre a soda. É digno de nota o teor relativamente alto de titânio, traduzido mineralogicamente pela abundância de óxidos titaníferos.

6) O «*granito de Moledo*» (granito alcalino da faixa costeira do Minho)

Este tipo de granito oferece um grão médio, às vezes mais ou menos fino. O carácter porfiróide está ausente e não é raro notar-se uma textura orientada, gnaissóide. Também é frequente a relativa pobreza de biotite. Como minerais acessórios interessantes encontram-se, além da turmalina, a almandina e a espodumena, sendo esta mais abundante nos veios aplíticos que sulcam o granito.

Estudaram-se exemplares provenientes de muitos locais do litoral do Minho — Caminha, Viana do Castelo, Praia de Âncora, Aldeia Nova, Gelfa, Moledo, etc. O mesmo granito forma a Serra de Santa Luzia. Ainda o mesmo tipo existe nas manchas de Gondarém e Sopo, já fora da faixa costeira.

Nesta faixa, o granito contacta com os xistos e este contacto corresponde à vertente da arriba fóssil que se ergue acompanhando a costa. Ao longo desta vertente, encontram-se concentrações ricas de biotite (encraves granulares finos) e fragmentos de xistos, mais ou menos granitizados. Entre estes, uns têm a fácies de micaxistos, mas com os leitões muito biotíticos, enquanto que outros possuem fácies gnáissica.

Em trabalho de há anos [6] foi descrito em pormenor o granito alcalino do tipo a que então se chamou «de Moledo».

As amostras recolhidas entre Moledo e a capela de Santa Ana e na Praia de Âncora podem ser tomadas como tipo do granito que se está considerando. O estudo microscópico de um bom número de amostras de outros locais permitiu demonstrar a uniformidade do «granito de Moledo» ao longo da faixa costeira minhota.

Este granito metamorfoza o Silúrico-Ordovícico, como se pode reconhecer em vários locais da região litoral.

Os tipos de feldspatos são a microclina, a albite, a albite-oligoclase e as pertites. Raramente se revela uma tendência calco-alcalina quando se verifica a presença, em larga escala, de oligoclase franca; é o caso do granito gnaissóide da Gelfa. Na maior parte dos casos, a microclina é particularmente abundante e forma frequentemente os maiores cristais da rocha. O mesmo feldspato constitui algumas vezes o hospedeiro dos intercrescimentos pertíticos. A albite (e a albite-oligoclase) partilham com a microclina o papel de feldspato predominante. As pertites não estão, no geral, tão largamente representadas como a microclina e a albite.

A caulinição e a sericitização não são nunca muito avançadas; é notável a frescura das rochas de vários locais, como sucede com o granito gnaissóide da Gelfa.

O quartzo, sempre elemento predominante, figura, em parte, nos intercrescimentos mirmecíticos que corroem com frequência as orlas dos cristais de microclina.

Como se referiu, a biotite não é, no geral, muito abundante, não desempenhando em muitas amostras senão papel de elemento acessório. A turmalina não é rara; assume importância digna de nota no granito da Praia de Âncora, sendo mais rara no da Gelfa. Tanto na biotite como na turmalina são comuns os halos pleocróicos. Num caso ou noutro, observa-se a apatite inclusa na turmalina. Aquele mineral não é também raro no seio da biotite e forma cristais, com dimensões variadas, dispersos no interior dos feldspatos e do quartzo.

A moscovite é quase sempre mais abundante do que a biotite. As duas micas podem associar-se com paralelismo das suas direcções cristalográficas. São acessórios interessantes a granada-almandina, comum na rocha da Gelfa e de outros locais, como em Caminha, e a espodumena. Este elemento, pouco vulgar nos granitos, foi reconhecido [7] no granito de Âncora, em quantidade diminuta. Existe em maior quantidade nos veios aplíticos que cortam o granito gnaissóide da Gelfa.

No granito, a espodumena aparece em raros cristais pequenos, alongados e com clivagens nem sempre nítidas em consequência da alteração que afecta o mineral. Nos veios aplíticos o estudo daquele mineral de lítio pode fazer-se em melhores condições. O mineral está patente, a olho nu, ou à lupa, sob a forma de pequenos cristais prismáticos, achatados, de cor levemente cinzenta e exibindo boas clivagens. As propriedades ópticas são as habituais da espodumena, devendo apenas notar-se o valor relativamente elevado do ângulo de extinção ($c \wedge n_g = 33^\circ$). A densidade, determinada pelo método do frasco, é de 3,18 e a presença de lítio foi confirmada pela coloração vermelho-púrpura produzida quando o mineral funde com uma mistura de bissulfato de potássio e fluoreto de cálcio.

É esta a primeira ocorrência de espodumena conhecida em Portugal metropolitano. O mineral encontra-se na Galiza, onde foi estudado por PARGA-PONDAL.

Numa das lâminas de um veio aplítico da Gelfa foi identificado, por M.^{me} JÉRÉMINE, o berilo. Deve ser um acessório assaz raro, não tendo sido encontrado nas outras amostras dos filões aplíticos e pegmatíticos que sulcam o « granito de Moledo ».

Estes filões podem oferecer as duas fácies associadas — a aplítica e a pegmatítica. Muitos deles são delgados, simples veios aplíticos, quase holo-leucocratas, com o grão fino peculiar dos aplitos. Os minerais essenciais são o quartzo, a microclina, as pertites (formando os maiores cristais), a albite, a moscovite; acessoriamente observam-se a turmalina, a apatite e nalguns casos, como se viu, a espodumena e o berilo.

A análise química publicada em 1933, por LACROIX, referente a um granito de Caminha [5], do tipo do de Moledo, confirma o quimismo alcalino desta rochas. Reproduz-se essa análise no Quadro B. Os parâmetros que lhe competem são $I.4.1(2).3'$. Revela pois, pelo parâmetro $r = 1(2)$, um certo pendor calco-alcalino aliás já verificado em alguns exemplares precedentemente referidos (como no granito gnaissóide, com oligoclase, da Gelfa).

7) Mancha de Covas

Este granito alcalino, de grão médio a grosso, não gnaissóide, acompanha o granito mais grosseiro de Grandachão, posteriormente descrito no grupo dos granitos calco-alcalinos.

As amostras coligidas a 600 m a NE da pirâmide Castanheira (Covas) têm, como constituintes principais, microclina, microclina-pertite (e alguma pertite), quartzo, albite-oligoclase, biotite e moscovite. Os acessórios são os habituais — apatite e zircão — e os minerais caulínicos e a clorite são produtos secundários, um tanto abundantes. Trata-se pois de um granito alcalino, muito microclínico, com duas micas.

Deve-se pôr em destaque o facto de os maiores cristais de microclina e de pertite conservarem ainda relíquias de plagioclase, além de inclusões de mica, mostrando assim a importância dos processos de microclinição e de pertitização.

8) Manchas de Ferreira, Cossourado, Romarigães e outras

Estes granitos mostram grão médio, ou fino, outras vezes passando a grosseiro. Com frequência se nota uma textura gnaissóide que chega a conferir à rocha carácter francamente gnaissico.

Destas manchas foram estudados vários exemplares, em particular os coligidos entre os Kms 20 e 23, na estrada de S. Roque a Ponte de Lima, a cerca de 2,5 Km a SE de Romarigães e entre Formigoso (cota 516) e Labrujeira. As amostras são de granito

gnaissóide (ao Km 20 da referida estrada) ou de gnaissé franco (ao Km 23 da mesma estrada). O grão é fino ou médio. Estes exemplares pertencem a um extenso alinhamento, de manchas de granito orientado, com o rumo «grosso modo» NNW-SSE, o qual a N passa entre a Serra da Salgosa e Candemil e em seguida entre a Serra de Covas e Mentestrado, acompanhando a Ribeira de Canha e outros cursos de água. Prolonga-se ainda mais para o sul, entre as serras de Formigosa e da Labruja. Deste alinhamento estudar-se-ão outros exemplares.

Além do quartzo, muito abundante e assaz granulado, estas rochas contêm uma grande quantidade de feldspatos potasso-sódicos e albite, esta em menor proporção.

O feldspato potasso-sódico compreende dois tipos: um com pequeno ângulo óptico, sem geminações ou com geminações em retículo muito denso, raramente visível; deve tratar-se de anortose. O outro tipo tem $2V$ mais amplo e mostra com certa frequência as geminações, em retículo menos denso, indicativas de microclina, devendo ser, dado o valor não muito elevado de $2V$, uma microclina-sódica. Uma secção, com pequeno ângulo óptico, normal a n_g , deu $(001)^{\wedge}n_p = 12^\circ$ a 13° ; a microclina normal competiria o valor 10° .

A albite é fácil de caracterizar, mas nota-se que esta plagioclase está parcialmente convertida em feldspato potasso-sódico. Certas secções patenteiam o desaparecimento quase total das geminações lamelares e têm orlas de feldspato potasso-sódico. A mirmequite observa-se aqui ou além, especialmente no contacto da albite com o feldspato potasso-sódico e é sempre grosseira. Existem duas micas, com ligeiro predomínio da biotite. Esta e a moscovite podem apresentar-se em associação paralela. A biotite inclui cristalículos de zircão, com halos pleocróticos, e alguma apatite. Os óxidos metálicos são escassos. Orlando a moscovite, podem observar-se orlas franjadas de moscovite II, intercrescida com quartzo (simplectite).

A silimanite não é comum, mas ocorre, em pequenos prismas e bastonetes, associada às micas.

A análise química de um exemplar de um dos locais indicados (ao Km 23 da estrada de S. Roque a Ponte de Lima) deu os resultados incluídos no Quadro B, que confirmam o carácter claramente alcalino da rocha. Verifica-se a quase igualdade dos teores de potassa e de soda, com ligeiro excesso desta, o que se compreende, visto que apesar de a albite ser menos abundante do que os feldspatos potássicos, estes contêm soda. Os parâmetros são I.4.1.3(4).

Por outro lado é de notar o tipo acentuadamente leucocrata da rocha.

Em conclusão está-se em presença de *granito gnaissóide* ou mesmo de um *gnaissé franco*, (granítico) *alcalino com duas micas*.

9) Afloramentos de Coura e da Ribeira do Fojo

Estes afloramentos estão compreendidos no grande alinhamento de granitos gnaissóides, de que se tratou no parágrafo precedente. A pequena mancha de Coura afasta-se ligeiramente da faixa principal, formada pela rocha orientada. Em S. Martinho de Coura o granito é gnaissóide, tal como junto à ponte da Ribeira do Fojo, a S de Candemil.

O granito orientado continua ainda para NW deste local, constituindo uma estreita faixa apertada entre os xistos.

A rocha de S. Martinho de Coura é um granito gnaissóide alcalino, com duas micas. Tem, como feldspatos, albite, pertite e feldspato potássico ou potasso-sódico, sem geminação, com $2V$ médio a grande, atribuível a uma ortose, que forma os maiores e mais perfeitos cristais da rocha. A pertite é fina, constituindo cristais menores. A albite é menos abundante do que os feldspatos potássicos. Há boas «gotas» de quartzo no seio do feldspato e, por outro lado, notam-se intercrescimentos de quartzo e moscovite, formando orlas franjadas em torno de cristais de moscovite, principalmente nos topos das secções alongadas. Esta mica inclui, com certa frequência, quartzo e albite.

A biotite acompanha a moscovite e mostra os halos habituais. Existe alguma silimanite ligada às micas, além dos acessórios comuns.

Na ponte da Ribeira do Fojo o granito é de tipo semelhante, com duas micas, distinguindo-se do precedente por encerrar muita microclina, estando também as pertites (microclina-pertite e pertite) largamente representadas. Por outro lado, destaca-se a mirmequite e estão patentes belos exemplos da passagem das «gotas» circulares de quartzo, no interior do feldspato, às «gotas» vermiformes ou sub-vermiformes da mirmequite grosseira.

O quartzo corrói a moscovite e aparece no seio desta. São tudo típicas manifestações metassomáticas. Os maiores cristais são de pertite e de moscovite. Há ainda algumas agulhas de silimanite, além dos acessórios normais.

A análise química de um exemplar deste local dá uma indicação que à primeira vista não parece conciliável com os resultados da observação óptica. Com efeito, uma das lâminas estudadas conduziu ao grupo dos granitos alcalinos, enquanto que a análise química (Quadro B) indica um granito monzonítico típico (com leve tendência per-ortósica), definido pelos parâmetros $P'4.2. '3$. É notável o excesso de potassa sobre a soda, o que se coaduna com a distribuição, no modo, da microclina e dos feldspatos pertíticos, muito mais importantes do que a albite. Mas o estudo microscópico de outros exemplares demonstrou que nos intercrescimentos pertíticos a plagioclase não é albite franca, mas sim, em boa medida, um tipo mais cálcico que pode atingir a oligoclase. Deste modo, tendo em conta a importância quantitativa das pertites, compreende-se o carácter calco-alcalino revelado pela análise química.

Não se julga, contudo, que se deve separar a rocha da ponte da Ribeira do Fojo do domínio dos granitos alcalinos do Minho, em relação aos quais representará apenas uma fácies local de variação.

O facto apontado é digno de interesse e mostra que não se deve conceder valor demasiadamente rígido ao quimismo, o qual convirá que seja integrado no conjunto das características geológicas e petrológicas da região considerada.

10) Manchas de S. Lourenço e Taião

Nestas manchas os granitos são leucocratas, com granularidade variável, grosseira, como a 1000 m a SW de S. Lourenço, ou mais fina, como nas minas de Taião.

Neste local a rocha é leucocrata e pode oferecer certa tendência gnáissica.

Trata-se de um *granito alcalino biotítico*, tendo como elementos capitais, além do quartzo, albite, feldspato potasso-sódico, alguma pertite e biotite. Observa-se, como em outros casos, a substituição da plagioclase pelo feldspato potasso-sódico. Este pode, em uma ou outra secção, mostrar uma geminação em retículo fino, o que, associado com o valor moderado de 2V, obriga a pensar na anortose.

A biotite, embora seja a única mica presente, não é muito abundante, o que aumenta o carácter leucocrata da rocha. Além da apatite são acessórios interessantes a esfena e a fluorite, que ocorre associada, em raros grãos violáceos, com os agregados de biotite, clorite e óxidos de ferro e de titânio.

Outro tipo de granito distingue-se do precedente por conter moscovite e possuir grão mais fino. A biotite existe mas de modo subordinado. O feldspato potasso-sódico é mais abundante do que a albite.

Não são raras as secções com pequeno 2V que mostram, mais ou menos nitidamente, as geminações em retículo muito fino. Mas outras há onde o valor elevado de 2V indica a microclina. Os acessórios, além dos habituais, compreendem uma granada que forma alguns grãos de contorno pouco regular. À biotite, com halos pleocróicos, associa-se uma clorite verde-intensa, com birrefringência assaz baixa. A moscovite é a mica predominante.

É pois um *granito alcalino com duas micas, de grão fino, gnaissóide*.

11) Afloramentos perto de S. Silvestre e de Venade e Insalde

Estes extensos afloramentos de granito alcalino, de grão médio, reúnem-se em uma extensa mancha que, com pequenas interrupções, se prolonga desde as cercanias de Taião, passando por S. Lourenço (cota 675), continuando para sul, a leste de S. Silvestre (cota 736), e atingindo, ainda mais a sul, Venade de Baixo e Insalde. São, portanto, o prolongamento meridional das manchas tratadas em 10).

a) S. Silvestre

Passar-se-ão em revista, em primeiro lugar, os exemplares das rochas das proximidades de S. Silvestre, coligidas a 1100 m a S de S. Silvestre, em Couto — 1500 m a S do mesmo local — e a 1200 m a SE de S. Silvestre. A rocha do primeiro local é um granito de grão grosso, às vezes com tendência porfiróide, alcalino e biotítico.

O feldspato forma alguns grandes cristais, no geral de pertite ou de feldspato potasso-sódico não pertítico. Os tipos de feldspato são variados, predominando a ortose sódica (ou a ortose) e a albite, por vezes passando a oligoclase. Nos tipos potasso-sódicos o ângulo 2V é frequentemente moderado ou pequeno mas, em certos casos, tem um valor maior; não se observam geminações. A albite pode constituir cristais homogêneos, ou apresentar-se em cristais zonados com núcleos um pouco menos sódicos, o que aliás nem sempre se observa, podendo existir orlas de oligoclase-albite e núcleos de albite.

A composição média é a de uma albite-oligoclase com 9 a 10% mol. de an.

As pertites não estão sempre presentes. A sericitização é comum. O quartzo ocorre em parte no interior do feldspato e a mirmequite existe sob a forma de pequenos gomos na orla da plagioclase. A biotite é, geralmente, a única mica presente. Apenas em um exemplar se identificaram algumas escamas de moscovite. Com a biotite se ligam, como habitualmente, o zircão — gerando belos halos —, a apatite e produtos secundários — clorite e óxidos metálicos.

Em Couto (a 1500 m a S de S. Silvestre) o granito é de grão médio ou grosseiro, alcalino e biotítico, embora contenha alguma moscovite.

Dominam os feldspatos potasso-sódicos — pertite, microclina, microclina-pertite e ortose sódica ou, mais provávelmente, anortose, com 2V assaz pequeno e geminação em retículo muito denso, de observação não muito fácil.

Os maiores cristais da rocha são de pertite e de feldspato potasso-sódico não pertítico.

A plagioclase (albite) é mais rara.

O quartzo corrói os feldspatos e aparece em «gotas» no interior deles. A corrosão do quartzo está especialmente marcada nos grandes cristais feldspáticos, que chegam a mostrar contornos amibóides. A mirmequite é pouco densa e existem intercrescimentos simplectíticos de quartzo e moscovite. Estas relações estruturais complexas e muito variadas traduzem a relevância dos processos metassomáticos. Os elementos acessórios e secundários são os mesmos dos exemplares precedentes.

A 1200 m a SE de S. Silvestre, a rocha tem composição mineralógica mais complexa. O granito, ainda do grupo alcalino, possui granularidade grosseira, com grandes feldspatos pertíticos e duas micas, repartindo-se os feldspatos pelos tipos já conhecidos: ortose sódica (ou anortose), pertite e albite-oligoclase. Destacam-se conspícuos agregados de biotite, com orlas muito recortadas de moscovite e simplectite, a qual se concentra nos topos dos cristais individuais de moscovite. Nestes agregados a silimanite (fibrolite) ocorre em feixes de acículas directamente ligados à biotite, da qual, por vezes, apenas restam algumas relíquias, dado o estado avançado da silimanitização. Em relação com estes agregados, notam-se pequenas bolsas de cordierite alterada (dando filitos e matéria isotropa), a certa distância da mica, no seio do feldspato vizinho.

Todos estes aspectos são, afinal, a reprodução do que se observa nos migmatitos da faixa costeira de Vila Chã e Angeiras (perto de Vila do Conde).

Além dos acessórios habituais, a rocha encerra ainda alguns grãos de granada incolor, por vezes com leve birrefrangência, e a biotite pode mostrar-se intercrescida com clorite e exsudar agulhas de rútilo.

A análise deste interessante granito migmatítico é dada no Quadro B. O quimismo marcadamente alcalino é assim confirmado, competindo à rocha os parâmetros l'.4.1.3. É muito amplo o excesso da potassa sobre a soda.

b) *Venade de Baixo e de Insalde*

Pertencem também à grande mancha de granito alcalino (de grão essencialmente médio) de S. Lourenço — Taião — S. Silvestre, representando a sua parte meridional.

Em Venade de Baixo o granito tem grão médio e duas micas. O seu interesse principal, relativamente a outros exemplares da grande mancha acima referida, reside na perfeita e avançada pertitização que a rocha revela. Com efeito, notam-se frequentes e grandes cristais pertíticos, geralmente com a geminação de Karlsbad. A plagioclase (albite muito sódica) mostra-se envolvida pela pertite, pelo menos parcialmente.

A nitidez do intercrescimento permite descobrir que o hospedeiro da pertite tem um ângulo óptico pequeno (30° a 45°), sinal negativo e que, em certos casos, patenteia, mais ou menos claramente, as finas geminações em cruzeta, características da anortose, aliás observadas em outros granitos da mesma mancha. As secções normais a n_g dão para $n_g^{(001)}$ o valor 1°, compatível com o que define a anortose.

Acentua-se assim a impressão de que o feldspato potasso-sódico, tantas vezes observado nos granitos aqui descritos, deve ser, em muitos casos, uma anortose, quer ocorra em cristais independentes, quer em intercrescimento pertítico, servindo de hospedeiro.

O granito de Venade de Baixo oferece, por outro lado, os tópicos já mencionados a propósito das rochas da vizinhança de S. Silvestre: «gotas» de quartzo, corrosão dos megacristais, alguma mirmequite, silimanitização da biotite e intercrescimentos simplectíticos (em particular nos topos dos cristais da moscovite).

Em resumo, está-se ainda em presença de um granito com acentuadas manifestações metassomáticas, perfeitamente similares às que se encontram nos migmatitos tão típicos da região costeira de Vila do Conde, que adiante se estudarão.

Em Insalde encontra-se um interessante tipo de *granito alcalino, biotítico e silimanítico*. O grão é médio e, mesmo macroscopicamente, pode vislumbrar-se um mineral castanho-claro, com hábito às vezes alongado, que é a silimanite.

Muitos dos tópicos da rocha são os habituais: predomínio do feldspato potasso-sódico sobre a albite; presença, ao lado do feldspato potasso-sódico de elevado 2V (ortose), que constitui o hospedeiro dos intercrescimentos pertíticos, de algum feldspato com os caracteres da anortose; biotite abundante e moscovite apenas acessória. Mais peculiar é a existência de duas gerações de silimanite — a primeira em prismas curtos ou alongados, por vezes excepcionalmente grandes, e a segunda (fibrolite) em feixes. A biotite mostra-se substituída em parte por belos agregados com eixos de silimanite e orlas de fibrolite. A silimanite ocorre também associada à moscovite. As silimanites I e II em conjunto com as micas e os óxidos metálicos formam faixas orladas, em parte, por outras ricas de quartzo. Este arranjo obriga a pensar nos leitos alternantes de paleossoma (micas, silimanite, etc.) e de metassoma (quartzo, etc.) de certas rochas migmatíticas, tal como acontece na mencionada região vizinha de Vila do Conde.

Os cristais de silimanite dão boas secções onde os caracteres ópticos podem ser verificados; o ângulo óptico é muito pequeno (10° a 15°) e o sinal óptico positivo.

Os restantes elementos acessórios são os comuns — apatite, zircão, rara magnetite. Parte dos óxidos metálicos deriva da biotite.

Notam-se as habituais inversões de cristalização, relativamente à ordem normal em termos de magmatismo. Assim, o quartzo é comum no interior dos feldspatos.

A rocha de Insalde é, pois, um *granito alcalino biotítico e silimanítico, com caracteres migmatíticos*.

De locais vizinhos do precedente são as rochas a seguir sucintamente referidas.

Os exemplares coligidos a 6000 m a N de Rebordões — Insalde são de um *granito alcalino, biotítico* de grão grosso, chegando a ser um tanto porfiróide. É ainda um *granito alcalino biotítico*, de granularidade grosseira a média, a rocha de Cortinhas — Insalde.

No primeiro local, o granito oferece alguns enormes cristais de feldspato potasso-sódico, provavelmente uma anortose. Em volta destes megacristais, cujos contornos são muito recortados, é intensa a granulação da matriz, acompanhada por deformação acentuada (extinções rolantes, etc.). Parte do feldspato está pertitizado. Existe albite-oligoclase, em cristais menores; é menos abundante do que o feldspato potasso-sódico.

A plagioclase pode estar corroída por uma orla bem desenvolvida de mirmequite.

Estão igualmente patentes outras manifestações metassomáticas, observadas em rochas já descritas.

Alguns dos cristais de biotite são de grandes dimensões; é importante a alteração clorítica, sempre associada à exsudação de ilmenite e de acículas de rútilo.

A moscovite e outros acessórios habituais completam a constituição da rocha.

No seio do feldspato nota-se, embora raramente, calcite associada à moscovite.

No granito de Cortinhas — Insalde há também alguns megacristais pertitizados com a microclina por hospedeiro, assaz mordidos pela matriz, em particular penetrados pelo quartzo, que pode estar incluso no feldspato. A rocha, além dos elementos citados, contém albite, abundante biotite e os acessórios e produtos secundários habituais.

12) Manchas de granito gnáissico e gnaissóide de Gandra, Gamboa, Fontoura, S. Julião, Cornes, Silva e S. Pedro da Torre.

Trata-se de um conjunto de extensos afloramentos de rocha orientada, onde, por vezes, a textura é francamente gnáissica. Estes afloramentos atingem, a norte, S. Pedro da Torre (perto do rio Minho) e Gandra e, a oeste, Cornes; é sobre eles que se encontram as localidades de S. Julião, Fontoura, além de outras. Contactam, a leste, com a grande mancha de granito de grão médio de S. Lourenço — S. Silvestre.

a)

Desta extensa formação de granito gnaissóide e gnáissico estudaram-se, em particular, exemplares do Picoto das Penices (a E de S. Silvestre e a W de Gondim), de perto de S. Julião e das Caldas de S. Pedro da Torre, bem como os da mancha dos gnaisses da Gandra e do seu prolongamento em direcção ao rio Minho.

No Picoto das Penices o granito é nitidamente gnáissico, com grão relativamente fino. O feldspato predominante é, como geralmente se tem verificado noutros locais, potasso-sódico com 2V médio ou pequeno; por vezes vislumbram-se vestígios de geminação em retículo denso; uma secção perfeitamente normal a n_p deu $n_g^{(001)} = 2^\circ$, valor que se compatibiliza com o que define a anortose, o que em conjunção com os caracteres precitados permite admitir que aquele feldspato esteja presente. Noutros exemplares, com 2V maior (ainda que de valor modesto para um feldspato) e sem vestígios de geminação em cruzeta, é provável tratar-se de uma ortose sódica. Parte do feldspato potasso-sódico constitui o hospedeiro da pertite, elemento largamente representado. A plagioclase (albite-oligoclase) é subsidiária, formando cristais menores do que os do feldspato rico de potássio.

Tanto a biotite como a moscovite estão presentes em abundância, podendo ligar-se em agregados complicados, observando-se na mica branca orlas ou penetrações de simplectite,

de quartzo e moscovite. São comuns, em associação com as micas, bastonetes e também cristais prismáticos alongados, divididos em pequenos troços por meio de fracturas transversais bem marcadas. Trata-se de silimanite, não se encontrando a variedade fibrolite, comum em outros exemplares precedentemente descritos.

A biotite inclui zircão com halos pleocróicos e exsuda profusamente óxidos metálicos. A cordierite, convertida quase totalmente em matéria isótropa e agregados cloríticos, apresenta-se em pequenas bolsas, localizadas na vizinhança da biotite.

A estrutura da rocha é complexa, com as superfícies de contacto entre os grãos muito recortadas e quartzo incluído em quantidade no feldspato.

O granito do Picoto das Penices é representativo de grande parte da mancha do granito orientado, conforme se verifica pelo exame de amostras de vários pontos daquela mancha.

É, como se vê, um *granito gnáissico, alcalino, com duas micas e silimanite*.

Entre Razo e o Monte Razo, a 1,3 Km a SE da igreja de S. Julião, o granito é ainda orientado, exibindo feixes ricos de biotite, o que lhe concede um aspecto gnáissico. O grão é médio e a composição mineralógica é similar à do exemplar precedente, apenas com a diferença de existirem alguns cristais de microclina-pertite. O feldspato potássico-sódico é, também neste caso, o predominante e a plagioclase é mais sódica (albite). As micas associa-se igualmente silimanite, mas em quantidade menor do que na rocha do Picoto das Penices.

Na parte norte da mancha em consideração, o granito das Caldas de S. Pedro da Torre representa um tipo menos orientado, observando-se amostras onde não se nota qualquer orientação.

A rocha possui grão de médio a grosseiro e contém, como elementos essenciais, além do quartzo, ortose sódica (ou anortose) e pertite — em grandes cristais (às vezes de microclina-pertite) —, albite-oligoclase, biotite e moscovite. A mirmequite pode existir em pequenos gomas na orla do feldspato potássico. Entre os acessórios, reconhece-se alguma cordierite alterada, em ligação com as micas.

É pois um *granito alcalino com duas micas*.

b) *Gnaise da Gandra*

NERY DELGADO, nos seus estudos sobre os terrenos paleozóicos [8], alude a esta mancha que designa por « gnaise da Gandra ». O seu prolongamento pela região de Real, Valagota, Picões e mais para NW, em direcção ao rio Minho, está representado por rochas graníticas ainda orientadas com o rumo aproximado Norte-Sul.

A rocha mostra, por vezes, fácies nitidamente gnáissica, em certos casos com tendência oclear, mas noutros pontos nota-se a passagem gradual ao granito [2].

O « gnaise da Gandra » é constituído essencialmente por quartzo, feldspatos potássicos (microclina, em particular), plagioclase sódica (albite ou albite-oligoclase), biotite e moscovite. Observam-se grandes cristais pertíticos, com fina pertite fusiforme, assaz deformados e tendo na orla mirmequite grosseira, a qual pode também ocorrer encravada na pertite, devendo ter-se formado nos contactos desta com a plagioclase. Por sua vez, a plagioclase mostra-se substituída parcialmente pela mirmequite, em alguns pontos. A plagioclase tem a composição da albite-oligoclase e, em poucos casos, é uma oligoclase franca. O feldspato potássico é muito abundante, revelando, no geral, com maior ou menor nitidez, as geminações da microclina, a qual, quer isolada, quer como hospedeira dos intercrescimentos pertíticos, constitui conspícuos cristais.

O ângulo óptico é, às vezes, modesto, relativamente aos valores habituais da microclina. Tanto em secções normais a um eixo óptico, como em outras normais a uma bissectriz, pode-se verificar que o seu valor, naqueles casos, pouco excede 60°. Deve tratar-se de uma microclina-sódica, o que está de acordo com a existência de feldspato potássico-sódico, tantas vezes observada nos granitos de várias regiões nortenhas.

O quartzo, como o conjunto da rocha, manifesta deformação e granulação e os seus grãos podem encontrar-se intimamente associados às plagas de mirmequite, notando-se então continuidade entre o quartzo intersticial e o dos agregados mirmequiticos.

A concentração dos feldspatos (e do quartzo) em ocelos está mais ou menos patente em alguns exemplares.

As duas micas associam-se, não sendo raros os conjuntos com eixos paralelos de biotite e de moscovite; em alguns cristais a mica branca forma a zona axial, sendo as margens de biotite. Esta é a mica dominante. O zircão, por vezes em cristaizinhos bem visíveis, é um acessório comum, tanto incluso nas micas como exteriormente a estas. A apatite e a granada constituem alguns grãos de apreciáveis dimensões. Nota-se um pouco de cloritização da biotite.

Deve acentuar-se que o gnaïsse da Gandra apenas difere do granito alcalino das regiões vizinhas pelo facto de ser uma rocha orientada. É interessante notar que existem passagens entre o tipo gnáïssico e o tipo granítico franco, não orientado.

13) Mancha de granitos alcalinos, com duas micas, do monte do Faro (Valença) e das suas circumvizinhanças

Um maciço granítico forma a região central representada na folha de Valença da Carta Geológica de Portugal (1/50 000) [2], incluindo o ponto mais elevado da região: o vértice geodésico do Faro, com 563 m de altitude. Este maciço atinge, para norte, Ganfei e as margens do Minho e, para leste, chega até Eiras e ultrapassa Sanfins. Prolonga-se, para sul do monte de Faro, por uma faixa estreita que se liga com o granito da mancha de Granhões, a qual, por sua vez, continua até Vilar, enquadrada pelas formações xisto-migmatíticas. O mesmo granito aparece, ainda, separado do anterior por gnaïsses migmatíticos, em uma faixa que parte de um ponto um pouco a norte de Caxaria (Ganfei), passando entre Vilar e Picões e entre Paço e Ozão, para continuar, na região representada na folha de Caminha, pelo granito do mesmo tipo, precedentemente descrito.

A constituição mineralógica é, conforme foi dito, semelhante à do « gnaïsse da Gandra, tratando-se apenas de uma rocha não orientada, o que a distingue daquela. O tipo petrográfico fundamental é o dos granitos alcalinos mas, em alguns casos, a relativa abundância de oligoclase confere à rocha um pendor para os granitos monzoníticos [9]. Por vezes observam-se intercrescimentos micropegmatíticos de quartzo e microclina.

A sericitização e a caulínização afectam sensivelmente a rocha; a biotite, além de clorite (penina), gera acículas de rútilo, ilmenite (em formas esqueléticas) e esfena.

O zircão forma halos pleocróicos não só na biotite, mas na própria moscovite.

Os acessórios são, além do zircão e da apatite, óxidos metálicos (magnetite e ilmenite).

O monte do Faro [9] é constituído não só por este granito, com textura granular fina a média, como também por micaxistos e gnaïsses migmatíticos. Um sistema de filões aplito-pegmatíticos corta este complexo.

Merecedor de destaque é o facto de o micaxisto oferecer frequentes passagens ao gnaïsse migmatítico, à medida que se vai feldspatizando. A rocha é, então, grano-lepidoblástica, finalmente granulada, contendo as duas micas e feldspatos (oligoclase e oligoclase-andesina) em percentagens diversas, mas apreciáveis, embora não ultrapassem 15%. Entre os acessórios, além do zircão e da apatite, figura a turmalina.

Os filões pegmatíticos são predominantemente feldspáticos, com plagioclase (albite-oligoclase e oligoclase) e microclina-pertite em intercrescimentos gráficos com o quartzo.

O aplito encerra granadas vermelhas, provavelmente almandina; contém igualmente plagioclases sódicas e feldspatos potássicos, com predomínio das primeiras.

As rochas aplito-pegmatíticas podem formar massas, no seio do granito, além dos filões.

Também se deve pôr em relevo o facto de as faixas xisto-migmatíticas possuírem xistoidade com direcção aproximadamente norte-sul, paralela à dos « gnaïsses da Gandra ». Por seu

lado, como foi referido, a passagem gradual desta última rocha ao granito alcalino, com duas micas, e a feldspatização progressiva dos micaxistos permitem pensar que um processo de granitização se tenha dado a partir dos micaxistos, para, através das rochas gnáissicas, conduzir até ao granito alcalino.

No contacto com o granito porfiróide, calco-alcalino, que forma a pequena mancha de contorno elíptico de Eiras, encontra-se novamente o granito alcalino, com albite e duas micas, do mesmo tipo do precedentemente descrito. Em relação ao granito do monte do Faro, verifica-se que há marcada analogia, embora as pertites estejam ainda mais patentes no afloramento de Eiras.

GRANITOS CALCO-ALCALINOS, NO GERAL PORFIRÓIDES

1) Generalidades

Este importante tipo petrográfico do Norte do País é igualmente bem conhecido nas outras regiões graníticas do Maciço Antigo.

Os granitos calco-alcalinos formam alguns dos maiores maciços graníticos das regiões de que se ocupa este trabalho, como os de Monção e Paredes de Coura. Afloram ainda, constituindo manchas de maior ou menor importância, entre Labruja e Nogueira, em Insalde e Infesta, em Romarigães, Mentrestido, Candemil e Nogueira, assim como em Taião, e ainda em outros locais.

O maciço de Monção tem carácter circunscrito, com contorno em arco de círculo regular. É o prolongamento da grande mancha galaica da província de Pontevedra, entre Porriño e Salvatierra de Miño.

A textura porfiróide é assaz frequente nos granitos calco-alcalinos. Os megacristais são, por vezes, de feldspatos potasso-sódicos pertiuzados, sendo a microclina comum, mas podem ainda ser constituídos por plagioclases calco-sódicas, principalmente oligoclase e andesina-oligoclase. O quartzo é elemento essencial, mas, em alguns casos, torna-se menos abundante, adquirindo então a rocha, como se verá, tendência para os aqueritos.

A biotite é a mica dominante e, muitas vezes, a única presente.

Entre os minerais acessórios sobressaem a esfena, a apatite, a alanite e o zircão. A esfena deriva, pelo menos em parte, da biotite. É o acessório de maior importância.

A disjunção, bem observável em muitos locais, é mais ou menos esferoidal ou mesmo paralelepédica, como nas manchas de Paredes de Coura e de Monção. Todos estes caracteres se coadunam perfeitamente com os observados por PARGA-PONDAL [12] [13] nos granitos da Galiza, por ele considerados como rochas intrusivas tardias, ligadas à orogenia varisca.

A alanite em cristais euédricos relativamente grandes é uma característica comum aos granitos do Minho e da Galiza.

Do ponto de vista químico, há que acentuar o carácter menos silicatado destes granitos, relativamente aos granitos alcalinos. Também, ao contrário destes últimos, a soda é frequentemente mais abundante do que a potassa.

As relações genéticas com as rochas mesocratas de fácies granodiorítica são, pode dizer-se, evidentes, como se verá em parágrafo posterior.

Passam-se seguidamente em revista as principais manchas de granitos calco-alcalinos.

2) Maciço de Paredes de Coura

O estudo petrográfico deste importante maciço foi feito em outro trabalho [10]. Resume-se aqui a exposição então apresentada.

Os exemplares estudados provêm de vários locais — pedreiras junto da vila de Paredes de Coura, Codeceda, Angústias, etc. — e podem considerar-se representativos de toda a mancha de Paredes de Coura. Embora com certas variações de textura — sendo o carácter porfiróide

menos marcado em pequeno número de amostras — a rocha é fundamentalmente sempre do mesmo tipo, leuco-mesocrata, com granularidade média a grosseira. A orientação dos elementos constituintes, particularmente da biotite, confere à rocha certo gnaissismo, aliás em poucos casos. O granito encerra, com frequência, encraves mesocratas ou mesomelanocratas, de grão mais fino, ricos de biotite, por vezes passando à rocha incluyente. Mais tarde se tratará desses encraves. O quartzo, mineral essencial em certos exemplares, é menos abundante em outros, o que concede à rocha um carácter granítico mais atenuado.

Os feldspatos ocorrem quer em megacristais, quer na matriz. A sua natureza é, nos primeiros, variada: plagioclase (andesina franca com cerca de 35 mol % de an. e oligoclase-andesina), microclina, microclina-pertite e rara pertite. Nos megacristais predominam as plagioclases, existindo, contudo, alguns grandes cristais de microclina e de microclina-pertite.

O «fabric» da rocha e, em especial, dos elementos feldspáticos, define-se, por vezes, pela presença de elementos com dimensões variando, um tanto continuamente, desde os megacristais até aos mais pequenos elementos da matriz. Nesta, os feldspatos são menos cálcicos, sendo comum a oligoclase ou a albite-oligoclase e, o feldspato potássico é em menor quantidade.

A biotite é a mica exclusiva em muitos exemplares. Noutros casos associa-se à moscovite, mas mantendo a sua predominância. A associação faz-se com orientação paralela das clivagens das duas espécies. Os halos pleocróicos estão profusamente representados nos cristais de biotite, sendo possível reconhecer, em muitos pontos, os núcleos de zircão. Outros halos, assaz largos e de enegrecimento permanente, são gerados pela alanite, inclusa também na biotite. Mas este acessório constitui alguns conspícuos cristais independentes da biotite alongados segundo o eixo *b*, dando secções hexagonais, por vezes finamente zonadas; a birrefringência é variável, dentro do mesmo cristal, com domínios quase isotropos. À biotite ligam-se ainda intimamente a clorite (penina) e a esfena. O dois minerais desenvolvem-se conjuntamente, mostrando-se a penina intercrescida paralelamente com a mica e observando-se a esfena em grãos que se dispõem ao longo das clivagens do mesmo mineral. A esfena ocorre também em cristais fora da biotite, mas em ligação com a esfena gerada ao longo das clivagens daquela. A clorite é fresca, não parecendo um produto de alteração meteórica. Certos cristais de biotite foram quase totalmente convertidos numa associação de penina e esfena, restando algumas relíquias do mineral original.

Tudo indica que a biotite titanífera se desdobrou em penina e esfena [11]. Apenas nos exemplares de Angústias (na estrada, ao Km 48,20) a mica não produziu esfena, senão em escala limitada, exsudando em seu lugar agulhas de rútilo e grãos de óxidos de ferro e titânio.

Em relação com a referida associação, deve mencionar-se a ocorrência de calcite que pode, por sua vez, ligar-se à penina e à esfena, além de existir no interior da plagioclase. É provável que o cálcio, necessário à formação da calcite e da esfena, tenha sido introduzido por via hidrotermal, visto que só em quantidade muito restrita poderá provir da biotite.

Para dar ideia da importância da esfena na maioria dos exemplares de Paredes de Coura, dir-se-á que uma determinação quantitativa aproximada indica 2,5 % do mineral, em volume, enquanto que nas concentrações mesocratas aquela percentagem sobe para cerca de 3,3.

Por sua vez, a alanite, já referida, apresenta um teor de cerca de 0,2 % em volume, relativamente elevado para um mineral habitualmente tão raro.

A apatite é outro acessório comum, com frequência inclusa na biotite, estando os óxidos metálicos fracamente representados. Os minerais caulínicos e a sericite são produtos, não muito abundantes, de alteração dos feldspatos.

As rochas em questão denotam apreciável cataclase, com interrupções das clivagens nos feldspatos, extinções rolantes, etc. Na matriz não é difícil reconhecer uma fina estrutura suturada.

A análise química, cujos resultados figuram no Quadro A, diz respeito a um exemplar de uma das pedreiras junto da vila de Paredes de Coura. Destaca-se a relativa escassez de

quartzo, que não chega a alcançar a cifra de 10%, o que não permite considerá-lo como elemento essencial. Este resultado, correlacionado com os valores dos parâmetros r e s e da razão $Or/Plag = 0,33$ — portanto muito inferior a 0,6 —, conduz a considerar a rocha como um aquerito quartzífero de passagem aos granitos aqueríticos. Veja-se como os parâmetros da rocha analisada se enquadram perfeitamente entre os daqueles dois tipos petrográficos:

Granitos aqueríticos: I-II.3-4.2.4

Rocha de Paredes de Coura: II.(4)5.2.4

Aqueritos: II.5.2.4

3) Maciço de Monção

Este maciço, com contorno em arco de círculo, que prolonga, no Minho, o grande afloramento granítico de Porriño a Salvatierra, é, como o precedente, constituído por uma rocha de textura porfiróide. Foram estudados [10] exemplares coligidos em diversos locais: Friestas, Gondomil (Pedreira de Laços) e junto das Caldas de Monção. A similitude com as rochas do maciço de Paredes de Coura é muito grande e, por isso, a descrição que se segue limitar-se-á principalmente a desenvolver certos aspectos de mais fácil observação nos exemplares de Monção.

Os megacristais são dos feldspatos precedentemente indicados, com maior frequência no que toca à microclina e às pertites.

O quartzo, além das massas alotriomórficas habituais, integra-se em intercrescimentos mirmecíticos, os quais, embora não muito abundantes, estão bem patentes nas orlas de alguns dos grandes cristais de plagioclase, em particular no granito de Friestas.

Nas Caldas de Monção, a microclina não se observa e os megacristais são de pertites, de andesina e oligoclase-andesina.

Na matriz os feldspatos são os mesmos que no caso das rochas de Paredes de Coura.

A biotite é a mica exclusiva, nos exemplares examinados. A clorite e a esfena estão presentes, associadas à mica, sendo a última em menor quantidade do que nas rochas do maciço precedente. A esfena individualiza-se igualmente em cristais exteriores à biotite. Os outros acessórios são ainda a apatite, o zircão e a alanite. Esta está representada por belos cristais, ainda mais perfeitos do que em Paredes de Coura. Quando presente no interior da biotite, gera, como o zircão, numerosos halos às vezes muito desenvolvidos e providos de um enegrecimento permanente, o que demonstra estar-se em presença de halos muito evoluídos. A importância da alanite é ainda maior do que no maciço anteriormente tratado, chegando a sua percentagem em volume a atingir 0,3. Este silicato das terras raras apresenta-se também em cristais euédricos, independentes da biotite, dando perfeitas secções hexagonais alongadas, como os cristais, segundo o eixo b . O policrismo é patente, nessas secções, com o máximo de absorção na posição em que o alongamento é paralelo ao plano de vibração do polarizador. A birrefringência varia amplamente, tornando-se o mineral isotropo nas zonas mais claras dos seus cristais.

O valor máximo obtido para $n - n_p$ é de cerca de 0,018. Os cristais oferecem como faces predominantes (100) e (001) e, como terminações, (110) e (111), conforme foi demonstrado pela medida de ângulos em várias secções. As secções normais à bissectriz aguda são hexagonais e alongadas, o que permite verificar que o plano óptico é (010). O ângulo óptico é grande e o sinal óptico é negativo. Alguns destes caracteres também são determináveis na alanite dos granitos de Paredes de Coura.

A apatite forma alguns conspícuos cristais, existindo também incluída na biotite. Além da penina, uma outra clorite se observa no granito de Friestas; trata-se de proclorite verde-erva, policrónica, constituindo belos e finos agregados fibro-radiados, com birrefringência média.

A composição mineralógica e a textura provam que se está ainda em face de um *granito calco-alcálico porfiróide*, por certo do tipo dos *granitos aqueríticos*, dado que o quartzo é elemento essencial nos exemplares estudados.

4) Mancha do Bárrio

Esta mancha tem contornos bastante sinuosos, notando-se que encerra numerosos encraves xistentos.

O grão da rocha é grosseiro e a textura porfiróide, com belos cristais alongados de feldspato levemente esverdeado.

A biotite é abundante.

As associações mineralógicas são assaz complexas. Os minerais que predominam são, além do quartzo, uma plagioclase intermédia (oligoclase cálcica ou oligoclase-andesina) feldspatos potasso-sódicos, integrados principalmente nos intercrescimentos pertíticos, e biotite. Mas encontram-se com abundância, mormente em certas zonas, outros elementos que se associam à biotite. Dessas associações se irá tratar, com certo pormenor.

Embora o facto nem sempre seja nítido, é possível distinguir zonas mais ricas de biotite do que outras. É nas primeiras que se notam, em maior escala, dois tipos de associações de que a biotite é o elemento central.

A associação mais complexa compreende a biotite, intimamente ligada com: a) agregados de moscovite, às vezes com o aspecto de franjas ou de farrapos; b) silimanite (fibrolite) em pequenas acículas, muito espalhadas sobre as micas; c) cordierite, apenas parcialmente alterada, formando bolsadas e massas alongadas com profusas fracturas, preenchidas por produtos secundários — matéria isótropa, amarelada e mica branca em finíssimas escamas. Há ainda grãos de óxidos de ferro e hastes de ilmenite exsudados pela biotite, que inclui cristaisinhos de zircão (gerador de halos policrísticos) e de apatite.

Este complexo contacta com a plagioclase e, em menor parte, com a pertite.

No interior do feldspato nota-se também a cordierite, podendo conter vestígios de biotite e pequenas inclusões de quartzo.

Outro tipo de associação é mais simples: a cordierite, quase inteiramente convertida em matéria isótropa, liga-se ainda à biotite, da qual deriva patentemente; por outro lado, nota-se a transformação maciça de certos cristais de biotite em silimanite. Esta ocorre também em larga escala, sob a forma de minúsculas agulhas no feldspato e no quartzo. Em alguns pontos observa-se a desapareição total de biotite, cujos cristais, conservando ainda em parte os seus contornos, estão inteiramente ocupados por um feltro denso de agulhas de fibrolite, que conservam os cristalículos de zircão, outrora inclusos na mica.

As pertites, do tipo «string-perthite», são outro traço relevante desta rocha. Formam grandes cristais aos quais se ligam agulhas numerosas de silimanite, dispondo-se paralela e perpendicularmente às «cordas» do intercrescimento pertítico.

Outro aspecto interessante é a mirmequite, que se localiza entre os cristais de feldspato potasso-sódico (principalmente no caso das pertites) e a plagioclase. Esta pode não oferecer as geminações habituais e dar mirmequite no contacto com a pertite.

A mirmequite passa, mais ou menos gradualmente, do tipo fino ao tipo mais grosseiro e por fim a «gotas» de quartzo, que se individualizam no seio da plagioclase. Alguns cristais deste feldspato mostram-se totalmente invadidos pela mirmequite. No interior do feldspato potasso-sódico, nem sempre pertítico, é possível vislumbrar algumas reliquias de plagioclase, mostrando que uma metassomatose alcalina (provavelmente em grande parte potássica) incidiu sobre o feldspato sodo-cálcico.

A rocha revela clara deformação, com alguma cataclase. As relações estruturais são complicadas, destacando-se a presença de quartzo, quer em «gotas», quer com contornos mais irregulares, no seio dos outros minerais.

Há, como se verifica pela descrição feita, um conjunto de caracteres reveladores de fenómenos metassomáticos, que são inteiramente similares aos observados nas rochas migmatíticas da região litoral de Vila do Conde (Vila Chã, Angeiras, etc.).

No Quadro A figura a análise química de um exemplar do granito agora descrito, proveniente do lugar do Bárrio. Trata-se, como se vê atendendo ao conjunto dos caracteres, de um granito porfiróide calco-alcálico, biotítico, da variedade dos *granitos monzoníticos*, como se verifica pelos parâmetros calculados: $I(II).4.2.3$, e bem assim pela relação $Or/Plag$, que é um pouco maior do que 0,6, com $OK_2 > ONa_2$.

A rocha do lugar do Bárrio mostra-se francamente granítica, dado o seu teor elevado de quartzo, ao invés do que se verifica com a rocha, quimicamente analisada, de Paredes de Coura.

5) Granitos calco-alcálicos da mancha de Covas

Nesta mancha a variação petrográfica é sensível, encontrando-se tipos de passagem ao granito alcalino. Há exemplares em que se verifica o carácter calco-alcálico. Efectuou-se, por isso, um estudo pormenorizado dos diversos tipos, tratando-se aqui daqueles em que é franco o quimismo calco-alcálico, ou que são muito afins deste último.

A rocha de Grandachão-Covas tem grão grosseiro e acompanha outros tipos de grão mais fino com tendência alcalina.

O quartzo ocorre, como noutros casos, tanto envolvendo os restantes elementos, como em «gotas», no seio dos feldspatos.

Existem dois feldspatos, um alcalino, formando quase sempre os intercrescimentos peritíticos, sendo o outro uma plagioclase moderadamente cálcica, do tipo das oligoclases. Muitas vezes os cristais são zonados, com núcleos de oligoclase-andesina ou de oligoclase e orlas de oligoclase menos cálcica e de albite-oligoclase. O estudo de secções orientadas permite atribuir à maioria dos núcleos uma composição em volta de 25 mol % de an. Alguns cristais de oligoclase têm orlas de feldspato potássio-sódico, não peritítico.

Tanto a plagioclase como a pertite podem formar grandes cristais, à vezes mal delimitados; nalguns exemplares o carácter alcalino acentua-se com a abundância de megacristais de pertites, onde o hospedeiro é provavelmente uma microclina sódica e o hóspede albite.

Estão presentes as duas micas, mas, em certos exemplares, a biotite é claramente dominante. A mirmequite é bem visível, constituindo, por vezes, pequenas bolsas no interior da plagioclase. Desde as «gotas» de quartzo até à mirmequite fina podem existir formas de passagem.

A apatite é o acessório mais comum, existindo também zircão. São produtos secundários a sericite, minerais caulínicos e clorite associada a acículas de rútilo, derivadas da biotite.

Procedeu-se à análise de uma amostra do granito de grão grosso de Grandachão, podendo assim confirmar-se o carácter calco-alcálico.

Essa análise consta do Quadro A. Os parâmetros $I(II).4'.2.3(4)$ correspondem a um granito no limite entre os granitos aqueríticos e os monzoníticos.

6) Granito mesocrata a norte de Sins (Padroso)

Na estrada de Paredes de Coura ao Extremo, no entroncamento do caminho para as minas de Taião, encontra-se uma rocha granítica mesocrata, contendo grandes cristais feldspáticos, o que lhe concede marcada textura porfiróide, e encraves de xistos, sob a forma de massas alongadas, com os elementos orientados, denotando diversos graus de granitização [6].

A plagioclase é o feldspato dominante, possuindo a composição de uma oligoclase com cerca de 27 mol % de an. Mas ao lado desta, e mesmo nos megacristais, existe microclina e, em menor escala, microclina-pertite. Alguns cristais de plagioclase são mais ou menos perfei-

tamente zonados com diminuição do teor de cálcio nos bordos; a cataclase, que afecta toda a rocha, prejudica as medidas ópticas, principalmente sobre os bordos desses cristais.

Os restantes elementos são constituídos por biotite, moscovite, com predomínio da primeira, e, acessoriamente, apatite e zircão (incluído na biotite, onde gera alguns enormes halos pleocróicos). As acículas de rútilo, as hastes de ilmenite e os grãos de magnetite são produtos comuns exsudados pela biotite. A esfena é um acessório assaz raro, exprimindo-se a titânia, revelada pela análise química (Quadro A), pelos óxidos derivados da biotite.

O quartzo mostra, como toda a rocha, manifestações de cataclase.

A análise química (Quadro A) patenteia alta percentagem de alumina, relativamente à generalidade dos granitos calco-alcálicos, e um modesto teor de sílica, para uma rocha granítica, apenas levemente mais alto do que o que se encontra no aquerito quartzífero de Paredes de Coura. Os parâmetros determinados são: (1) II.4.2.3, o que corresponde perfeitamente a um granito monzonítico.

A importância dos encraves xistentos é um aspecto notável desta rocha. Mais tarde se darão os resultados principais do estudo de encraves meso e melanocratas contidos nas rochas calco-alcálicas.

7) Outros afloramento de granitos calco-alcálicos

São numerosas as pequenas manchas de granitos deste tipo, em vários locais das regiões cobertas pela folha de Caminha-Paredes de Coura. Assim sucede entre Labruja e Nogueira, em Insalde e Infesta, onde o granito forma afloramentos alongados segundo os xistos encaixantes. Outros afloramentos se notam em Labruja, Romarigães, Mentrestido, Candemil e Nogueira.

Em Candemil, o granito porfiróide forma faixas estreitas, com passagem ao «granodiorito», interstratificadas nos xistos. Em Insalde, o mesmo granito apresenta-se em extensos cordões.

Estes granitos são, no geral, nitidamente porfiróides e a sua composição é semelhante à do granito de Monção e de outros locais.

ROCHAS DE FÁCIES GRANODIORÍTICA — AQUERITOS, MONZONITOS QUARTZÍFEROS E GRANODIORITOS S. S.

1) Generalidades

As rochas destes tipos são comuns no Minho, onde se associam com os granitos calco-alcálicos porfiróides. Conhecem-se, em alguns casos, passagens entre os granitos e os granodioritos (s. l.). Uma característica interessante destes últimos é a sua disposição em longos mas estreitos afloramentos, mostrando assim o aspecto de extensas faixas, as quais podem ter a orientação dos xistos envolventes. A cor é mais escura do que a dos granitos porfiróides.

Deve-se notar ainda que a disjunção, por vezes muito nítida, é do tipo esferoidal, tal como sucede nos granitos porfiróides.

Os granodioritos (s. l.) oferecem granularidade mais ou menos grosseira e, em alguns casos, são porfiróides. Devem ser do mesmo tipo ou de tipo afim dos «granitos trondhjémicos» que PARGA PONDAL descreveu na Galiza [12] [13].

Dá-se seguidamente a descrição sucinta das rochas dos diversos afloramentos onde, para maior simplicidade, se falará em granodioritos, em sentido largo, por forma a poderem incluir todos os tipos granulares mesocratas.

2) Afloramentos de Infesta e de S. Silvestre a Ferreira

A mancha de Infesta, com a direcção norte-sul, alonga-se no prolongamento da de S. Silvestre. Aqui o granodiorito contacta com o granito alcalino de Ferreira. A faixa granodiorítica desce desde a capela de S. Silvestre até Ferreira.

A passagem gradual do granodiorito ao granito porfiróide é observada no terreno, em alguns pontos, como em Venade. Posteriormente tratar-se-á de um destes termos de passagem.

As amostras estudadas microscópica e quimicamente provêm de Castanheira (Infesta) e de outros locais: 1 000 m a N da igreja de Infesta e 2 000 m a S da mesma igreja, e de Vale Ferreira. Os exemplares de Castanheira (Infesta) são macroscopicamente escuros, muito biotíticos, podendo oferecer quer a fácies granular não porfiróide, quer a fácies porfiróide. As aglomerações biotíticas revelam certa orientação.

Ao microscópio reconhece-se uma granularidade grosseira acompanhada, por vezes, pela presença de megacristais feldspáticos.

Entre as amostras examinadas, a única diferença importante reside na maior ou menor variedade de mafitos. A composição mineralógica mais complexa traduz-se pela presença de biotite, augite dialógica, hornblenda e esfena, como mafitos principais. Outras amostras do mesmo local não contêm piroxena, nem anfíbola.

A biotite é sempre o mafito predominante e com ela se associam intimamente os outros minerais citados, bem como os óxidos de ferro.

A augite é castanha pálida, pouco euédrica; tem as características da diálage. A hornblenda é verde pálida, com policroísmo sensível, dando no máximo de absorção um verde médio e no mínimo um tom verde amarelado pálido.

É notável a abundância de esfena, principalmente nas amostras sem piroxena e sem anfíbola. Esfena e apatite encontram-se, com frequência, inclusas na biotite. Os óxidos de ferro e alguma clorite derivam, patentemente, dos mafitos primários, em particular da biotite. Os feldspatos repartem-se pela andesina, com cerca de 38 mol % an (ou andesina passando a oligoclase), que predomina, formando megacristais, na fácies porfiróide, e por feldspato potássio-sódico, com 2V pequeno a muito pequeno, sinal negativo e índices inferiores ao do bálsamo. Os dois feldspatos associam-se, podendo o alcalino individualizar-se nas orlas dos megacristais de andesina, ou formar cristais independentes.

Dos feldspatos derivam os produtos habituais — minerais caulínicos e sericite.

O quartzo existe sempre, mas em proporção variável. É um elemento essencial, medianamente abundante, mas pode ser mais raro. Uma parte do quartzo ocorre em inclusões de forma góticula, ou mais irregular, no seio dos feldspatos.

A análise química de uma amostra pouco quartzosa de Castanheira (Infesta) mostra que a série de rochas granodioríticas deste local se prolonga no sentido básico até perto dos dioritos. De facto, a análise química (Quadro A) conduz a uma norma onde o quartzo é apenas um acessório, e aos parâmetros II. 5. 2'. (3) 4, que são os de um aquerito de passagem aos dioritos, com $Or/Plag \sim 0,4$. A composição normativa dos feldspatos concorda com a observada, estando a ortose em posição subsidiária, em face da plagioclase. A riqueza de esfena vai exprimir-se, na norma, exagerando a percentagem de ilmenite.

Os exemplares coligidos a 1 000 m a N da igreja de Infesta são de um granodiorito com biotite e hornblenda, com granularidade um tanto grosseira. Notam-se alguns raros cristais de augite castanha muito pálida, quase inteiramente uralitizada, dando uma hornblenda verde. Uma anfíbola, com os mesmos caracteres, interresce com a biotite. Esta contém numerosos halos pleocróicos, onde se podem reconhecer alguns bons núcleos de zircão.

A esfena, a apatite e a alanite são acessórios comuns, especialmente a primeira, que ocorre quer em cristais independentes, quer associada à biotite, quer, em parte, inclusa nesta. A alanite pode constituir conspicuos cristais, alongados segundo o eixo b , com 2V um tanto

pequeno e sinal negativo. Associa-se à biotite e gera os habituais halos pleocróicos, muito largos.

O quartzo é ainda um elemento essencial e os feldspatos compreendem a andesina (com 42 a 43 % mol de an) e um feldspato alcalino, potasso-sódico sem geminações, com sinal negativo, 2V moderado e índices inferiores ao do quartzo. Deve tratar-se de uma ortose sódica, distinguindo-se possivelmente do feldspato alcalino dos exemplares de Castanheira por estes terem um ângulo óptico ainda menor. Existem, embora em escala limitada, intercrescimentos mirmequíticos.

Os produtos secundários são os habituais: sericite, algum material caulínico; óxidos de ferro e rara clorite, oriundos da biotite.

A 2000 m a S da igreja de Infesta foi reconhecida uma rocha um pouco mais básica, dada a ausência quase completa de feldspato alcalino. Trata-se de um *quartzo-diorito piroxénico*.

A estrutura é granular um tanto grosseira. Os constituintes essenciais são a andesina, predominantemente com cerca de 48 mol % de an, por vezes zonada, a augite dialógica, quase incolor, com 2V entre 45 e 50°, a biotite, associada à piroxena, e o quartzo que se apresenta quase anédrico e intersticial, quer incluído no feldspato, quer em agregados mirmequíticos.

A apatite e a esfena são acessórios e os produtos secundários são os habituais.

Granodiorito de Vale Ferreira

As amostras deste local são ainda mesocratas e revelam uma granularidade grosseira a média. A biotite é bem visível a olho nu.

Não é contestável a afinidade petrográfica entre este afloramento e os precedentes. Simplesmente, no presente caso, a rocha é mais quartzosa e mostra-se, por outro lado, um pouco mais alterada; há, no entanto, a possibilidade de encontrar exemplares com relativa frescura, onde a sericitização e a caulinização dos feldspatos estão pouco avançadas.

A andesina, pouco cálcica (cerca de 32 a 33 % mol de an), é o feldspato predominante e o elemento mais importante. Existem, contudo, dois outros tipos de feldspato: uma albite e algum feldspato do tipo habitual potasso-sódico.

O quartzo é claramente um elemento essencial.

Os mafitos compreendem a associação mais complexa encontrada em rochas desta fácies: biotite, augite, hornblenda, esfena, apatite e óxidos metálicos. A hornblenda verde, que é levemente corada, ocorre em ligação directa com a augite e a biotite. Vêm-se cristais de hornblenda associados com augite, penina e restos de biotite.

A augite uralizou-se e tanto ela como a biotite sofreram uma cloritização parcial, com produção de penina.

A análise química de um exemplar muito pouco alterado da rocha de Vale Ferreira está incluída no Quadro A.

Desta vez, está-se em presença de um *granodiorito*, com tendência para os *granitos monzoníticos* [$s=3(4)$]. Os parâmetros completos são II.4.3.3(4) com Or/Plag muito menor do que 0,6.

O único carácter que se afasta dos granodioritos típicos é a quase igualdade dos teores de potassa e de soda, ao passo que aos granodioritos compete $OK_2 < ONa_2$.

Termos de passagem aos granitos porfiróides

Ainda em Castanheira (Infesta) encontram-se rochas da série em estudo onde se evidencia a passagem ao granito calco-alcalino, porfiróide.

Os megacristais, visíveis a olho nu nesta rocha mesocrata, são constituídos, em grande parte, por feldspatos alcalinos, mas a plagioclase é muito abundante, formando conspicuos cristais e elementos menores.

O feldspato alcalino apresenta-se principalmente em intercrescimentos pertíticos, que

são, quase sempre, de microclina-pertite. A microclina parece ser sódica; tem um ângulo 2V moderado ($\sim 60^\circ$), sinal negativo, índices inferiores ao do bálsamo, e revela, com frequência, as geminações características. Há, no entanto, feldspato alcalino com maior ângulo óptico ($\sim 75^\circ$).

No interior destes megacristais destacam-se grãos recortados de quartzo, fragmentos de plagioclase, conservando as geminações lamelares, e lamelas de biotite. Estes são justamente os elementos essenciais da matriz que envolve os megacristais. Esta circunstância, conjugada com os contornos irregulares, por vezes mesmo amibóides, daqueles cristais, leva à conclusão de se estar em presença de verdadeiros porfiroblastos que se desenvolveram à custa da matriz. Deve pois tratar-se de uma rocha em cuja gênese os fenómenos metassomáticos intervieram em larga escala, ideia apoiada por numerosos factos de observação, revelados por muitas outras rochas, conforme se viu, e que será tratada em parágrafo posterior.

A mirmequite é outra manifestação metassomática; notam-se, de facto, com certa insistência, pequenos gomos destes intercrescimentos nas regiões de contacto do feldspato alcalino e da plagioclase, projectando-se no interior daquele. Os índices de refração indicam que o feldspato da mirmequite é albite ou oligoclase.

A plagioclase é predominantemente uma andesina, com cerca de 35 a 38 mol % de an; mostra-se com frequência zonada, com orlas um pouco menos cálcicas.

A existência de retalhos de plagioclase no seio dos porfiroblastos microclínicos indica um processo de metassomatose potássica, aliás reconhecida em outras rochas graníticas.

O único mafito essencial é a biotite, mineral assaz abundante, contendo grânulos de zircão que originaram halos pleocróicos; pode associar-se à esfena. Este mineral, ainda que acessório, é muito comum, formando também grãos, por vezes de grandes dimensões.

É interessante a individualização, relativamente aos elementos grandes e médios da rocha, de uma matriz, em cuja composição entram os feldspatos, o quartzo e a biotite. A estrutura desta matriz é granoblástica, com granulação por vezes fina que interessa tanto o quartzo como o feldspato.

Os acessórios (além da esfena) e os produtos secundários são os habituais — apatite, sericite, minerais caulínicos, clorite e óxidos de ferro. A sericitização é fenómeno que atinge com intensidade variável as rochas do grupo granodiorítico. Mas, em muitos casos, não é difícil encontrar exemplares bastante frescos.

A importância da plagioclase calco-sódica (andesina como nos granodioritos e tipos afins), a abundância de biotite e esfena são caracteres que ligam o exemplar agora descrito ao grupo granodiorítico.

Mas, por outro lado, o desenvolvimento que, na geração dos porfiroblastos, assumem os megacristais de feldspatos alcalinos, confere à rocha um pendor para os granitos calco-alcalinos, possivelmente do tipo aquerfítico.

Ainda na mesma mancha de Infesta, em Jancide, ocorre uma rocha granítica que provavelmente se relaciona, de perto, com o grupo granodiorítico. Os exemplares são mesocratas, muito biotíticos, com grão fino a médio.

Os elementos essenciais são, além do quartzo, dois abundantes feldspatos alcalinos — albite e um feldspato potasso-sódico (anortose ou ortose sódica), alguma andesina passando a oligoclase, agregados mirmequíticos e variados mafitos (que geralmente se associam) — biotite, augite pigeonítica levemente corada, hornblendas verde, esfena e óxidos de ferro. A hornblenda deriva patentemente da augite e esta e a biotite são os mafitos mais abundantes. A apatite ocorre principalmente inclusa na biotite, onde também se notam alguns halos pleocróicos.

Esta composição, com o predomínio dos feldspatos alcalinos sobre a plagioclase calco-sódica, implica a classificação desta rocha entre os *granitos calco-alcalinos de tendência alcalina*, mas a riqueza de augite associada à biotite e à hornblenda confere-lhe uma posição afim da dos granodioritos da região.

3) Afloramentos de Porreiras e Insalde

Nas manchas destes dois locais, as rochas de fácies granodiorítica contactam com o complexo xistento cristalofílico e com o granito alcalino de S. Lourenço. Em Insalde, o granodiorito mostra-se carregado de enclaves de xisto, denotando fases progressivas de granitização destes materiais.

A rocha granodiorítica apresenta-se, por vezes, porfiróide.

Descrevem-se, seguidamente, os exemplares coligidos junto do cemitério de Porreiras e da igreja da mesma localidade.

A composição mineralógica é similar em todos os exemplares, cujo grão é médio a grosseiro. Predominam a andesina, não muito cálcica (cerca de 32 a 35 mol. % de an), a biotite e a augite dialógica. Os mafitos associam-se, no geral, intimamente. São, ainda, elementos essenciais, embora menos abundantes, o feldspato potássio-sódico (com os caracteres habituais, entre os quais a pequenez ou moderação do ângulo óptico), a hornblenda verde (gerada pela veralitação da piroxena, ou aparecendo em cristais que parecem independentes) e por vezes o quartzo. Este último torna-se, com frequência, puramente acessório, como acontece num exemplar de junto da igreja. Outros constituintes são a esfena, a apatite e os óxidos de ferro. A alanite foi observada em cristaliculos inclusos na biotite, onde ocasiona largos halos pleocróicos.

A análise química de uma das amostras pobres de quartzo (na estrada, junto da Igreja—Quadro I) permite precisar a posição sistemática da rocha. Os parâmetros $Il. 5.2'.3$ são os de um *monzonito*, apenas *um pouco quartzífero*, como se verifica pela modesta proporção do quartzo normativo. A relação *Or/Plag* é levemente superior a 0,6 e a elevada proporção de ortose na norma é, como na análise precedente (Castanheira-Infesta), consequência, em larga medida, da elevada quantidade de biotite.

A diferença de designação dos dois exemplares — o aquerito de Infesta e o monzonito de Porreiras — não deve diminuir o significado da similitude das duas rochas, cujos parâmetros e composições mineralógicas são muito afins, sendo mais potássico o exemplar de Porreiras.

4) Afloramentos na estrada de Vila Nova de Cerveira a Candemil e perto desta localidade

As rochas de fácies granodiorítica destes locais afloram em estreitas faixas, alongadas segundo a orientação dos xistos encaixantes. O granito porfiróide pode observar-se em associação com o granodiorito. A disjunção esferoidal está patente nos dois tipos de rochas.

Macroscopicamente, como nos outros locais, está-se ainda em presença de uma rocha mesocrata, muito biotítica, com granularidade variável. Apresenta, como características particulares, uma fina orientação e a existência de zonas, com o aspecto de veios mais ou menos bem definidos, onde o feldspato se torna mais abundante.

Nos exemplares do afloramento situado a 300 m do cemitério de Candemil, a textura gnaissóide, com granularidade grosseira, é evidente.

Sob o ponto de vista mineralógico, a afinidade com as rochas dos afloramentos acabados de descrever é indiscutível. A única diferença reside na ausência de augite. De facto, os mafitos presentes são apenas a biotite, a hornblenda verde e, acessoriamente, a esfena e os óxidos de ferro e titânio.

A mica e a anfíbola formam, como nos outros casos referidos, agregados onde se integram também a esfena, os óxidos metálicos e a apatite. A biotite exsuda grãos e grânulos de esfena e acículos de ilmenite. A alanite, em pequenas inclusões, origina belos halos na biotite.

O feldspato dominante é uma andesina cálcica, com cerca de 41 % de mol. de an.

O feldspato potasso-sódico é subsidiário, com 2V moderado a baixo (45 a 60°); as secções normais a n_p dão $n_g^{(001)} = 1^\circ$. Não se notam geminações e é provável que se trate, como em casos precedentes, de ortose sódica.

O quartzo, nunca abundante, existe quer envolvendo os outros minerais, quer no interior tanto dos feldspatos como da biotite, sob a forma de «gotas» com contorno mais ou menos regular. As relações estruturais são complicadas, com interpenetrações dos diversos minerais e contactos muitas vezes suturados. Tudo leva a admitir a intensidade das acções metamórficas. A andesina constitui alguns cristais enormes mas, no geral, os cristais dos diferentes minerais são de tamanho médio ou pequeno.

É de destacar a frescura dos exemplares utilizados para o estudo químico.

No Quadro A figura o resultado da análise química de um exemplar coligido ao quilómetro 2,750, na estrada de Vila Nova de Cerveira para Candemil. A rocha é um pouco menos potássica do que as outras analisadas, de fácies granodiorítica. Os parâmetros II.'5.3.'4 indicam um *aquerito quartzífero*, análogo ao de Infesta. O excesso de sílica na norma é aqui mais acentuado.

A relação $Or/Plag = 0,33$, muito menor do que 0,6, evidencia a passagem ao tipo diorítico.

Em Candemil, como em Infesta e em Porreiras, está-se, pois, em presença de rochas com íntima afinidade, dos tipos dos *aqueritos* ou dos *monzonitos* um pouco *quartzíferos*.

A presença de granodioritos anfibólicos no Alto Minho é referida, por SOUZA-BRANDÃO [14] e por J. SANTOS PEREIRA [15], nas regiões de Melgaço e de Monção. Junto da povoação do Prado (Melgaço) existem rochas do mesmo tipo como se verificou por exame recentemente efectuado.

REGIÃO DO PORTO

1) O granito do Porto

a) *Introdução*

O tipo corrente desta rocha é definido por uma granularidade média, às vezes grosseira, raramente com tendência porfiróide, carácter leucocrata, e presença de duas micas. Este granito forma afloramentos extensos na região do Porto e arredores, sendo o tipo petrográfico predominante na área citadina. Os xistos ordovícicos não mostram qualquer efeito metamórfico produzido pelo granito do Porto. A observação dos contactos granito-xistos, patentes em Folgosa e São Romão do Coronado, demonstra o que ficou dito, notando-se a existência de uma zona de esmagamento, principalmente no granito, o qual chega a oferecer o aspecto de brecha milonítica.

Pelo contrário, os contactos granito-complexo xisto-grauváquico são caracterizados pela formação de notáveis orlas migmatíticas; devido a isso, o granito perde a marca nitidamente intrusiva, oferecendo portanto um carácter difuso.

Em Baguim e S. Pedro Fins, o Carbónico, que está em contacto com o granito do Porto, é constituído, em parte, por arcoses onde entram elementos provenientes daquela rocha.

As observações que acabam de ser resumidas, devidas aos geólogos que estudaram pormenorizadamente a região portuense [1] são de importância capital, pois demonstram a existência de uma fase de granitização ante-ordovícica e, portanto, mais remota do que a responsável pelos granitos hercínicos, bem datados, por exemplo, na região de Castro Daire (Distrito de Viseu), onde o granito é posterior ao Estefaniano (1). Desta idade devem ser os granitos porfiróides, calco-alcálicos, de muitas regiões do maciço antigo peninsular. Na área coberta pela folha do Porto, no mapa geológico, na escala 1/50 000, o granito porfiróide provavelmente hercínico, está representado no canto SW, região de Lavadores, Canidelo e Gândara, continuando para sul por Madalena e Valadares.

O granito porfiróide, que será tratado noutra parágrafo, é intrusivo nos migmatitos e no granito do Porto, com estes relacionado.

Do ponto de vista químico, o granito do Porto é alcalino, podendo localmente revelar certa tendência calco-alcálica. No Quadro B se dão as composições químicas e as respectivas normas e parâmetros de exemplares do granito do Porto, provenientes de vários locais. Com este granito se relaciona uma bela e extensa zona migmatítica, bem patente nas praias de Lavadores (Gaia), Foz do Douro, Angeiras (Matosinhos), Vila Chã (a sul de Vila do Conde), etc.

O Complexo xisto-grauváquico compreende termos francamente metamórficos, que vão desde os filádios até aos gnaisses, constituindo extensos afloramentos em redor e na vizinhança imediata na cidade do Porto. As auréolas migmatíticas aparecem, como se disse, nas zonas de contacto daquele Complexo com o granito do Porto.

Em parágrafo próprio serão expostos alguns elementos respeitantes aos migmatitos da região costeira a norte do Porto.

(1) Uma determinação da idade absoluta deste granito, pelo método do rubídio-estrôncio, foi efectuada recentemente por Y. VIALATTE, F. MENDES e J. BONHOMME, que obtiveram uma idade de 282 ± 7 M. A. [16].

b) Mineralogia e quimismo

Na área da cidade, o granito do Porto apresenta, na essência, os caracteres mineralógicos que a seguir se destacam. A biotite e a moscovite existem lado a lado, com o predomínio frequente da última. Nos feldspatos dominam os tipos alcalinos, mas não é rara a oligoclase. Os feldspatos, essencialmente potássicos, estão representados pela microclina, como acontece junto da Ponte da Arrábida, ou microclina-pertite, como na estrada marginal, perto da ponte Maria Pia, ou ainda, por ortose sódica (com rara microclina) como se verifica na Rotunda das Antas.

Nestes dois últimos locais, o feldspato potasso-sódico é acompanhado pela albite, enquanto no granito da Arrábida, como no de S. Gens, é a oligoclase a plagioclase presente. Em S. Gens a ortose é abundante, às vezes pertitzada, sendo mais rara a microclina [17].

Os feldspatos formam, com frequência, os maiores elementos da rocha. O quartzo observa-se, em vários casos, incluso nos feldspatos.

Nos arredores da cidade, o granito do Porto oferece caracteres similares. Em Águas Santas (Nogueira da Maia) a rocha tem ainda duas micas, com maior abundância de moscovite, pertite e oligoclase; a oligoclase-andesina é mais rara e a mirmequite está bem patente.

Na Boa Nova (Leça) nota-se o grão grosseiro, com grandes cristais de microclina-pertite; a rocha contém albite, moscovite e biotite. Na margem sul do Douro, em Lavadores, o granito do Porto constitui um pequeno afloramento envolvido pelo granito porfiróide; estão presentes as duas micas e alguma andaluzite, parcialmente alterada em mica branca. Por vezes aparece uma textura um pouco porfiróide, como em Contumil, com grandes pertites de contorno recortado, albite, mirmequite e as duas micas.

O zircão é um acessório que foi sempre reconhecido nos exemplares dos diversos locais. Ocorre, em boa parte, incluso na biotite, gerando halos pleocróicos que chegam a aparecer profusamente.

Das pedreiras da Areosa provieram as amostras que LACROIX estudou [5]. A moscovite predomina sobre a biotite, existe albite muito abundante e ortose e, entre os acessórios, turmalina e granada almandina.

Os outros elementos acessórios (como a apatite) e os produtos de alteração dos feldspatos e da biotite são os habituais nas rochas granitóides.

São bem conhecidas as caulineiras produzidas pela intensa alteração dos feldspatos do granito de que se está tratando. O importante jazigo de caulino da Senhora da Hora encontra-se no seio do granito do Porto; na visinhança, existe a grande pedreira onde se explora o granito de S. Gens, notável pela sua relativa frescura. O estudo do jazigo de caulino [17] mostrou que a profunda alteração do granito se traduziu principalmente por uma perda de sílica, soda e cal e por um aumento de alumina, e água; a potassa experimentou apenas leve variação.

O estudo químico de alguns exemplares do granito do Porto (Quadro B) permite concluir que, como acima foi dito, se trata de um granito fundamentalmente alcalino, mas com variações locais que lhe conferem, por vezes, certa tendência monzonítica (Águas Santas), ou calco-alcalina (sódica), como é o caso da rocha de Areosa, em que a soda domina sobre a potassa. Mas o habitual, no granito do Porto, parece ser o inverso. Nos exemplares da Arrábida os dois alcalis tendem a equilibrar-se, com leve excesso de potassa.

2) Outros tipos de granitos alcalinos da região do Porto

Na folha desta região do mapa geológico de Portugal (escala 1/50 000) separam-se do granito do Porto certo número de tipos petrográficos, ainda alcalinos [1], possivelmente

relacionados com aquele granito e tendo ou uma cronologia similar ou representando uma granitização ainda mais remota.

Em primeiro lugar, referir-se-à o *granito mesocrata alcalino de grão fino a médio, com duas micas* que forma várias manchas, no seio dos xistos metamórficos, na região de Campanhã, Valbom e Jovim. É entre S. Martinho (Atães) e a Granja (Campanhã) que se encontra a mancha mais extensa. O mesmo tipo de rocha aflora ao longo do Douro em vários locais: junto da ponte de Atães, em Foncade, na Aldeia Alegre, em Foramontes, no Falcão e na Bonjoia.

Como em geral sucede no granito do Porto, também neste caso a moscovite é a mica predominante. A rocha é porém mesocrata e oferece uma radioactividade mais elevada do que aquela que se verifica no granito acima citado. É o que se reconhece perto de Gramido (na estrada marginal, a 1 km desta localidade), onde o tom da rocha é nitidamente mesocrata, em contraste com o carácter leucocrata habitual do granito do Porto. Os halos são neste caso muito numerosos e isso explica a radioactividade relativamente elevada da rocha. Este granito é ainda de duas micas, a que se associa a silimanite; possui abundante albite e oligoclase.

O granito mesocrata é posterior aos xistos metamórficos, que atravessa e de que contém encraves; parece, além disso, mais antigo do que o granito do Porto, visto que, em zonas de contacto, como na Bonjoia, observam-se veios desta rocha cortando o granito mesocrata.

Quanto à mineralogia, verifica-se que os elementos essenciais são, além do quartzo, os citados a respeito do granito do Gramido; a moscovite e a biotite podem, ambas, conter inclusões radioactivas. As pertites são mais raras e os acessórios são variados: zircão, apatite, rútilo, pirite, granada e, menos frequentemente, silimanite.

Os encraves ricos de biotite são tão comuns que representam um dos traços característicos do granito mesocrata.

Certos granitos da região portuense são gnáissicos, como sucede na extensa mancha, no geral alterada, que se encontra entre Gondomar e Lourinha [1]. De tipo semelhante é a rocha da pequena mancha de Soutelo.

No granito de entre Gondomar e Lourinha a granada ocorre em cristais conspicuos e a moscovite forma lâminas de apreciáveis dimensões.

Em Soutelo a rocha é de grão fino a média e a textura gnáissica está patente. O quartzo, em grandes cristais, associa-se à albite-oligoclase, pertite, moscovite e granada, além dos acessórios habituais. Deve salientar-se a alteração clorítica das granadas, as quais formam numerosos cristais bem individualizados.

Em resumo, pode-se caracterizar, na região portuense, um tipo de granito alcalino definido por textura gnáissica e pelo papel destacado desempenhado pela moscovite e pela granada.

O «granito de Gondomar» [1] possui granularidade grosseira. Trata-se de um tipo ainda alcalino, com turmalina. É esta rocha que forma o pequeno monte-ilha de Monte de Crasto.

A NW de Gondomar existe, em pequena mancha sem o aspecto filoniano, um granito alcalino e turmalínico, como o precedente, mas de fácies aplítica. Tem, como elementos essenciais, quartzo, feldspato potássio-sódico (ortose sódica ou anortose, com $2V \sim 30^\circ$), albite, moscovite e turmalina.

3) Granitos porfiróides

Na área coberta pela folha 9-C (Porto, na escala do mapa 1/50 000), o granito porfiróide ocupa extensão muito limitada, localizando-se na região de Lavadores, Canidelo e Gândara, continuando para sul pela Madalena e Valadares [1].

Por outro lado, aflora a N do Douro, na praia da Luz e no Castelo do Queijo, constituindo apenas deminutas manchas.

O granito porfiróide é intrusivo no granito do Porto e nos migmatitos com este relacionados. Assim, a pequena mancha da praia da Luz é nitidamente intrusiva nos migmatitos. Uma faixa de xistos metamórficos separa a NE o granito porfiróide do granito do Porto. A W é visível também o contacto entre o granito porfiróide e os migmatitos e um granito geralmente orientado do tipo do do Porto.

Estes resultados, estabelecidos pelos autores da folha 9-C na respectiva notícia explicativa [1] são de grande significado para mostrar como na região portuense estão representadas diferentes fases de granitização.

A última destas fases é a que se traduz pela formação do granito porfiróide. Em face de conjunto dos seus caracteres e, em particular, do carácter calco-alcalino, é provável que este granito seja da idade hercínica e portanto mais ou menos contemporânea dos granitos porfiróides de variadas regiões do Maciço Antigo.

O granito do Castelo do Queijo oferece o grão grosso e a textura porfiróide peculiares aos granitos porfiróides de outras regiões; do mesmo modo, os megacristais são principalmente de pertites, mas alguns deles são de plagioclase (oligoclase e alguma albite); a biotite é a mica predominante. Em Lavadores e na Foz do Douro o tipo petrográfico fundamental é o mesmo, com enormes e belíssimos megacristais feldspáticos, muitas vezes zonados e exibindo a geminação de Karlsbad. A acumulação destes megacristais é de tal modo acentuada que a rocha vista de longe simula o aspecto de um conglomerado assaz grosseiro. A rocha é sulcada por veios formados quase unicamente por feldspato róseo, ao qual se associa algum quartzo.

A extraordinária concentração de megacristais constitui amplos domínios da rocha, separados por uma matriz granítica de grão grosso, pouco extensa.

O estudo pormenorizado desta notável modalidade do granito porfiróide é trabalho de grande interesse cuja realização se prevê.

O granito de Lavadores prolonga-se para o interior e pode ser observado nas pedreiras da Madalena. Neste local, a rocha é, no entanto, menos porfiróide e o grão é mais fino.

As concentrações melanocratas ricas de biotite são outro aspecto interessante deste granito, dada a frequência e as dimensões de muitas delas. Algumas contêm megacristais feldspáticos, mas com menor abundância do que no granito incluyente.

Algumas dessas concentrações são encaves de rochas xistentas e de migmatitos (gnaisses).

LACROIX estudou exemplares de granito porfiróide da Madalena [5]. Os megacristais são principalmente de microclina e a plagioclase zonada, como em Lavadores, oferece maior riqueza de cálcio na zona média (andesina com 33% mol. de an), enquanto que o núcleo é de oligoclase, com 23% mol. de an e a orla externa é de oligoclase mais sódica (12% mol. de an). A biotite predomina largamente sobre a moscovite; existe mirmequite.

Quimicamente este granito é do tipo aquerítico definido pelos parâmetros I'. 4. 2. (3) 4, o que demonstra a sua similitude com os granitos porfiróides, igualmente aqueríticos do Minho e de outras regiões. A composição química e a respectiva norma do granito da Madalena estão reproduzidas no Quadro A.

4) A orla migmatítica da região costeira

a) *Preâmbulo*

A região costeira que compreende, entre outras, as localidades de Lavadores, Foz do Douro (praia da Luz) e, mais para norte, as praias de Lavra e Angeiras (Matosinhos) e Vila Chã, (Vila do Conde), é caracterizada pela existência de uma belíssima faixa migmatítica, relacionada com os granitos do Porto e com o Complexo xisto-grauvácico. A erosão

marinha contribuiu, em larga medida, para pôr em destaque a formação migmatítica, onde se notam gradações com passagem por um lado ao granito, particularmente do tipo gnaissóide, e, por outro lado, aos xistos metamórficos.

As observações até aqui realizadas dizem respeito, principalmente a exemplares de Angeiras (Lavra), de Vila Chã e da praia da Luz.

b) *Os gnaisses migmatíticos de Angeiras e de Vila Chã*

Sobre grandes extensões o leito rochoso destas praias, como o de outras da mesma faixa, é constituído por uma rocha gnáissica do tipo clássico dos migmatitos. Neste esplêndido « campo migmatítico » a zonagem é nítida, com leitos micáceos alternantes com outros mais claros, ricos de quartzo e feldspatos. Os gnaisses envolvem núcleos com dimensões várias, por vezes bastante grandes. A rocha dos núcleos é escura, de grão fino ou muito fino e não mostra qualquer orientação. Em torno destes núcleos, pelo contrário, o carácter gnáissico é perfeito, observando-se leitos caprichosamente ondulados, formando com frequência típicas dobras ptigmáticas [10].

Espessos veios de granito de grão médio cortam os gnaisses bem como outros de pegmatitos, notando-se, neste último caso, que injectaram a rocha encaixante.

O exame microscópico de várias amostras de gnaisses migmatíticos de Angeiras permitiu precisar as características a seguir indicadas.

Os leitos ondulantes repartem-se, como a observação no terreno tinha mostrado, por dois tipos: um definido pela riqueza de micas e outro pela associação quartzo-feldspática.

Os leitos micáceos são mais ou menos contínuos e contêm biotite, moscovite, fibrolite e alguma cordierite; o quartzo e os feldspatos existem como elementos subordinados, bem como os óxidos de ferro e o zircão e, provavelmente, a monazite, que geram halos pleocróicos no seio da biotite.

A fibrolite ocorre em feixes, muito irregulares, na forma e na distribuição, intimamente associada à biotite. Esta mica e a moscovite reúnem-se em agregados paralelos ou sub-paralelos.

A cordierite, parcialmente transformada em matéria isótropa e minerais filíticos, insinua-se, em massas alongadas, entre a biotite e a moscovite, ou no contacto desta com o quartzo.

Os óxidos de ferro ligam-se à biotite.

A constituição destes leitos indica que eles devem representar o paleossoma, ou seja o complexo proveniente do primitivo xisto.

Nos leitos quartzo-feldspáticos (metassoma) os elementos essenciais são apenas o quartzo e grandes oligoclases, com boa geminação lamelar; estão presentes, como acessórios, outros minerais: as duas micas, um pouco de feldspato potássico ou potasso-sódico, apatite e óxidos de ferro.

Citam-se agora alguns aspectos mais particulares destes gnaisses.

A cordierite, associada às micas, converte-se, por vezes em grande escala, num denso agregado de matéria isótropa e de material filítico (em boa parte cloritico), cujas lamelas se dispõem perpendicularmente ao alongamento das massas cordieríticas.

Nem sempre o mineral em questão se localiza nos contactos precedentemente citados, porque também aparece em pequenas bolsas isoladas no interior do quartzo e dos feldspatos, embora não muito afastadas dos grandes agregados micáceo-fibrolito-cordieríticos. As relações estruturais são assaz complicadas e não é fácil definir resumidamente o arranjo daqueles agregados e das associações quartzo-feldspáticas. Assim, as micas e a fibrolite podem existir no seio do quartzo e das grandes oligoclases. O quartzo e os feldspatos interpenetram-se, originando contactos suturados; os contornos dos grandes cristais de oligoclase mostram-se profundamente recortados. A mirmequite, ou simplesmente massas irregularmente granuladas de quartzo e feldspato, formam orlas em redor dos grandes cristais e nos contactos entre os feldspatos e os agregados de micas e minerais associados.

Os feixes irregulares de fibrolite podem assumir grande desenvolvimento no interior da biotite. O quartzo existe profusamente em inclusões góticas (que em certos casos são perfeitas gotas) na oligoclase.

Em Vila Chã os aspectos migmatíticos são similares, estando igualmente presentes, com larga representação, os gnaisses do tipo dos descritos.

Há, no entanto, interesse em referir sucintamente os caracteres das rochas graníticas associadas aos gnaisses, podendo constituir, como foi aludido, veios que os atravessam.

c) *O granito de Vila Chã*

A despeito da ausência de textura gnáissica, pois que se trata de uma rocha granular franca, os caracteres são nitidamente similares aos do gnaise migmatítico.

Os elementos essenciais são o quartzo, os agregados pertínicos, uma oligoclase (ou albite-oligoclase), biotite e moscovite. Acessoriamente existem cordierite, apatite e óxidos de ferro. Os halos pleocróicos não são comuns e bem assim os cristalículos de zircão inclusos nas micas.

O hospedeiro da pertite é, como em muitos outros granitos, a ortose. Mas este feldspato pode apresentar-se isolado; o seu ângulo óptico tem valor moderado, mas superior aos que se encontram no feldspato potássico de muitos granitos nortenhos.

A mirmequite é frequente, formando largas orlas nos feldspatos, mas ocorre também em bolsas no contacto da oligoclase com o feldspato potássico e mesmo no interior da oligoclase. Nos feldspatos, como habitualmente, o quartzo aparece incluído em «gotas» conspícuas.

A cordierite não existe em larga escala e apresenta-se alterada, dando agregados de filitos (micas e clorite) e de matéria isotropa.

As micas podem mostrar-se em associações desordenadas de lâminas de moscovite e biotite; esta última nota-se em farrapos no seio da moscovite. Por sua vez, esta mica é orlada por moscovite II que constitui agregados em franja muito fina. O arranjo dos diferentes minerais revela relações estruturais complicadas. Um dos aspectos mais destacados deste arranjo («fabric») reside na existência de contactos suturados nítidos entre os diversos elementos componentes. Esta disposição em suturas é comum a outros granitos do norte e tem sido considerada como consequência de origem metassomática.

São também dignos de nota os «complexos» resultantes da associação íntima das duas micas, do quartzo e da cordierite. Conforme se referiu precedentemente, as micas dispõem-se mais ou menos paralelamente, como tantas vezes se observa nos xistos cristalinos; no entanto, em alguns desses complexos, a biotite parece ter sido o núcleo do agregado. As lâminas de moscovite I estão franjadas, principalmente nos topos, pela moscovite II. A cordierite e o quartzo aparecem englobados neste conjunto, tendendo as pequenas massas de cordierite a ocupar uma posição marginal.

O granito de Vila Chã pode oferecer uma fácies grosseira, mantendo a sua textura granular. Tem os caracteres acabados de descrever. A grossura do grão é acentuada pela presença de grandes pertites. A mirmequite forma belas orlas terminais nos cristais de oligoclase e a cordierite apresenta-se em grãos ou pequenas massas arredondadas, com orlas e faixas interiores de mica branca secundária.

d) *O gnaise da Praia da Luz*

Na Praia da Luz (Foz do Douro) encontra-se uma rocha de grão fino e cor relativamente escura, que representa uma das fácies da orla migmatítica.

Uma pequena mancha de granito porfiróide é intrusiva neste gnaise.

O carácter gnáissico nem sempre é dos mais evidentes mas o microscópio permite verificar que, pelo menos em alguns exemplares, há uma alternância de zonas, mais ou menos contínuas, onde predomina a associação biotite-moscovite-andaluzite-cordierite (paleossoma), com outras, mais claras, essencialmente quartzo-feldspáticas (metassoma). Esta alternância pode mostrar-se um tanto obliterada, em consequência da interpenetração de zonas dos dois tipos. O quartzo e os feldspatos estão granulados e o primeiro destes minerais pode mesmo oferecer certa laminação, traduzida pela presença de plagas alongadas, com contornos irregulares. A estrutura suturada é mais ou menos nítida, conforme os locais. O quartzo existe profusamente no interior dos feldspatos, sob a forma goticular ou em inclusões mais recortadas.

Deve-se destacar que o quartzo pode corroer o feldspato, observando-se gradações entre o quartzo exterior e as inclusões deste no feldspato. O facto é interessante pois demonstra não haver perfeita discontinuidade entre as duas gerações daquele mineral.

Os maiores cristais da rocha são feldspáticos, às vezes finamente pertitizados. Além de alguma oligoclase, pobrementemente geminada, nota-se a presença abundante de feldspato potássio-sódico, com valores exíguos ou médios para o ângulo óptico e com sinal negativo.

As duas micas reúnem-se em agregados íntimos notando-se domínios com biotite assaz clara. Os outros minerais do paleossoma não abundam: a andaluzite liga-se às micas e à cordierite, em plagas recortadas; é penetrada pela biotite e, às vezes, pela moscovite, que a envolvem. Como habitualmente, a cordierite está largamente convertida em matéria isotropa e em pequena quantidade de minerais filíticos, principalmente mica branca.

Digna de destaque é a ausência de silimanite (bem representada em outros gnaisses migmatíticos) e a existência, em seu lugar, de andaluzite, parecendo indicar condições físico-químicas diferentes das que presidiram à formação das rochas com silimanite.

Associados às micas observam-se grânulos de óxidos metálicos e no seio da biotite vêem-se alguns halos pleocróicos. Uma granada levemente rosada, em cristais muito recortados, pode existir, associada a escamas de biotite inclusas no quartzo.

Alguns exemplares distinguem-se dos descritos pela dispersão da biotite, sendo difícil, por esse motivo, discernir as faixas paleossomáticas das metassomáticas. Por outro lado, a moscovite é muito rara e não se encontra nem andaluzite, nem silimanite; a cordierite alterada forma pequenas concentrações no seio ou no contacto com a biotite.

e) *Os núcleos dos gnaisses migmatíticos das praias de Angeiras e Vila Chã*

No interior dos gnaisses de Angeiras e Vila Chã, encontram-se, com frequência, núcleos de uma rocha escura, de grão muito fino, que lembra a fácies das corneanas.

Estes núcleos constituem um tópico bem saliente da formação migmatítica, observando-se que é brusca a variação entre eles e os gnaisses envolventes. Têm dimensões variáveis, podendo atingir 30 a 40 cm na maior dimensão. A forma tende para o ovóide ou elipsoidal, denotando certo estiramento.

O exame microscópico revela uma estrutura de tendência granoblástica, fina, por vezes panidiomórfica e mostra que os elementos constituintes são, em alguns deles, quartzo, biotite parcialmente cloritizada, agregados de epidoto, clorite, óxidos de ferro, raros grãos de granada e plagioclase relativamente cálcica, definida por ângulos de extinção e outros caracteres que indicam uma andesina-labrador ou mesmo labrador. O quartzo e a plagioclase são abundantes; assumem também certa relevância os agregados epidoto-cloríticos.

Esta composição mineralógica corresponde essencialmente à de um quartzo-diorito é labradórico, atendendo apenas aos elementos essenciais e primários. Mas o tipo descrito apenas um dos que foram identificados entre os núcleos de Angeiras e Vila Chã, estudados microscópicamente.

Na verdade, alguns dos exemplares provenientes daquela última localidade mostram uma composição mais complexa, e evidenciam, por outro lado, manifestações evidentes de metassomatismo.

Do ponto de vista mineralógico, a principal diferença, relativamente ao tipo precedentemente tratado, reside na presença de hornblenda verde pálida, pouco policrónica, em cristais de contorno muito irregular, acompanhada por grãos de esfena e, mais raramente, por agregados ou grãos isolados de zoizite.

No mesmo núcleo há zonas onde a anfíbola se concentra e que são então pouco ou nada biotíticas, em contraste com outras onde a biotite é comum, não existindo anfíbola.

A biotite, associada a clorite, óxidos metálicos e um pouco de moscovite, forma escamas ou lâminas maiores que, com frequência, intercrescem com o quartzo.

O quartzo é extraordinariamente abundante, em gotículas, ou inclusões menos arredondadas, no seio do feldspato, que é ainda uma plagioclase cálcica (labrador com cerca de 60% mol de an). Existe também quartzo externo, mas é possível vislumbrar passagens entre este e o mesmo mineral incluído na plagioclase. Tal é o caso do quartzo externo correndo profundamente cristais de labrador e isolando-se pouco a pouco no interior deste.

A estrutura é granoblástica, muitas vezes típica, com contactos suturados entre os grãos.

Além da esfena e dos óxidos metálicos, são ainda elementos acessórios a apatite e o zircão, este mais raro.

Aspectos mais variados e complexos surgem quando se examinam outros exemplares dos núcleos dos gnaisses migmatíticos de Vila Chã.

Em algumas amostras é possível verificar a variação de fácies numa pequena extensão, mesmo no domínio de uma simples lâmina delgada. Encontram-se, então, duas associações mineralógicas, entre as quais a transição não é completa, embora não se possa dizer que haja passagem brusca de uma a outra.

Uma das fácies, apenas representada por regiões pouco extensas nos núcleos observados, é definida pela associação piroxena-granada. A piroxena é diopsídica, esverdeada, muito pálida, com ângulo óptico amplo (50 a 60°) e $c^{\wedge}_{ng} = 45^{\circ}$, formando agregados íntimos com a granada, destacando-se, por vezes, em cristais profundamente recortados; associam-se-lhes grãos e cristais alongados de óxidos de ferro.

A granada, levemente creme ou levemente rosada, contém numerosas inclusões de quartzo e de óxidos de ferro. Os cristais de granada pouco se individualizam, dada a sua íntima associação com a piroxena.

Os dois minerais essenciais são acompanhados por plagioclase cálcica, pouco abundante, e por algum quartzo, dispondo-se ambos os minerais entre os grãos de granada e da piroxena. A esfena, e em menor escala a apatite, aparecem acessoriamente.

Notam-se, ainda, amontoados de produtos secundários: minerais fíliticos, mórmente micas brancas, em minúsculas palhetas e grânulos raros de minerais epidóticos, principalmente em redor dos grãos de granada.

A segunda fácies apenas apresenta a granada sob a forma de raros porfiroblastos assaz recortados. Trata-se, ainda, de uma variedade com débil coloração rosada. A rocha toma então o aspecto, principalmente, de um mosaico granoblástico rico de plagioclase cálcica (labrador e alguma andesina), piroxena diopsídica, em cristais engrenados nos de plagioclase e de quartzo, (este principalmente no interior dos minerais referidos); acessoriamente observam-se esfena, em pequenos cristais euédricos, óxidos metálicos — magnetite e alguns prismasinhos, quase opacos, de rútilo — micas castanhas em torno da piroxena, bem como agregados de minerais epidóticos (zoizite em grande parte).

A associação granada-piroxena e a ausência de anfíbola poderiam indicar a presença, nos núcleos em consideração, de material de fácies granulítica; por sua vez, as regiões granoblásticas mais ricas de plagioclase cálcica e de quartzo, mas contendo ainda piroxena e granada, podem ser tomadas como representando granulitos quartzo-feldspáticos. É de notar,

a este propósito, que se observam, com frequência, feldspatos geminados segundo a lei da albite e nunca geminações complexas, facto que é uma das características da fácies granulítica.

Noutros exemplares, ainda de Vila Chã, a associação mineralógica é também complexa, mas distingue-se das precedentes pela presença simultânea de piroxena e de hornblenda, pela abundância de minerais epidóticos e pela ausência de granada.

Numa só lâmina delgada encontram-se as seguintes associações:

1) matriz granoblástica de quartzo (às vezes em extensas plagas deformadas) e plagioclase cálcica (labrador), com porfiroblastos, de modesta dimensão e muito recortados, de hornblenda verde pálida, quase sem policroísmo e moderadamente birrefringente; grãos grandes de esfena, com belas secções rômbricas e, ainda, rara piroxena; este mosaico enquadra produtos secundários, filíticos (micas brancas e clorites) cuja disposição preenchendo finas fracturas de um mineral de baixo relevo e fraca birrefrangência, sugere que este seja cordierite. Infelizmente não foi possível, dada a escassez do mineral em questão, verificar-se com segurança essa atribuição.

2) associação, bastante pobre de quartzo e feldspato, onde dominam a piroxena diopsídica e abundantemente os agregados de minerais epidóticos — pistacite e muita clinozoitite — esta última formando, por vezes, conjuntos de cristais incolores, prismáticos, alongados e com disposição sub-radial; os seus caracteres — birrefrangência relativamente alta ($\sim 0,015$); ângulo 2V baixo (15 a 30°) e extinção em relação à clivagem (e alongamento) visinha de 0° — são compatíveis com os de certas clinozoitites segundo D. H. Z. [19].

Nestas associações são acessórios, bem patentes, a esfena, a calcite, a apatite e os óxidos de ferro.

Se a primeira associação, com quartzo, plagioclase, hornblenda etc., continua a sugerir um aspecto da fácies granulítica (granulitos quartzo-feldspáticos), onde a hornblenda se teria gerado por metamorfismo regressivo, e a possível cordierite teria substituído a granada, em correspondência com um valor elevado da relação OMg/OFe , a segunda associação, ao invés, com o conjunto de minerais cálcicos (epídotos, diópsido, calcite, esfena, etc.) é favorável à ideia de se tratar de uma fácies das corneanas calco-silicatadas.

Mas atendendo à natureza sempre cálcica da piroxena, e ao facto de a hornblenda se apresentar débilmente corada e muito pouco policrónica e de birrefrangência moderada, o que indica uma composição também cálcica e pobre de ferro, é natural pensar-se que todas as associações mineralógicas descritas não sejam outra coisa senão fácies diversas do metamorfismo de formações essencialmente calcárias.

Em outras amostras, coligidas na Praia de Angeiras, confirma-se, com a maior nitidez, a presença, no mesmo núcleo, de zonas claramente relacionadas com rochas anfibolíticas e de outras, sem anfíbola, ricas de biotite, cuja composição, no conjunto, se aproxima da dos gnaisses migmatíticos que cercam os núcleos, embora a textura orientada não se note ou apenas se esboce.

É possível, numa só lâmina delgada, observar a existência das zonas destes dois tipos. A estrutura granoblástica relativamente fina, caracteriza as zonas ricas de biotite. Os seus constituintes essenciais são, além da biotite (que pode revelar uma certa tendência para o alinhamento das escamas), quartzo, plagioclase de composição variável, mas com predomínio de albite-oligoclase, existindo também andesina. Os acessórios são principalmente os óxidos de ferro (grãos de magnetite, ligados à biotite).

Pelo contrário, nas zonas com anfíbola e sem biotite, a estrutura é mais grossa, o grão mais irregular, notando-se extensas plagas de quartzo e amplos agregados de feldspato assaz alterado, dando micas brancas, clorite e minerais epidóticos (em boa parte zoizite), lembrando portanto uma transformação de natureza saussurítica.

Apesar da alteração, é possível atribuir a este feldspato a composição de uma plagioclase cálcica, dadas as extinções, na zona simétrica, que indicam labrador. Há, no entanto, feldspato mais sódico, revelado pela refrangência menor do que a do quartzo.

A anfíbola é uma hornblendita verde, muito pálida e quase desprovida de policristalismo nas secções longitudinais. Nas secções transversais a cor é um pouco mais acentuada, com leve policristalismo entre o verde-acastanhado e o verde-amarelado muito claro. O ângulo $\alpha^{\wedge}n_{gr}$, que não excede 17°, e os restantes caracteres competem a uma hornblendita, por certo pobre de ferro e provavelmente muito cálcica. A esta anfíbola podem-se associar agregados de minerais epidóticos, grãos de esfena e de óxidos de ferro. A apatite é um acessório não raro.

Deve-se destacar a passagem brusca das zonas biotíticas às anfíbolíticas.

As regiões ou zonas com hornblendita têm incontestável analogia com as reconhecidas em núcleos da Vila Chã.

Tudo indica que se trata de *anfíbolitos* mais ou menos transformados que persistem em pequenas massas isoladas no interior dos gnaisses migmatíticos.

A confirmação plena do carácter anfíbolítico é dada pelo estado de certos núcleos encontrados na Foz do Douro, ainda na orla migmatítica.

A eles diz respeito a exposição que se segue.

f) *Os núcleos anfíbolíticos da Praia da Luz (Foz do Douro)*

Nos gnaisses migmatíticos deste local, observam-se núcleos de rocha escura, com textura fina, onde por vezes se podem reconhecer agregados de pequenas agulhas de mineral verde-escuro, com o aspecto anfíbolítico.

O exame microscópico mostra que se trata, de facto, de núcleos de anfíbolitos. A composição mineralógica é um tanto variada, porque, além da hornblendita verde, a rocha encerra piroxena quase incolor (diópsido), plagioclase cálcica (labrador) e acessoriamente quartzo (que é o mais abundante dos acessórios), esfena, óxidos de ferro e titânio e apatite (Foto 19).

A estrutura granoblástica ou grano-nematoblástica é tipicamente metamórfica, com cristais muito recortados, arranjo suturado, e profundas inclusões de quartzo, hornblendita e óxidos de ferro na plagioclase. O quartzo também existe entre os cristais de anfíbola e de plagioclase.

Os óxidos metálicos, em agregados algumas vezes com tendência esquelética, associam-se à anfíbola. A hornblendita mostra, com frequência, geminações e, em alguns casos, reúne-se ao diópsido. A maneira como os dois silicatos se associam parece indicar que a piroxena se desenvolveu após a anfíbola; esta conserva ainda o seu hábito original, em grãos euédricos que dão boas secções hexagonais.

Está-se pois em presença de um *anfíbolito piroxénico*, onde a associação hornblendita verde-diópsido e a relativa abundância da plagioclase são factos favoráveis à ideia de que a rocha possa ter derivado de rochas eruptivas básicas ou ultrabásicas.

Entre os núcleos estudados na orla migmatítica são estes os únicos em que a rocha é francamente um anfíbolito. Não se observa, neste caso, a presença de zonas biotíticas, desprovidas de anfíbola.

g) *Conclusão*

É natural admitir que estes núcleos representem materiais que resistiram à migmatização em maior escala do que a principal fracção da série xistenta original.

Durante uma rápida visita a esta zona migmatítica, o Prof. M. Roques sugeriu a hipótese de que os núcleos em questão pudessem representar leitos ricos de calcário, existentes na primitiva série sedimentar, os quais se teriam mostrado menos aptos para a migmatização do que os leitos pelíticos.

A presença, em alguns casos, de minerais cálcicos (epídotos) e de plagioclase assaz cálcica, relativamente à existente nas rochas granitóides regionais, não contraria aquela

interpretação. E a existência de zonas, com associações típicas de minerais cálcicos (diópsido, clinozoizite, esfena, etc.) reforça a mesma ideia. Mas o problema revela-se mais complexo, dada a existência, nos mesmos núcleos, de rochas anfibolíticas (anfíbolitos piroxénicos) e de outras, embora em limitada escala, com a associação essencial diópside-granada, o que mostra que provavelmente os núcleos integraram materiais já metamórficos e de naturezas diversas, em boa parte calcários, que foram retomados pela migmatização, tendo-se comportado, em relação a esta, como mais refractários do que os restantes leitos da série xisto-cristalina original.

Por outro lado, certos núcleos, ainda que bem distintos dos gnaisses circundantes dada a ausência da textura orientada, são, em parte, constituídos por material cuja composição não se afasta muito da daquelas rochas, notando-se apenas um reforço do carácter cálcico das plagioclases.

A disposição e a forma dos núcleos, em troços alongados e com orientação comum (Fotos 3 e 4), levam a pensar que os leitos calcários e anfibolíticos, incorporados na primitiva série migmatizada, teriam sofrido um processo de «boudinage» que os estirou e granulou.

OS GRANITOS ALCALINOS DA REGIÃO DE BARCELOS

a) *Preâmbulo*

O estudo geológico do vale do Cávado inferior [20] permitiu reconhecer a existência de dois tipos de granito — um não porfiróide, de grão médio, passando a fino, e outro porfiróide.

Trata-se aqui do primeiro desses tipos

Os exemplares estudados há alguns anos [21] provêm dos afloramentos de Pousa (um pouco a norte de Martim e de Encourados) e do Monte das Caldas, a cerca de 3 Km a leste do afloramento de Pousa. O v. g. das Caldas (cota 305) pode considerar-se o ponto central deste segundo afloramento, inteiramente cercado pelos xistos ante-ordovícicos que o separam, a oeste, do granito de Pousa e a leste da grande mancha de granito azulado, porfiróide, de Braga.

O Cávado encaixa-se no granito de Pousa e um pouco mais a oeste, em Manhente, na margem direita daquele rio, encontra-se o granito porfiróide, que aflora igualmente na vertente esquerda, em Milhazes e noutros pontos.

b) *Granitos alcalinos de Pousa e do Monte das Caldas*

Os caracteres microscópicos e químicos destas rochas são sucintamente os seguintes:

O feldspato predominante (que é também o mineral de maior importância) é a albite, apenas com cerca de 5% de an. O feldspato potássico está integrado nos cristais de pertite, de dimensões, por vezes, destacadas, e nas orlas, no geral descontínuas, que marginam certos cristais de albite.

O quartzo apenas existe em proporção relativamente modesta; os restantes elementos essenciais são a moscovite e a biotite, com predomínio da primeira. A apatite é o principal acessório e é notável a frescura dos exemplares estudados. No granito do Monte das Caldas a biotite, menos abundante do que na rocha de Pousa, é meramente um acessório.

Estas rochas mostram-se assaz esmagadas, por vezes com estrutura cataclástica nítida. O carácter marcadamente alcalino é posto bem em destaque pelos resultados da análise química de uma amostra do granito de Pousa, do sítio da Pedra Furada (Quadro B).

A norma revela, em concordância com a observação microscópica, a natureza altamente alcalina dos feldspatos. Por outro lado, encontram-se percentagens elevadas e quase iguais para a potassa e para a soda. Também a relativa escassez de quartzo, verificada pelo exame óptico, é confirmada pelo estudo: o parâmetro $q = 4(5)$ indica certo pendor para os sienitos quartzíferos alcalinos.

Entre todos os granitos alcalinos cujas composições químicas figuram nesta Memória é o de Pousa que oferece maior percentagem global para os álcalis, tendo, além disso, a particularidade de possuir teores muito próximos dos dois álcalis.

Trata-se, em resumo, de um granito alcalino (*ramo ortósico-albitico*) essencialmente moscovítico.

c) *Granito de Lordelo*

Também em S. Tiago de Vila Seca (Lordelo) se encontra um *granito alcalino de grão médio*, mas com tendência porfiróide, dada pela presença de alguns megacristais, não muito grandes, de microclina e de pertite. Esta é particularmente abundante. A plagioclase, pouco representada, pertence ao domínio da albite, ou da albite-oligoclase. As orlas dos cristais de microclina ou de pertite podem apresentar-se corroídas por pequenas bolsas de mirmequite. Existem duas micas, zircão (formando alguns cristais relativamente grandes) e apatite.

É pois um granito alcalino, com duas micas, que difere do de Pousa e do Monte das Caldas pela presença de feldspato potássico (microclina) e, texturalmente, pela tendência porfiróide. A composição mineralógica é análoga à do granito de Moledo, na zona litoral do Minho.

REGIÕES DE BRAGA, FAMILIÇÃO E PÓVOA DE VARZIM

1) Granitos calco-alcálicos, porfiróides, de Braga-Famalição

Desta mancha foram estudados exemplares coligidos em diversos locais, principalmente nas proximidades de Famalição e da cidade de Braga (Montariol). Todos apresentam caracteres comuns demonstrativos de que pertencem ao tipo de granitos porfiróides, bem conhecidos em outras regiões nortenhas. Os principais tópicos observados podem ser assim resumidos: trata-se de granitos biotíticos com dois tipos predominantes de feldspatos — uma plagioclase que pode variar desde a oligoclase até a andesina franca, e um feldspato potássico, habitualmente microclina. As pertites são comuns, destacando-se a microclina-pertite.

A plagioclase, a microclina e as pertites formam os megacristais, que incluem com frequência quartzo, sob a forma de «gotas» ou em grãos de contorno menos regular.

Os intercrescimentos mirmequíticos são comuns, observando-se quer nos contactos entre os dois feldspatos, quer no interior da plagioclase. São dignas de destaque as perfeitas bolsas mirmequíticas que se localizam na orla da plagioclase.

A biotite é sempre a mica mais abundante, mas a moscovite está quase sempre presente.

Os acessórios podem assumir certa importância, observando-se cristais de magnetite, de apatite e de zircão de apreciáveis dimensões.

O zircão, como habitualmente, aparece em inclusões na biotite, envoltas por halos pleocróicos, às vezes enormes e coalescentes. Em poucos casos (Pedreira do Monte Crasto-Chorente) encontra-se a alanite, alterada, quase isotropa, associada à biotite e à clorite desta derivada.

A pertitização e a microclinização são fenómenos bem patentes nestas rochas. O hospedeiro dos agregados pertíticos é, na maior parte dos casos, a microclina. No seio deste mineral conservam-se, algumas vezes, relíquias de plagioclase.

Os megacristais oferecem contornos mais ou menos recortados, os quais podem ser muito irregulares. Este facto, em conjunção com outros, tais como «gotas» de quartzo inclusas naqueles cristais, desenvolvimento da mirmequite, contactos suturados entre os diversos minerais da matriz granular, permitem supor que as acções metassomáticas desempenharam papel de relevo na génese destes granitos.

Indicam-se a seguir, sucintamente, alguns aspectos particulares dos granitos de vários locais.

No lugar de Estrada, em Nine (Famalição), a plagioclase (oligoclase-andesina) apresenta orlas, no geral estreitas, de feldspato potássico desprovido de geminações, com refrangência inferior à da plagioclase. No contacto destas orlas com a microclina desenvolve-se, mas em escala incipiente, um fino intercrescimento mirmequítico. A única mica é a biotite.

A rocha da Pedreira de Barrimau (Famalição) exhibe enormes cristais quer de plagioclase (andesina pouco cálcica), quer de microclina e de microclina-pertite, notando-se magníficos cristais belamente pertitizados. O hospedeiro de algumas grandes pertites não mostra as geminações típicas da microclina, mas é natural que se trate ainda desta espécie, em virtude dos valores dos ângulos de extinções em secções perfeitamente normais a n_p . Na Pedreira

do Monte Crasto-Chorente (Famalicão) as pertites são densas, do tipo «string-perthite» e a mirmequite encontra-se profusamente. A composição da plagioclase varia com certa amplitude: alguns megacristais são de andesina franca, que chega a atingir 40 a 42% mol. de an, mas a plagioclase mais comum é menos cálcica, pertencendo ao domínio da oligoclase.

No granito de Minhotães a plagioclase é uma oligoclase franca, com cerca de 20 a 22% mol de an. Os megacristais são, ainda, de microclina e microclina-pertite, existindo alguns de oligoclase. A magnetite constitui conspícuos cristais e a apatite também se impõe à observação, sob a forma de grãos, geralmente grandes, com frequência embutidos na biotite.

Os exemplares estudados da área da cidade de Braga têm macroscópicamente carácter porfiróide atenuado, com megacristais de feldspato não muito desenvolvidos. O grão é médio e o tom cinzento-azulado. Apresentam concentrações ricas de biotite, com dimensões variáveis; esta pode revelar-se em escamas de apreciável tamanho. A composição mineralógica concorda com a verificada em outros locais da mancha de Braga-Famalicão. A plagioclase dominante é uma oligoclase com cerca de 26% mol. de an. Mas, ao lado deste feldspato, existe, por vezes, oligoclase mais sódica e, com abundância, microclina e microclina-pertite. Notam-se alguns agregados de mirmequite no contacto entre a plagioclase e o feldspato potássico, sendo digno de relevo o facto de as «gotículas» de quartzo, frequentes no seio do feldspato, se ligarem com os vermiculos de quartzo da mirmequite.

A biotite é a mica de maior importância; mostra-se crivada de halos pleocróicos e nos núcleos destes, além do zircão, encontram-se outros minerais, como a apatite. Este acessório também ocorre, com frequência, não incluso na biotite. A moscovite é elemento comum.

Quase todos os exemplares estudados mostram as alterações habituais — sericitização, caulinitização, cloritização (por vezes com produção de penina), exsudação de óxidos de ferro pela biotite, etc.

A importância da plagioclase calco-sódica, entre os feldspatos, não deixa dúvida quanto à índole calco-alcalina destes granitos.

Pode-se, pois, concluir pela atribuição dos granitos da mancha de Braga-Famalicão ao tipo *porfiróide, calco-alcálico e biotítico*.

2) Granitos alcalinos das regiões de Famalicão-Vila do Conde-Póvoa de Varzim

a) Granitos alcalinos de Famalicão

Em Gondifelos (Famalicão), ou nas vizinhanças desta localidade, os granitos alcalinos estão bem representados, notando-se apenas pequenas variações em torno do tipo dominante. Este é definido mineralógicamente pela presença de albite, como plagioclase exclusiva ou predominante, acompanhada por feldspato potasso-sódico, em alguns casos microclina; a moscovite, sempre muito abundante, é, por vezes, a única mica existente; turmalina e granada (às vezes alterada) são acessórios, até certo ponto, comuns.

Na pedra junto da azenha do Folão é possível distinguir duas variedades: o granito de grão grosso, com duas micas, e o de grão mais fino apenas com moscovite. Estas rochas contêm dois feldspatos alcalinos — albite (cerca de 25% mol. an) e microclina. A microclinitização é evidente, observando-se a geração de microclina nas orlas dos cristais maiores de albite e relíquias desta no seio dos grandes cristais de microclina. Há ainda feldspato sem geminação, ou só com a de Karlsbad, com sinal negativo e ângulo óptico moderado; tem refrangência muito baixa, como a da microclina, podendo tratar-se de ortose, provavelmente sódica.

A plagioclase está penetrada pela moscovite, dando contactos assaz recortados. A biotite e a moscovite associam-se frequentemente, mas sem que as suas lâminas assumam orientação paralela.

Além da apatite e de raro zircão, outro acessório presente é uma granada, em geral incolor, de contorno irregular, com ligeira birrefrangência ou perfeitamente isotropa. A turmalina, em grânulos esverdeados, foi identificada no granito de grão médio, apenas moscovítico.

Junto da fábrica de papel e cartão de Gondifelos e na colina sobranceira a esta fábrica, o granito é igualmente alcalino, com albite, feldspato potássico ou potasso-sódico e apenas moscovítico.

No feldspato potasso-sódico não se observam as geminações da microclina. O estudo de secções orientadas, em particular das normais a n_g , dá para c^n_p , valores concordantes com os da ortose sódica (11°) e, em outros exemplares, com os da ortose (5°).

Mas um fenómeno do mesmo tipo da microclinização patenteia-se em várias secções: a plagioclase está invadida pelo feldspato potasso-sódico, sendo possível verificar diferentes fases da substituição daquela por este último.

Estas rochas estão intensamente granuladas e a moscovite aparece em feixes estirados ao longo dos contactos entre os cristais de feldspato, ou de quartzo e feldspato.

É de notar a ausência total de biotite e a não existência de pertites.

No alto de Almerode, em Gondifelos, o granito caracteriza-se pelo facto, pouco comum, de conter exclusiva ou quase exclusivamente um único feldspato, a albite; com efeito, o feldspato potássico, se existe, é em quantidade insignificante. A moscovite é abundante e a biotite rara. A turmalina, em bons cristais com zonagem irregular, castanho-escura nos núcleos e mais claras nas orlas, é um acessório fácil de descobrir. A granada está também presente, em grãos alterados, turvos e acastanhados. A rocha é, pois, um granito alcalino, albitico e moscovítico.

Perto de Negreiros, a 1 200 m a SW da igreja desta localidade, o granito é de tipo afim do da pedreira junto à azenha do Folão. Com efeito, contém albite muito sódica (3 a 4% mol. an) e microclina, sendo visível o processo de microclinização. Por vezes os cristais de microclina estão bordados por uma estreita auréola de feldspato, sem geminação, com 2V bastante pequeno, sinal negativo e muito baixa refrangência; é possível que se trate de anortose, embora não se tenham observado as geminações típicas.

A rocha é muito rica de moscovite, não se encontrando biotite. Mostra-se granulada, como outras precedentemente descritas.

Em Outiz (Famalicao), 200 m a NW da Quinta de Gemunde, o granito apresenta alguns caracteres habituais nas rochas granitóides vizinhas das zonas migmatíticas ou integradas nestas. Trata-se de um granito próximo do contacto com os xistos silúricos.

Notam-se grandes cristais, quer de plagioclase cuja composição varia entre as da albite-oligoclase e da oligoclase franca (cerca de 15% mol. an), quer de feldspato potasso-sódico, com 2V amplo, oferecendo por vezes as geminações em reticulo da microclina. A pertite, em fâculas estreitas, ou em cordas («string-perthite»), não é rara, e, bem assim, a mirmequite em gomos na periferia dos feldspatos. Existem duas micas, sendo abundante a biotite (com halos pleocróicos, que podem ter nucleozinhos de zircão). A moscovite, bem representada (embora não predominante), associa-se com a biotite, sob a forma de inter-crescimentos de lâminas dos dois minerais. A mica branca separa-se em duas gerações, formando a moscovite II finas e densas franjas em redor dos cristais de moscovite I. A moscovite II pode, igualmente, circundar a biotite e os agregados das duas micas. Magnetite, ilmenite e apatite são elementos acessórios.

A rocha sucintamente descrita é, portanto, um granito alcalino (com oligoclase sódica) com duas micas.

b) Granitos alcalinos da Póvoa de Varzim e de Vila do Conde

Foi estudado um granito alcalino moscovítico e biotítico, tendendo para porfiróide, de Santo André — Aguçadoura — Póvoa de Varzim. O seu particular interesse reside nas provas de manifestações metassomáticas de que é sede. A tendência porfiróide resulta da presença de grandes cristais feldspáticos, principalmente de feldspato potássico ou potasso-sódico,

muitos vezes com 2V moderado, sem geminações e mais ou menos pertitzado. Mas, em alguns cristais, reconhece-se a microclina-pertite. É provável que todo este feldspato seja microclina, talvez sódica. A plagioclase forma também cristais de apreciáveis dimensões. Trata-se de oligoclase zonada, com cerca de 20% mol. an nos núcleos, como se verifica pelo estudo das extinções em secções orientadas. As orlas destes cristais devem ser menos cálcicas, mas são muito difusas. O feldspato potássico inclui restos de cristais de plagioclase muito sódica (albite) sericitizada, mas conservando ainda as geminações lamelares. A moscovite e a biotite estão igualmente inclusas no feldspato potássico.

Merece referência especial a configuração dos grandes cristais deste feldspato. Salientem-se, em primeiro lugar, as amplas orlas de mirmequite, por vezes com um arranjo finamente plumoso. A mirmequite, em gomos, penetra mais ou menos profundamente o feldspato. Por sua vez, àquelas orlas associam-se a moscovite e a biotite, esta em menor escala, bem como alguns grãos de óxido de ferro. O quartzo pode aparecer, ligado ao feldspato, na zona exterior das mesmas orlas. Deste modo, os grandes cristais feldspáticos estão fortemente recortados pela mirmequite e pelos elementos da matriz envolvente; estes elementos podem mesmo existir inteiramente incluídos naqueles cristais. Tudo indica que se está em face de autênticos porfiroblastos desenvolvidos à custa da matriz que os cerca.

Por outro lado, a presença de relíquias de plagioclase no seio do feldspato potássico e da pertite mostra que, em fase tardia da evolução da rocha, se deu a microclinizacão, fenómeno comum em muitas das rochas de que se tem tratado. O quartzo mostra-se assaz granulado entre os cristais feldspáticos, dando um mosaico de contactos suturados. Aliás a rocha, no conjunto, revela uma granulação geral.

Os agregados de minerais filíticos, embora não formem leitões definidos, são outra entidade de relevo, contrastando com as associações que têm como núcleos os grandes cristais feldspáticos. Neles se observam, no geral, três filites: a biotite, carregada de halos pleocróicos, com núcleos minúsculos ou invisíveis, a clorite (penina), oferecendo uma bela tinta de polarização ultra azul, e a moscovite, por vezes em cristais conspícuos, dando extensas secções longitudinais, ou basais, orientadas ou não paralelamente com as de biotite. Agregados filíticos mais reduzidos notam-se entre os cristais feldspáticos. No interior da biotite destacam-se cristais, por vezes amplos, da apatite, em torno dos quais se podem gerar halos pleocróicos. A apatite existe também incluída no feldspato. A moscovite reparte-se por duas gerações, aparecendo a moscovite II em feixes de finas lamelas que se concentram mormente nos topos dos cristais alongados de moscovite I.

A análise química do granito da Aguçadoura faz parte do Quadro B. Por meio dela confirma-se o carácter alcalino da rocha, ainda que com tendência calco-alcalina, o que está de acordo com a existência, entre os feldspatos reais, de uma oligoclase franca, que aliás não é senão um mineral subordinado.

Os parâmetros C. I. P. W.—Lacroix I(II).4.1(2).3' são muito análogos aos dos do granito de Moledo, na faixa costeira do norte do Minho [1.'4.1(2).3].

Granito alcalino moscovítico da Póvoa de Varzim

Outros exemplares estudados do granito da Póvoa de Varzim provêm de um local situado perto do campo de jogos, na praia.

A rocha é fundamentalmente do mesmo tipo que a da Aguçadoura. É ainda um granito alcalino, com grandes cristais feldspáticos, não assumindo no entanto a textura tipicamente porfíroide.

A microclina está agora mais expressa, formando quase todos os grandes cristais e constituindo um dos minerais dominantes. Outros feldspatos estão pertitzados e apresentam-se, geralmente, tal como a albite, em cristais menores. A albite é a única plagioclase presente, não se encontrando, portanto, a oligoclase que era um tanto comum no granito da

Aguçadoura. A moscovite predomina sobre a biotite e reparte-se, como no caso precedente, por duas gerações, com a moscovite II franjando os cristais de moscovite I e insinuando-se ao longo das clivagens dos feldspatos. O zircão gera halos na biotite. A mirmequite não é muito abundante, orlando alguns cristais pertitizados.

A granulação é um aspecto destacado do arranjo (« fabric ») desta rocha.

Granito alcalino com duas micas da Foz do Ave

Esta rocha é ainda de tipo análogo aos que acabam de ser descritos. O grão é mais fino do que o da rocha da Aguçadoura, não se notando a tendência porfiróide. A mica dominante é agora a biotite; os cristais pertitizados, muito numerosos, patenteiam belos exemplos de pertite em fâculas. A albite franca está presente, mas o feldspato que largamente domina é a pertite.

A mirmequite, aureolando os cristais feldspáticos, é perfeita e abundante. O quartzo, além das grandes plagas, ocorre em « gotas » dentro dos feldspatos.

À biotite, que produz clorite e exsuda acículos de rútilo, associa-se moscovite, por vezes em agregações extensas de pequenas escamas. O zircão (gerando halos), a apatite e os óxidos de ferro são acessórios.

O estudo químico (Quadro B) confirma a natureza francamente alcalina, definida pelos parâmetros $\Gamma.4.1.3$, os quais permitem precisar que se trata de um granito alcalino do ramo ortósico ($s = 3$).

Como na rocha da Aguçadoura, também aqui a potassa domina sobre a soda, carácter habitual nos granitos alcalinos nortenhos.

Noutros locais da região de Vila do Conde, como próximo de Bagunte, no Casal Pedro Junqueira, existe igualmente um granito do mesmo tipo, alcalino, moscovítico, com abundante pertite. Além dos numerosos cristais pertitizados, nota-se um feldspato, atribuível à anortose, em virtude do baixo ângulo óptico e dos vestígios de geminações em retículo muito denso. A biotite é rara.

Em Penedos Altos (Courel) o granito é ainda alcalino, com cristais grandes de pertite, albite e duas micas.

ROCHAS FILONIANAS E ENCRAVES

Os maciço de rochas granitóides e os xistos vizinhos são profusamente sulcados por filões de várias naturezas: aplíticos, pegmatíticos, aplito-pegmatíticos, granito-moscovíticos, granito-cordieríticos, quartzo-andaluzíticos, etc. Existem, por outro lado, filões mais básicos. Alguns destes tipos foram muito sucintamente citados.

São habituais os tipos alcalinos, mas, em alguns casos, encontram-se rochas graníticas calco-alcalinas. Neste local descrevem-se, muito concisamente, algumas das rochas filonianas a que ainda não se fez alusão particular.

a) *Granito cordierítico extremamente quartzoso da Labruja*

Esta rocha, cujo afloramento tem aspecto filoniano, foi localizada a 500 m a NE da Igreja do Socorro (Labruja).

Mostra, macroscopicamente, tendência gnaissóide, granularidade média e tom leucocrata, destacando-se concentrações, como que pequenos veios, de um mineral castanho, relativamente escuro.

O microscópio revela imediatamente enorme riqueza de quartzo e permite identificar o mineral castanho que, embora concentrado em certos feixes, existe também disseminado. Trata-se de cordierite, quase apenas alterada ao longo dos bordos das extensas plagas, dando agregados escamiformes ou fibrosos de sericite e de biotite esverdeada, muito clara, associados a matéria isotropa; esta constitui principalmente uma orla estreita, amarelada, quando observada sem analisador. O ângulo óptico da cordierite tem valores médios (45 a 60°), o sinal é negativo e a birrefringência não excede 0,010 ou 0,011 (Foto 23).

O quartzo, além de plagas grandes e abundantes, forma numerosas inclusões goticulares, no seio do feldspato. Este é o terceiro constituinte da rocha, praticamente desprovida de elementos corados. Quanto à composição, o feldspato é predominantemente sódico, reconhecendo-se algumas secções de albite franca, mas sendo mais comum um tipo menos sódico — albite-oligoclase. Bem mais raro é o feldspato potássico.

Os aspectos estruturais mais destacados são, além das «gotas» de quartzo, os contactos suturados entre os grãos dos diferentes minerais. O estiramento de certos elementos, como os dos feixes de cordierite, confere à rocha pendor para a textura gnaissóide.

A análise química (Tabela anexa) confirma a quantidade excepcional de quartzo, que representa mais de 51% da norma. Digna de nota é, também, a percentagem de corindo normativo, o que, em conjunção com a escassez de álcalis (particularmente de potassa)

mostra o carácter hiper-aluminoso da rocha. Por sua vez, o teor relativamente elevado de cal implica um quimismo calco-alcalino.

SiO ₂	74,47	Qz	51,72	
O ₃ Al ₂	15,91	Or	2,78	
O ₃ Fe ₂	0,56	Ab	22,01	
OFe	2,59	An	5,56	Parâmetros C. I. P. W. — Lacroix:
OMn	0,15	C	9,08	
OMg	1,01	En	2,50	
OCa	1,11	Fesil	4,22	
ONa ₂	2,64	Mt	0,93	
OK ₂	0,46	Il	0,30	
TiO ₂	0,16	OH ₂	1,69	
P ₂ O ₅	—		100,79	
OH ₂ tot.	1,69			
	100,85			

$\Gamma. 2(3) 2.(4) 5$

$\frac{Or}{Plag} < 0,6$

$OK_2 < ONa_2$

O parâmetro q é anômalo em relação aos granitos habituais, traduzindo a extraordinária riqueza de quartzo. No conjunto a expressão paramétrica aproxima-se, no entanto, dos *granitos aqueríticos*, no caso da extrema escassez de potassa.

Em face dos tópicos um tanto singulares que se verificam, pode pôr-se a hipótese de se tratar não de um verdadeiro filão, mas antes do resultado da granitização de uma rocha eminentemente siliciosa — quartzito ou de tipo afim. A granitização não teria atingido uma face muito avançada, dada a pobreza de potassa — componente introduzido abundantemente apenas no estágio mais tardio do processo granitizante — e a existência de cordierite que, com frequência, se gera nas fases iniciais daquele processo.

Além da presença de cordierite, as características estruturais e texturais são favoráveis à ideia de uma origem metassomática.

Diga-se ainda que o afloramento em questão se localiza perto da zona de contacto com o complexo xisto-cristalino, que compreende rochas quartzíticas.

b) *Filões aplíticos, aplito-pegmatíticos e pegmatíticos*

São desta categoria numerosas rochas filonianas estudadas.

Indica-se aqui, como exemplo interessante, um dos filões da área de Chã das Cortelhas (Caminha), que é um *aplito alcalino*, de grão não muito fino, com quartzo, albite, moscovite e acessoriamente granada acastanhada e raro corindo.

Na estrada florestal a N de Escusa (Cabração) foi reconhecido um filão semelhante, de rocha quase holo-leucocrata, de grão fino, mas contendo alguns cristais maiores de feldspato. Os constituintes essenciais são ainda o quartzo, a albite e a moscovite. O corindo é acessório não muito raro, em grãos irregulares e pequenos agregados mais ou menos fibrosos.

Em outros casos, os filões são de carácter misto, *aplito-pegmatítico*, onde a granularidade varia amplamente, atingindo em certas zonas a fácies francamente pegmatítica (Foto 5). Pode servir de exemplo deste tipo a rocha de um filão junto da Mina dos Monteiros, a 1 Km a W da igreja de Cabração (Arga). É uma rocha granítica, alcalina, com enormes albites, feldspato potássico assaz caulinizado, quartzo, moscovite e cordierite, esta em pequenas bolsas disseminadas, em parte transformada em agregados filíticos e matéria isotropa.

Além dos numerosos filões pegmatíticos, de composição tantas vezes variada, estudados pelo Prof. COTELO NEIVA na área da Serra de Arga, referir-se-á aqui, dessa região, apenas mais um exemplo: o de um granito leucocrata alcalino, moscovítico, com carácter ainda aplito-pegmatítico, dada a amplitude da variação da granularidade. Os exemplares desta rocha, que contém essencialmente quartzo, albite-oligoclase, feldspato potasso-sódico e

moscovite, foram coligidos na estrada florestal, a 1 800 m a W de Cabração, onde forma um importante filão.

Noutros locais, como a 500 m a NE do Cruzeiro de Gândara, encontram-se filões francamente pegmatíticos. O deste local encerra grandes pertites e plagioclase (albite), com frequência convertida em microclina. O quartzo mostra-se em plagas extensas, com estrutura lamelada, por vezes radial, denotando intensa deformação.

Deve-se ao Prof. J. COTELO NEIVA um estudo pormenorizado dos filões pegmatíticos com cassiterite e tantaló-columbite da região de Cabração (Serra de Arga) [22].

c) Granitos alcalinos moscovíticos

Estes granitos são comuns entre os filões leucocratas estudados. Citam-se aqui dois exemplos: o de um granito alcalino moscovítico, com quartzo, albite e moscovite (200 m a W do Cabeço do Meio Dia — Covas) e o de um granito também alcalino, com duas micas, mas com largo predomínio de moscovite (Venade de Baixo, Caminha), contendo, como feldspatos, albite-oligoclase, ortose sódica e pertite.

Em qualquer dos exemplares se notam manifestações metassomáticas — «gotas» de quartzo no interior dos feldspatos e intercrescimentos mirmequíticos. A estrutura oferece um arranjo («fabric») frequentemente suturado.

Em alguns destes filões o grão chega a ser grosseiro, tendendo mesmo para porfiróide.

d) Filões básicos

Desta categoria é o extensíssimo filão mesocrata cujas amostras foram coligidas em vários locais, entre eles junto das Casas de Vilarinho, perto da igreja de Padornelo (estrada de Paredes de Coura a Extremo), Boivão (Gondomil), etc. (Foto 6).

O filão está orientado no rumo NNE. A rocha é nitidamente porfírica, com belos e inúmeros cristais de plagioclase zonada, onde, por vezes, é possível distinguir pequenos núcleos de andesina (com cerca de 45% mol. an), zona intermédia de labrador (cerca de 55 a 56% mol. an) e orla de andesina levemente mais cálcica (cerca de 47% mol. an) do que a do núcleo.

A pasta é microgranular, com plagioclase intermédia (oligoclase-andesina), biotite, hornblenda verde, óxidos de ferro, quartzo intersticial e produtos secundários.

Em outros exemplares (Boivão) a plagioclase do primeiro tempo é menos cálcica, variando a composição entre a de uma andesina com 34% mol. de an (núcleo) e a da oligoclase-andesina (orla).

A hornblenda pode ocorrer em pequenos fenocristais (perto da igreja de Padornelo), embora seja sempre mais abundante na pasta (Foto 24).

A análise química de um exemplar daquele local (a 300 m a NW da igreja de Padornelo) deu os resultados contidos na tabela junta, onde igualmente figuram a respectiva norma e os parâmetros C. I. P. W. — Lacroix.

SiO ₂	65,60	Qz	21,18
O ₃ Al ₂	14,67	Or	21,68
O ₃ Fe ₂	1,16	Ab	27,25
OPe	5,56	An	14,73
OMn	0,06	Wo	0,46
OMg	0,86	En	2,10
OCa	3,62	Fesil	8,32
ONa ₂	3,16	Mt	1,28
OK ₂	3,67	Il	1,52
TiO ₂	0,83	Ap	0,67
P ₂ O ₅	0,29	OH ₂	0,74
OH ₂	0,74		99,93
	100,22		

(1) II.4.2(3).3'

$$\frac{Or}{Plag} < 0,6$$

$$OK_2 > ONa_2$$

*Microgranito monzonítico com
tendência granodiorítica*

ENCRAVES DE ORIGEM XISTENTA NOS GRANITOS

São frequentes os encraves desta natureza nas rochas graníticas. Na maior parte dos casos, o material xistento está mais ou menos evoluído, tendo recristalizado, especialmente com produção de biotite abundante, que se deve ter vindo adicionar à mica original.

São, pois, em muitos casos, do tipo a que Lacroix chamou «enclaves surmicacées». Num exemplar de um destes encraves, existente no granito de S. Gens (Porto), a composição química é lamprofírica, correspondendo a tipo próximo dos minetos quartzicos, designados jerseitos por LACROIX [5].

Os encraves desta categoria, considerados como fragmentos de xisto evoluídos, foram denominados por ROQUES e DIDIER [31] «loupes surmicacées». Os exemplares examinados, até agora, nas rochas graníticas tratadas neste trabalho, são mesocratas ou mesmo meso-melanocratas e revelam uma textura orientada. Entre os folhetos micáceos podem observar-se estreitos leitos granoblásticos. São sempre concentrações ricas de biotite e relativamente pobres de quartzo. O feldspato que predomina é correntemente do domínio da oligoclase, mas nas inclusões dos granitos porfiróides é vulgar encontrar-se andesina, embora, às vezes, associada a plagioclase mais sódica. Os feldspatos potássicos ou potasso-sódicos são menos abundantes ou mesmo inexistentes.

A biotite apresenta-se em lâminas alinhadas e, em certos exemplares, não são raras as associações biotite-moscovite, constituindo as duas micas agregados com eixos paralelos, pelo menos em parte dos indivíduos cristalinos. O exame de secções básicas mostra que a biotite é, como habitualmente, uniaxial ou quase, ao passo que a moscovite oferece, em regra, um ângulo óptico pequeno, com valores entre 15 e 30°.

Alguns encraves são, praticamente, apenas concentrações de biotite. Na rocha granítica de perto das minas de Taião há encraves biotíticos onde a moscovite contém acículas e pequenos prismas de silimanite. Em outros exemplares pode reconhecer-se alguma cordierite e, mais raramente, granada. A biotite encerra, frequentemente, belos halos pleocróicos, em redor dos cristais de zircão, a apatite é acessório comum, quer incluída nas micas, quer em outros minerais.

Nos encraves referidos do granito de S. Gens, à biotite associa-se, em pequena quantidade, turmalina. No granito porfiróide de Paredes de Coura, tanto nesta rocha, como nos encraves, a biotite contém clorite (penina) e esfena que intercrecem com a mica, devendo uma e outra resultar da transformação desta. A biotite pode ainda exsudar acículas de rútilo. O desdobraimento da biotite titanífera em clorite e minerais de titânio é, pois, facto patente também nos encraves em consideração, tal como nos próprios granitos, não só das regiões de que se está tratando como de outras [11].

No maciço de Paredes de Coura a esfena é mais abundante (cerca de 3,3% em volume) nos encraves do que na rocha incluída (cerca de 2,5% em volume).

Em conclusão, as observações, ainda que muito limitadas, até agora feitas, provam que são banais, em rochas graníticas, encraves de material xistento, cuja granitização oferece graus diversos, atingindo, com muita frequência, o estado das «loupes surmicacées» verificadas em outras regiões graníticas. Tal como nestas, a forma é, muitas vezes, lenticular, e pode existir, no seio do granito, um prolongamento da «loupe» por meio de farrapos biotíticos à maneira de «schlieren».

ENCRAVES MICROGRANULARES NO GRANITO PORFIRÓIDE

Além de encraves de material escuro, biotíticos, cuja natureza xistenta não parece apresentar dúvidas, há outros onde a textura orientada não se observa, verificando-se microscòpicamente que se trata de material com estrutura microgranular, onde, ao lado de quartzo (em proporção aliás assaz variável), dos feldspatos calco-sódicos (andesina, oligoclase-

-andesina) e de algum feldspato potasso-sódico (por vezes microclina), existem mafitos abundantes — biotite, hornblenda — ou só biotite. A textura porfírica, embora conhecida, não é comum.

O estudo destes interessantes acidentes das rochas granitóides não está ainda realizado com o necessário pormenor, mas desde já se deve chamar a atenção para a estreita similitude patenteada pelos exemplares do extenso filão mesocrata há pouco descrito, e dos encraves escuros do mesmo local (perto da igreja de Padornelo).

A quase identidade entre o material do filão mesocrata e o dos encraves é demonstrada pela composição mineralógica e pelos resultados da análise química.

Na tabela que se segue encontra-se a composição química, a norma e os parâmetros C. I. P. W. — Lacroix do material dos referidos encraves.

SiO ₂	65,24	Qz	22,26	
O ₃ Al ₂	16,88	Or	21,68	
O ₃ Fe ₂	1,37	Ab	27,25	
OFe	3,87	An	16,12	I(II).4.(2)3.3'
OMn	—	Wo	—	
OMg	0,81	En	2,00	$\frac{Or}{Plag} < 0,6$
OCa	3,48	Fesil	4,49	
ONa ₂	3,23	Mt	2,09	OK ₂ > ONa ₂
OK ₂	3,72	Il	1,67	
TiO ₂	0,86	Ap	0,50	<i>Granodiorito com tendência para os granitos monzoníticos</i>
P ₂ O ₅	0,25	C	1,73	
OH ₂	0,99	OH ₂	0,99	
	100,70		100,78	

Encraves microgranulares e rochas filonianas

As indicações muito sucintas que acabam de ser apresentadas quanto às rochas filonianas e aos encraves microgranulares, não permitem conclusões seguras. É, no entanto, possível avançar algumas hipóteses cuja validade deverá ser posta à prova em face de novas observações.

Em primeiro lugar, verifica-se a frequência com que ocorrem os filões de rochas graníticas leucocratas, alcalinas, com moscovite, isentas de biotite ou tendo esta mica apenas em quantidade acessória. Contêm, por vezes, corindo e cordierite. Este conjunto de caracteres leva a pensar que estes filões tenham relação com o material essencialmente silicioso e alcalino que teria granitizado as formações pelíticas. Os minerais aluminosos, não alcalinos — corindo, cordierite — representarão uma consequência da contaminação, em pequena escala, daquele metassoma pelos xistos ricos de alumina. Por vezes, os factos observados podem indicar, também, com maior segurança, a granitização de materiais não pelíticos mas de rochas acentuadamente siliciosas, como quartzitos mais ou menos impuros: tal seria o caso da rocha de Labruja.

Por outro lado, a estreita semelhança entre os filões mesocratas, afins dos granodioritos, e o material dos encraves microgranulares escuros, permite admitir que estes encraves sejam inteiramente distintos dos de origem xistenta, mesmo quando estes tenham sofrido uma recristalização marcada pelo desenvolvimento da biotite.

Assim, os encraves microgranulares de composição granodiorítica teriam origem magmática, tal como os filões porfíricos de indêntica composição, cujos caracteres microscópicos — dois tempos de bem marcada consolidação e fenocristais zonados — são favoráveis àquela origem.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES PETROLÓGICAS

Apresentamos agora, sob a forma de pequenos parágrafos, um certo número de considerações sobre alguns problemas de ordem petrológica suscitados pelo presente estudo petrográfico. Com estas considerações procuramos completar e resumir outras já expostas no decurso dos capítulos precedentes.

Não faremos aqui qualquer referência ao problema dos migmatitos e dos seus núcleos não gnáissicos, da orla costeira — Praia da Luz-Vila Chã-Angeiras — assunto que foi discutido, com certo pormenor, no capítulo respectivo.

1) Megacristais feldspáticos

Viu-se como são comuns os feldspatos potássicos e pertíticos nos megacristais.

Mas há também nos granitos calco-alcalinos e nos granodioritos megacristais de plagioclases.

Os contornos destes cristais mostram frequentes recortes, o que também foi devidamente acentuado, mostrando-se assim semelhantes a porfiroblastos (Fotos 8, 9, 11, 12 e 16). Mas há, particularmente em rochas calco-alcalinas de tipo francamente porfiróide, megacristais com contornos mais regulares, que podem não ter o mesmo significado.

Seja como for, é assaz difícil compreender a formação dos megacristais (tantas vezes alcalinos), no quadro das clássicas séries de reacção de Bowen, dado o seu carácter mais silicatado e mais alcalino do que o conjunto da rocha. Também, neste caso, haverá que admitir fenómenos de recristalização e portanto o crescimento desses cristais numa fase tardia da formação da rocha.

Seguidamente se encararão outros aspectos do problema dos megacristais.

2) Megacristais geminados e «gotas de quartzo»

Em certos exemplares a observação microscópica revela, por forma evidente, a presença de perfeitas e frequentes «gotas de quartzo» no seio de megacristais geminados segundo a lei de Karlsbad, mas onde o crescimento das «gotas» foi tolhido pela superfície separadora dos dois indivíduos do edifício geminado. É o que se pode observar no granito alcalino de Venade de Baixo (Foto 11). As «gotas» de quartzo, ao atingirem aquela superfície, achataram-se de encontro a ela. Os factos observados comportam duas conclusões:

- a) que as «gotas» de quartzo são posteriores à formação do megacristal ou, pelo menos, da geminação;
- b) que a superfície separadora dos indivíduos geminados constitui uma barreira à migração do silício e, portanto, ao desenvolvimento das «gotas».

A primeira conclusão leva a admitir que a hipótese que considera aquelas «gotas» como uma primeira geração de quartzo, anterior ao quartzo intersticial da matriz geral da rocha [25] não pode ser aceite, pelo menos no presente caso. A sílica migrou para o interior dos megacristais depois de ter tido lugar a geminação.

A formação desta, com a sua superfície de descontinuidade, pode ter provocado a alteração dos gradientes físico-químicos que condicionam a migração; o sentido daqueles gradientes pode até ter sofrido uma inversão, o que tornaria impossível ao silício ultrapassar a barreira assim constituída pela superfície de composição do edifício geminado. Está-se evidentemente no domínio de simples hipóteses, mas o facto apontado é digno de toda a atenção.

Outro facto, patente em alguns granitos migmatíticos, como o da Praia da Luz (Foz do Douro), vem mostra, em reforço do que há pouco se disse, que o quartzo goticular pode não ser anterior ao quartzo intersticial.

Indicou-se, na altura própria, que, naquelas rochas, se reconhecia uma ligação directa entre os dois domínios de ocorrência do quartzo.

Por sua vez, nos gnáisses da Grandra observa-se continuidade entre o quartzo intersticial e dos agregados mirmequíticos.

3) Microclinização, pertitização e formação de megacristais

Verificou-se como é banal o processo de microclinização nos granitos estudados. Em particular, nos granitos alcalinos, a microclina, ou, falando de modo mais geral, o feldspato potássico (ou potasso-sódico, mas predominantemente potássico) aparece como tópico essencial de um avançado estágio de granitização. Com frequência bem marcada, os cristais daqueles feldspatos (muitas vezes megacristais) encerram relíquias de plagioclase e inclusões de quartzo e, em muitos casos, oferecem margens recortadas, mais ou menos amibóides (Fotos 12 e 13).

Tudo indica que tais cristais são verdadeiros porfiroblastos que se desenvolveram à custa da matriz, cujos vestígios ainda se distinguem no seu seio (Foto 16).

Esta metassomatose potássica pode exprimir-se também pela produção de grandes pertites, onde o hospedeiro é feldspato potássico ou potasso-sódico. Os dois processos — microclinização e pertitização — aparecem frequentemente associados.

É, em conclusão, bem difícil admitir que os megacristais considerados se tenham constituído por cristalização a partir de um banho magmático. Antes se deve tratar, como acima se aludiu, de porfiroblastos que se desenvolveram a partir da matriz por um processo que gradualmente eliminou e substituiu o quartzo e a plagioclase preexistente, tal como tem sido admitido noutras regiões [26, 27].

Os megacristais de microclina são também comuns nos granitos porfiróides (calco-alcalinos) mas nestes persistem, por vezes, em larga escala os macrocristais de plagioclase.

4) Microclinização e formação de mirmequite

Viu-se como são variados os aspectos dos intercrescimentos deste tipo, desde a mirmequite fina, com pequenos vermiculos, até a muito grosseira, com tubos vermiculares menos pronunciados; esta última passa, por vezes nitidamente, a «gotas» de quartzo (Foto 9) que penetram na plagioclase, atingem a região mais central e adquirem forma mais ou menos arredondada.

As mirmequites tanto existem nos contactos da plagioclase com o feldspato potássico, como entre aquela e o quartzo. São também muito frequentes nos gnáisses (Fotos 16 e 22).

A mirmequitização exige, além da sílica, um acarreo de soda e de cal, necessário para a geração de plagioclase sódica (albite-oligoclase; oligoclase).

A substituição da primitiva plagioclase por microclina (ou, de modo mais geral, por feldspato essencialmente potássico) implica justamente a libertação de soda e de cal, que irão ser utilizadas na mirmequitização.

Em várias outras regiões do globo tem-se igualmente reconhecido que a microclinização é acompanhada pela formação de mirmequite, o que é favorável à hipótese posta.

É o que se verifica nos granitos de Bettyhill e Sutherland e de Closepet, Mysore (Índia) estudados respectivamente por V. C. CHENG [28] e por B. P. RADHAKRISHNA [25].

Deve-se, no entanto, dizer que a mirmequite nem sempre está largamente representada no caso dos granitos nortenhos microclinizados.

5) Mirmequitização e migração do silício

O facto, antes indicado, da passagem entre a mirmequite grosseira, em vermículos menos pronunciados, às «gotas» de quartzo no seio do feldspato, mostra que estas últimas devem representar uma migração de silício, tal como a própria mirmequitização.

A análise deste processo mostra, com efeito, que se trata de um fenómeno definido por uma metassomatose siliciosa, acompanhada pela introdução de soda e cal.

A mirmequitização e a geração de porfiroblastos de microclina e de pertite surgem, assim, como fases do «processus» complexo da granitização, no estádio em que a migração de silício se associa um deslocamento da soda e da cal e a sua substituição, pelo menos em grande parte, pela potassa. Estas transferências de matéria ter-se-iam dado em meio sólido pela acção de soluções circulantes, ou por migração iónica ou, ainda, pela conjunção dos dois mecanismos.

6) Silimanitização das micas e suas consequências

Em muitos granitos alcalinos, a biotite (e, por vezes, a moscovite) apresenta-se transformada em prismas de silimanite I e, posteriormente, em agregados densos de fibrolite (silimanite II) (Foto 7).

A observação permite, em certos casos, demonstrar que o processo é acompanhado pela geração de orlas de feldspato potássico e de quartzo em redor das micas (Foto 7). É natural admitir que essas orlas tenham sido constituídas à custa da sílica e da potassa libertadas, devido à silimanitização que as micas sofreram. Será esta uma das origens do potássio que entra no processo metassomático da microclinização. Mas, dada a extensão limitada do fenómeno, não parece provável que aquele processo se possa explicar com base apenas na silimanitização.

O potássio deverá, em grande parte, ter sido introduzido por soluções ou pelo jogo da migração iónica em meio sólido. Por outro lado, a silimanitização aparece, em variadas rochas, ligada à produção de orlas de cordierite em redor das micas, mas a certa distância, ou de bolsas isoladas do mesmo mineral ainda mais afastadas das micas. Como a silimanitização põe em liberdade o ferro e o magnésio da biotite, estes elementos poderiam ter emigrado a maior distância do que o potássio, favorecidos pelos seus menores raios iónicos.

A silimanitização é um processo certamente comum em estádios pouco avançados da granitização, sendo aliás bem conhecido nas micas de xistos cristalinos.

Com ela se associa, ainda, devida à libertação de sílica, a produção de intercrescimentos simplectíticos de quartzo e moscovite II, principalmente nos topos de cristais da moscovite I, onde é comum a aparição de moscovite II, com disposição franjada.

7) Granitos em maciços circunscritos

É incontestável o carácter intrusivo de muitas das grandes manchas graníticas do Minho. Assim se encontram maciços circunscritos quer de granitos calco-alcalinos, como os de Paredes de Coura e Monção (Foto 2), quer de granitos alcalinos, como os de Serra de Arga, Serra da Gávea, Monte de Góis, etc. Nestes casos os contactos são nítidos e a estrutura é, muitas vezes, claramente discordante. São maciços de tipo intrusivo ou pós-tectónico, que representam a fase final do ciclo de manifestações graníticas associadas com o metamorfismo e a orogénese.

É interessante, no entanto, notar como são reduzidas ou inexistentes as auréolas de metamorfismo de contacto em redor daqueles maciços. Já se tratou, na devida altura, do

caso da Serra de Arga. Há, somente, em torno deste imponente maciço, uma estreita orla não de corneanas, mas migmatítica, enquanto no seu interior, como aliás noutros maciços, se observam, em notável quantidade, encraves xistentos, mais ou menos granitizados, conferindo ao granito o carácter dos migmatitos heterogéneos, denominados agmatitos por JUNG e ROQUES [29]. Por sua vez, em outro maciço intrusivo de granito alcalino — o da Serra da Gávea — o afloramento alonga-se e os elementos da rocha mostram tendência para se orientarem paralelamente aos xistos circundantes.

Os factos indicados, embora não suficientes para contestar a origem magmática dos granitos desta categoria, obrigam porém a pôr algumas reservas à exclusividade daquela génese. O problema não pode ser tratado nesta Memória, cujos objectivos são essencialmente petrográficos. Dir-se-á apenas que o estilo intrusivo ou discordante não parece ser argumento decisivo a favor da génese magmática em termos clássicos, na época actual, onde se admite a importância dos fenómenos reomórficos e da formação de neomagmas, por fusão, porventura apenas parcial, de rochas preexistentes. Uma granitização em profundidade, a temperatura suficientemente elevada para conferir à massa granitizada plasticidade suficiente para o movimento intrusivo, poderia talvez explicar os tópicos observados no caso do maciço de Arga: contactos discordantes, inexistência de orla de metamorfismo de contacto desenvolvida, carácter agmatítico em certos locais do interior do maciço.

8) Maciços não circunscritos; granitos difusos

São, como se viu, comuns os maciços deste tipo. A relação com largas bordaduras migmatíticas é evidente, não só no caso, típico entre todos, do granito do Porto, com a sua bela auréola litoral a N e S da Foz do Douro, como também mais para o interior. O conjunto que inclui os migmatitos compreende outras rochas metamórficas — gnaisses, micaxistos e xistos luzentes — intimamente associadas com aqueles, constituindo o que tem sido designado por complexo xisto-migmatítico. Este complexo desenvolve-se mesmo entre os maciços de estilo intrusivo. Em alguns locais, no seio dos granitos, há encraves do referido complexo, os quais podem atingir grandes dimensões. Assim sucede, além doutros, no afloramento, assaz sinuoso, do Bárrio.

Os granitos oferecem, com frequência, texturas orientadas, notando-se todas as formas de passagem desde a textura gnáissica perfeita (como nos gnaisses da Gândara) até a granular franca.

São numerosos os locais onde se observa o carácter gnássico ou gnaissóide — Fontoura, S. Julião, Cornes, Silva, etc.

Certas pequenas manchas (em Insalde e Infesta, entre Labruja e Nogueira, etc.) apresentam-se claramente alongadas, concordantemente com os xistos circundantes. Em Candemil as faixas estreitas de granito porfiróide, que passam a granodioritos, estão interestratificadas nos xistos. Os granodioritos (ou rochas afins) afloram, como foi dito oportunamente, em faixas estreitas muito alongadas que se orientam em concordância com as rochas encaixantes. Tal como nos granitos, também os granodioritos possuem megacrístais feldspáticos e encraves de rochas xistentas mais ou menos granitizadas.

O estilo difuso, as texturas gnaissóides ou gnáissicas e ainda a marcada variação da composição mineralógica (aparição de cordierite, silimanite, duas micas, etc.) são caracteres favoráveis à atribuição das rochas em questão à classe dos granitos de anatóxia.

9) Vestígios de paleossoma e metassoma em rochas graníticas

Além dos gnaisses migmatíticos de várias regiões, onde a separação dos dois complexos de migmatização é evidente, não são raros os exemplares de rochas francamente graníticas, cuja observação atenta consente que se identifiquem faixas, mais ou menos bem definidas, daqueles complexos mineralógicos.

De facto, notam-se em certas lâminas delgadas, a despeito da textura claramente granular que as rochas oferecem « em grande », leitões mais escuros onde se encontram principalmente biotite, moscovite, silimanite, cordierite (por vezes com estreita auréola siliciosa de feldspato alcalino, quartzo e intercrescimentos mirmequíticos), alternando, por forma mais ou menos nítida, com outras onde a constituição é predominantemente quartzo-feldspática.

Bons exemplares destes factos são os granitos da Ponte de Bárrio, do Lugar do Bárrio (Paredes de Coura) e de Insalde (Fotos 10 e 14).

10) A provável evolução granodiorito-granito e o papel do potássio

Comparando as composições das rochas granodioríticas e de tipos afins, com as dos granitos porfiróides, calco-alcalinos, reconhece-se que nestes últimos há, de modo geral, um reforço do teor de potassa, além de outras diferenças de ordem química.

As relações íntimas, observadas no terreno, entre os dois tipos petrográficos e, bem assim, a existência de termos de passagem entre eles, são factos que impõem a ideia de estreito parentesco entre os mesmos tipos. A menor riqueza de potassa nos granodioritos exprime-se mineralógicamente (do ponto de vista dos mafitos) pela substituição parcial da biotite por mafitos não potássicos: hornblenda, piroxenas, esfena, podendo no entanto aquelas rochas permanecer fortemente biotíticas (Foto 15). E, no que respeita aos feldspatos, é tópico evidente dos granitos calco-alcalinos porfiróides que a microclina ou, mais geralmente, os feldspatos potasso-sódicos, se desenvolvam, sob a forma de megacrístais, ao contrário do que se observa nos granodioritos.

A possível conversão granodiorito-granito porfiróide traduz-se pois por microclinização e biotitização.

A possibilidade de granitização, a partir de rochas mais básicas, é uma ideia que se vem impondo, em face do estudo de variadas regiões. Assim, no Tanganica, J. R. HARPUM [30] verificou a íntima associação granodiorito-granito porfiróide e admite que o facto se poderá interpretar por uma migração de potássio, pelo menos como uma das causas do processo.

RADHAKRISHNA [25], por seu lado, encara uma granitização a partir de rochas mais básicas (trondhjemitos), não por diferenciação magmática, mas por microclinização da primitiva plagioclase. A série admitida por aquele autor: trondhjemitos-granodiorito-granito — é caracterizada por um progressivo enriquecimento de potássio. O papel deste elemento deve ser, de facto, capital no estágio mais avançado da granitização. O potássio, dado o seu grande raio iónico, não parece manifestar senão limitada mobilidade nas fases incipientes do « processus » granitizante. Mas nas últimas fases, a sua mobilidade aumenta, como se verifica em face da importância assumida pela metassomatose potássica, como episódio tardio da granitização.

A natureza metassomática manifestada em tantos granitos porfiróides não favorece a hipótese de a fácies granodiorítica ser uma consequência de fenómenos de assimilação a partir de um magma granítico.

11) Possíveis relações genéticas entre granodioritos, granitos porfiróides e granitos alcalinos

Os granitos alcalinos de estilo patentemente difuso, são, pelo menos em certos casos (como o do granito do Porto, ante-ordovícico), mais remotos do que os granitos porfiróides, muito provavelmente hercínicos, pós-estefanianos, como os granitos do mesmo tipo, da Beira, onde a idade absoluta determinada, para um exemplar de Castro Daire, é 282 ± 11 M. A. [16].

Mas há gradações em alguns maciços entre os granitos calco-alcalinos e os alcalinos.

A comparação entre as composições químicas do conjunto granitos calco-alcalinos e

granodioritos e as dos granitos alcalinos revela, em primeiro lugar, como os últimos são mais silicatados do que os primeiros; por outro lado, enquanto no grupo calco-alcalino os teores de potassa são, em certos casos, inferiores aos da soda, no grupo alcalino, nota-se, na quase totalidade das análises, o predomínio da potassa. Este último facto exprime-se, em termos mineralógicos, pelo desenvolvimento do processo de microclinização, iniciado nos granitos calco-alcalinos, relativamente aos granodioritos.

Em conclusão, reconhece-se que à medida que se caminha dos granodioritos para os granitos alcalinos há um enriquecimento de potassa.

Nos casos em que houver uma relação genética entre os três grupos de rochas — granodioritos, calco-alcalinos e granitos alcalinos — a evolução ter-se-á processado principalmente em consequência da migração de potássio para um material primitivo, de natureza básica, convertendo este, sucessivamente, em rochas graníticas calco-alcalinas e alcalinas. A tabela junta contém as percentagens médias dos dois álcalis nos três grupos de rochas consideradas. A sua inspecção mostra que no grupo granodiorítico é praticamente igual a importância quantitativa dos dois álcalis, ao passo que nos grupos graníticos o predomínio da potassa está bem patente.

PERCENTAGENS MÉDIAS DOS ÁLCALIS				
	ONa ₂	OK ₂	Rel. OK ₂ /ONa ₂	N.º de análises
Granodioritos	3,39	3,35	1	5
Granitos calco-alcalinos	3,85	4,63	1,2	7
Granitos alcalinos	4,42	5,18	1,2	14

As relações OK_2/ONa_2 são, no entanto, praticamente iguais (cerca de 1,2) nos dois grupos de granitos. Isto está, certamente, em relação com o facto (que o estudo microscópico deixou antever) de os feldspatos potássicos serem, embora subordinadamente, também sódicos, o que estará vinculado a certos caracteres ópticos, como o modesto valor do ângulo 2V. Muitas vezes, mesmo, o carácter potasso-sódico é incontestável, como no caso das perites e da anortose, que constituem, em muitas rochas, os megacristais feldspáticos.

12) Filões eruptivos básicos e encraves microgranulares

Viu-se como estão estreitamente análogas as composições químicas e mineralógicas da rocha do grande filão porfírico mesocrata (com tendência microgranodiorítica) que passa perto da igreja de Padornelo (na estrada de Paredes de Coura ao Extremo) e dos encraves microgranulares escuros que existem no granito porfíroide do mesmo local (pontos C e D — Fig. 1). O carácter magmático do filão não parece oferecer dúvida, o que favorece a ideia de que os encraves do tipo indicado tenham origem também magmática. Os elementos até agora existentes sobre este problema são, no entanto, muito escassos. Para a sua elucidação convirá proceder ao estudo cuidadoso dos encraves cuja natureza xistenta não parece segura e ter em conta a teoria recentemente defendida pela escola de Clermont-Ferrand, com M. ROQUES e J. DIDIER [31], sobre a possibilidade de os granitos intrusivos (circunscritos) resultarem de uma granitização indirecta de rochas mais básicas (microdioritos quartzicos ou tipos afins) que previamente se teriam instalado sob a forma de maciço intrusivo de natureza magmática. No Maciço Central francês são frequentes, nos granitos intrusivos (como no maciço circunscrito de Sidobre), encraves microgranulares com os caracteres dos microdioritos quartzicos.

13) Possibilidade de granitização de rochas das séries xisto-cristalinas

As relações íntimas, tantas vezes patentes, entre granitos francos e gnaisses, com passagem gradual de texturas orientadas a texturas granulares (Foto 1), bem como a presença de contactos concordantes ou subconcordantes, entre rochas graníticas e grandioríticas e os xistos circundantes e, ainda, a existência, no seio daquelas, de encaves de xistos em diferentes fases de granitização, são tudo argumentos a favor da hipótese de que muitos dos maciços granitóides do Minho e Douro se tenham formado por granitização de rochas das séries xisto-cristalinas, largamente representadas nessas regiões. Tenha-se ainda em conta o fraco desenvolvimento ou inexistência de orlas de metamorfismo de contacto. Por sua vez, em granitos de estilo intrusivo, e, portanto, com contactos discordantes, destacam-se, como por vezes foi descrito e discutido, caracteres particulares que os aproximam de certos migmatitos heterogéneos (caso do granito da Serra de Arga, com caracteres agmatíticos).

Por seu lado, o exame microscópico vem reforçar, em larga medida, a ideia de que as transformações metassomáticas tenham assumido enormes amplitudes.

Em outro local [32] foi apreciada a atribuição a simples fenómenos pós-magmáticos (cristalização endoblástica) das manifestações metassomáticas observadas. Recordam-se novamente que as mesmas manifestações estão patentes nas rochas migmatíticas da orla litoral (Angeiras, Vila Chã, Foz do Douro, etc.) cuja origem metassomática é incontestável, sendo evidente a sua relação genética com o granito, de estilo difuso, do Porto. Recordam-se, ainda, que extensos maciços graníticos do Minho estão envolvidos por largas bordaduras de rochas migmatíticas, por sua vez associadas aos xistos cristalinos.

A feldspatização dos xistos, estágio capital da granitização, foi reconhecida, por forma segura, em alguns locais e é muito provável que o estudo pormenorizado das séries xisto-cristalinas permita ampliar o conhecimento das relações entre estas e as rochas granitóides. Um caso típico (apresentado na devida altura) é o do Monte de Faro (Valença), onde o granito alcalino se liga com gnaisses migmatíticos e micaxistos, sendo este complexo sulcado por filões aplito-pegmatíticos. O micaxisto passa gradualmente ao gnaisse migmatítico, por progressiva feldspatização.

A granitização de termos não pelíticos das séries do metamorfismo regional também deve ser uma realidade, como no caso do granito hiper-quartzoso e cordierítico da Labruja, por certo derivado da granitização de rochas quartzíticas.

Poder-se-á, então, pôr, como hipótese genérica, que os primitivos sedimentos essencialmente pelíticos, depois de se terem convertido, por metamorfismo regional, em paraxistos de vários tipos (como micaxistos, xistos moscovíticos e com duas micas, xistos andaluzíticos, etc.) fossem, em muitos casos, sujeitos a uma granitização mais ou menos avançada e dependente não só da composição original dos materiais, como também das condições tectónicas, em particular do estado de deformação e de esmagamento da rocha. Entre os efeitos iniciais da granitização figura a geração da silimanite I e II (feltro denso de acículas de fibrolite) a partir das micas (particularmente da biotite), da moscovite II (em franjas nos topos dos cristais de moscovite I e nos agregados simplectíticos) e de cordierite (relacionada, como se referiu, com a silimanitização).

Em fase posterior, intervém a feldspatização, com a formação de rochas de tendência gnáissica ou de gnaisses francos. A metassomatose siliciosa, traduzida pela mirmequitização e pela geração do quartzo goticular, acompanha, em maior ou menor escala, a feldspatização. Esta traduz-se, numa fase mais avançada (como há pouco se referiu) pela introdução de potássio, com geração de microclina ou, mais geralmente, de feldspatos potasso-sódicos, que substituem a plagioclase, previamente formada.

Em relação com o que acaba de ser exposto, veja-se o parágrafo que segue.

14) A série cristalina na orla litoral a S da Foz do Douro

Embora não se faça nesta Memória o estudo petrográfico das rochas graníticas desta região, coberta pelas folhas do Porto e de Espinho do Mapa Geológico, dar-se-á aqui um golpe de vista sobre os resultados do estudo do corte que compreende as praias de Valadares, Miramar e Madalena. O exame de grande número de lâminas delgadas representativas de vinte amostras bem localizadas permitiu estabelecer que:

- a) Os granitos, sempre oligoclássicos e com duas micas, patenteiam variados tipos de estruturas desde o granular franco até o gnaissóide; passam assim a *gnaisses* ainda *oligoclássicos* (Fotos 20 e 22).
- b) As manifestações metassomáticas são profusas, principalmente a geração de mirmequite e de quartzo goticular (Foto 20) e, bem assim, a estrutura suturada e as inversões constantes na ordem normal de cristalização, segundo as séries de Bowen.

A silimanitização das micas foi também observada e, em um dos casos, encontrou-se andaluzite.

- c) Aos granitos e gnaisses associam-se *gnaisses anfibolíticos* e *anfibolitos* (Foto 21). Os primeiros, muito feldspáticos, encerram, como os segundos, piroxena (diópsido) e esfena; não contém epidoto. Está-se, pois, na escala do metamorfismo regional, em presença da *fácies anfibolítica*. Em Miramar, na extremidade sul do corte, encontram-se micaxistos, com duas micas e granada, associados com gnaisses oligoclássicos (com passagem à *fácies pegmatítica*) e com granito aplítico com tendência alcalina, essencialmente moscovítico.

Aspectos metassomáticos, inteiramente semelhantes aos dos granitos e gnaisses, e estão patentes nos gnaisses anfibolíticos, em particular a existência de quartzo goticular (Foto 21).

- d) É de notar a ausência de microclina e de megacristais de feldspato potássio-sódico. Há, no entanto, cristais de pertite em várias das rochas estudadas. A metassomatose potássica não se encontra ainda plenamente realizada.

As relações genéticas parecem evidentes entre as rochas do corte Valadares-Madalena. Um facto notável é a associação de rochas gnaissicas e graníticas, com rochas de *fácies* apenas intermédia do metamorfismo regional — particularmente anfibolitos — e não com as de *fácies* extrema.

São conhecidos exemplos de granitização ligada a rochas de metamorfismo regional que não ultrapassaram a *fácies* que corresponde a pressões e a temperaturas moderadas. Na Finlândia, segundo RAMBERG [33], a granitização vincula-se com a *fácies* dos anfibolitos epidóticos (helsinquitos ou granitos epidotíferos). Por seu lado, RADHAKRISHNA [25] indica, na região de Mysore, rochas granitizadas associadas a xistos cristalinos de baixo grau de metamorfismo, como cloritoxistos. Associação análoga foi reconhecida por ÁVILA MARTINS em Goa [34].

15) Diagramas K-C-N

A representação diagramática dos parâmetros C. I. P. W.—Lacroix, segundo o método proposto por R. FREY, permite fazer a separação entre os dois « campos » de quimismo, correspondentes às rochas graníticas estudadas. A Fig. 1 inclui os pontos representativos de todos os granitos alcalinos e das rochas calco-alcalinas do grupo sobressaturado ($q < 5$). As restantes rochas calco-alcalinas saturadas ($q = 5$ ou vizinho de 5) figuram em diagrama aparte (Fig. 2), onde se observa um pequeno número de pontos respeitantes a aqueritos (7 e 11), monzonitos (9' e 10) e granodioritos passando a dioritos (9).

A inspecção dos dois diagramas mostra, desde logo, a concentração dos pontos figurativos no campo alcalino, relativamente à dispersão dos pontos do domínio calco-alcalino.

Se se admitir que a génese das rochas granitóides tenha resultado, em boa parte, do

QUADRO A

	GRANITOS PORFIRÓIDES (1 a 7)							GRANODIORITOS E TIPOS AFINS (8 a 11)				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9'	10	11
SiO ₂	68,35	68,20	68,14	68,08	66,89	63,86	62,80	58,89	58,33	58,02	57,12	56,76
O ₂ Al ₂	15,82	13,26	15,82	15,57	15,47	18,41	15,61	15,35	17,08	15,75	15,87	15,42
O ₂ Fe ₂	0,60	0,93	0,35	0,63	0,43	0,43	0,22	2,13	1,06	0,78	0,90	0,84
OFe	2,59	3,63	2,37	2,61	2,90	4,29	5,32	5,95	4,87	5,83	6,96	7,42
OMn	0,02	0,04	0,08	0,03	0,05	0,02	0,13	0,10	0,05	0,09	0,10	0,09
OMg	0,19	1,36	0,87	0,31	1,48	1,57	1,59	3,37	2,25	2,65	2,74	2,52
OCa	1,73	2,79	2,80	1,84	2,08	2,77	3,51	6,49	6,72	6,47	5,49	6,48
ONa ₂	3,70	3,39	3,92	3,07	4,76	2,75	5,38	2,45	3,89	3,40	3,23	3,99
OK ₂	5,88	4,63	3,59	5,92	4,61	3,60	3,16	2,51	2,84	3,66	4,46	3,30
TiO ₂	0,37	0,97	0,78	0,52	0,72	1,03	0,95	1,75	1,14	1,83	1,79	2,34
P ₂ O ₅	0,39	0,46	0,20	0,30	0,23	0,49	0,46	0,49	0,72	0,68	0,74	0,53
OH ₂ tot.	0,79	0,80	1,15	1,00	0,78	0,54	0,75	0,83	0,96	0,75	0,77	0,66
F	—	—	0,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	100,43	100,46	100,29	99,88	100,40	99,76	99,88	100,31	99,91	99,91	100,17	100,35

- 1 — Deião — Viana do Castelo — Granito porfiróide monzonítico com duas micas (predominando a biotite) — Anal. J. M. COTELO NEIVA [24].
- 2 — Lugar do Bário — Granito porfiróide monzonítico biotítico, com silimanite e cordierite — Anal. LEONTINA GUIMARÃES.
- 3 — Vila Nova de Gaia (Madalena) — Granito porfiróide aquerítico, com duas micas (predominando a biotite) — Anal. RAULT. [5].
- 4 — Tinas — Ponte da Barca — Granito porfiróide monzonítico, com biotite — Anal. J. M. COTELO NEIVA [23].
- 5 — Grandachão — Covas — Granito calco-alcalino, no limite entre os granitos monzoníticos e os aqueríticos — Anal. LEONTINA GUIMARÃES.
- 6 — Na estrada para Paredes de Coura (encruz. para as minas de Taião) — Granito porfiróide monzonítico, com duas micas (predominando a biotite) — Anal. J. BRAK-LAMY e LEONTINA GUIMARÃES.
- 7 — Paredes de Coura (pedreira junto à vila) — Granito porfiróide aquerítico — quase um aquerito — com duas micas (predominando a biotite) — Anal. LEONTINA GUIMARÃES e J. BRAK-LAMY.
- 8 — Vale Ferreira — Granodiorito — Anal. A. LOPES VIEIRA.
- 9 — Estrada de Vila Nova de Cerveira a Gondomil (ao Km 2,750) — Granodiorito (passagem a diorito), com biotite e hornblenda — Anal. LEONTINA GUIMARÃES.
- 9' — Alto do Penedo — Ferreira — Monzonito x quartzífero, biotítico e piroxénico — Anal. LEONTINA GUIMARÃES.
- 10 — Na estrada, junto da igreja de Porreiras — Monzonito um pouco quartzífero — Anal. LEONTINA GUIMARÃES.
- 11 — Castanheira — Infesta — Aquerito (passagem a diorito) — Anal. LEONTINA GUIMARÃES.

QUADRO A'

Parâmetros C. I. P. W. — Lacroix

Granitos calco-alcalinos e tipos afins (Quadro A)

1 — Deião — Viana do Castelo — Granito porfiróide monzonítico, com duas micas . . .	I. 4. (1) 2.3
2 — Lugar do Bário — Granito porfiróide monzonítico, biotítico, com silimanite e cordierite . . .	(I) II. 4. 2. 3
3 — Vila Nova de Gaia (Madalena) — Granito porfiróide aquerítico, com duas micas . . .	I. 4. 2. (3) 4
4 — Tinas — Ponte da Barca — Granito porfiróide monzonítico, com biotite . . .	1. 4. '2. 3
5 — Grandachão — Covas — Granito no limite entre os granitos monzoníticos e os aqueríticos . . .	I (II). 4. '2. 3 (4)
6 — Na estrada para Paredes de Coura (encruzilhada para as minas de Taião) — Granito porfiróide monzonítico, com duas micas . . .	(I) II. 4. 2. '3
7 — Pedreira junto a Paredes de Coura — Granito porfiróide aquerítico (quase um aquerito), com duas micas . . .	II. (4) 5. 2. 4
8 — Vale Ferreira — Granodiorito . . .	II. 4. 3. 3 (4)
9 — Na estrada de Vila Nova de Cerveira a Gondomil — Granodiorito, passando a diorito . . .	II. (4) 5. 3. '4
9' — Alto do Penedo — Ferreira — Monzonito x quartzífero . . .	II. (4) 5. (2) 3. 3
10 — Na estrada, junto da igreja de Porreiras — Monzonito . . .	II. 5. 2. (3). 3
11 — Castanheira — Infesta — Aquerito . . .	II. 5. 2. ' (3) 4

QUADRO B
Granitos alcalinos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Varição local a
SiO ₂	72,52	72,31	72,04	71,87	71,28	70,51	70,37	70,30	69,66	69,36	68,89	68,70	67,54	66,98	69,34
O ₃ Al ₂	16,43	15,02	15,57	14,73	16,14	13,57	15,26	14,78	14,36	13,36	14,02	17,49	16,84	14,05	16,26
O ₃ Fe ₂	0,27	0,36	0,62	0,57	0,31	0,50	0,60	0,38	0,93	2,17	2,58	0,17	0,10	0,93	0,01
OFe	0,31	1,98	0,57	0,66	1,32	1,79	0,90	1,17	1,58	1,49	0,98	0,43	2,62	3,47	2,53
OMn	0,09	vest.	—	vest.	0,05	vest.	0,04	0,01	vest.	0,01	vest.	—	vest.	0,02	0,02
OMg	0,16	0,12	0,38	0,28	0,18	0,66	0,46	vest.	0,58	0,52	0,25	0,21	1,11	0,18	0,55
OCa	1,38	0,81	0,36	0,67	1,24	1,31	1,36	1,27	0,84	1,67	1,72	0,97	1,07	2,02	1,96
ONa ₂	5,48	3,14	4,21	5,01	3,52	3,87	3,86	5,30	3,78	3,87	4,53	5,51	4,45	3,37	2,71
OK ₂	1,66	4,93	5,05	5,16	4,68	5,50	5,64	5,07	6,58	6,11	5,54	5,48	4,83	6,34	5,51
TiO ₂	0,06	0,37	vest.	0,23	0,37	0,53	0,27	0,29	0,15	0,48	0,27	0,02	0,52	0,98	0,64
P ₂ O ₅	0,35	0,36	0,19	0,23	0,18	0,49	0,55	0,40	0,59	0,30	0,30	0,50	0,22	0,36	0,28
B ₂ O ₃	0,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F	0,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
OH ₂	0,63	0,91	1,37	0,70	0,68	0,89	0,76	0,95	1,12	1,07	0,81	0,95	0,79	0,93	0,67
	100,09	100,31	100,36	100,11	100,26	99,62	100,04	99,92	100,17	100,41	99,89	100,43	100,09	99,63	100,48

- 1 — Areosa (Porto) — Granito alcalino com duas micas — Anal. RAOULT. [5].
- 2 — Faldas da Serra de Arga, próximo de Dêm — Granito alcalino com duas micas — Anal. J. M. COTELO NEIVA [24].
- 3 — São Gens (Porto) — Granito alcalino com duas micas — Anal. J. M. COTELO NEIVA [17].
- 4 — Arrábida (Porto) — Granito alcalino com duas micas — Anal. L. GUIMARÃES.
- 5 — Caminha — Granito alcalino (« Granito de Moledo ») — Anal. RAOULT. [5].
- 6 — S. João de Arga — Granito alcalino com duas micas — Anal. L. GUIMARÃES.
- 7 — Águas Santas (Nogueira da Maia) — Granito alcalino com duas micas — Anal. L. GUIMARÃES.
- 8 — Estrada de S. Roque a Ponte de Lima — Granito gnaissóide alcalino com duas micas — Anal. L. GUIMARÃES.
- 9 — Moreira do Lima (a S da Serra de Arga) — Granito alcalino com duas micas — Anal. DUARTE GUIMARÃES [22].
- 10 — S. Silvestre (a 1 200 m a SE) — Granito alcalino com duas micas — Anal. L. GUIMARÃES.
- 11 — Vila do Conde — Foz do Ave — Granito alcalino com duas micas — Anal. L. GUIMARÃES.
- 12 — Pedra Furada — Pousa (Barcelos) — Granito alcalino com duas micas — Anal. J. BRAK-LAMY e GUIMARÃES.
- 13 — A 30 m E da capela das Antas (entre Antas e Rubiães) — Granito alcalino, biotítico — Anal. L. GUIMARÃES.
- 14 — Santo André — Aguçadoura (Póvoa de Varzim) — Granito alcalino com duas micas — Anal. L. GUIMARÃES.

a — Ponte da Ribeira do Fojo a S de Candemil — Granito gnaissóide monzonítico com duas micas — *Varição local do granito alcalino* — Anal. A. LOPES VIEIRA.

QUADRO B'
Parâmetros C. I. P. W. — Lacroix
Granitos alcalinos (Quadro B)

1 — Areosa (Porto) — Granito alcalino (sódico) com duas micas	I.(3)4.1(2).4'
2 — Faldas da Serra de Arga, próximo de Dêm — Granito alcalino com duas micas	I.(3)4.1.3
3 — São Gens (Porto) — Granito alcalino com duas micas	I.4.1.3
4 — Arrábida (Porto) — Granito alcalino com duas micas	I.4.1.3(4)
5 — Caminha — Granito alcalino essencialmente moscovítico.	I'.4.1(2).3
6 — S. João de Arga — Granito alcalino com duas micas	I'.4.1'.3
7 — Águas Santas (Nogueira da Maia) — Granito alcalino com duas micas	I.4.1'.3
8 — Estrada de S. Roque a Ponte de Lima — Granito gnaissóide, alcalino, com duas micas.	I.4.1.3(4)
9 — Moreira do Lima (a S da Serra de Arga) — Granito alcalino com duas micas	I.4.1.3
10 — A 1 200 m a SE de S. Silvestre — Granito alcalino com duas micas	I'.4.1.3
11 — Vila do Conde — Foz do Ave — Granito alcalino com duas micas	I'.4.1.3
12 — Pedra Furada — Pousa (Barcelos) — Granito alcalino com duas micas	I.4(5).1.3(4)
13 — St.º André — Aguçadoura (Póvoa de Varzim) — Granito alcalino com duas micas	I(II).4.1(2).3'
14 — A 30 m a E da capela das Antas — Granito alcalino biotítico	I(II).4.1(2).3
a — Ponte da Ribeira do Fojo (a S de Candemil) — Granito gnaissóide monzonítico, com duas micas	I'.4.2'.3 (var. local do granito alcalino)

BIBLIOGRAFIA CITADA NO TEXTO

- [1] COSTA, J. CARRINGTON DA & TEIXEIRA, C. (1957) — *Carta Geológica de Portugal — Notícia explicativa da Folha 9-C — Porto*. Lisboa.
- [2] TEIXEIRA, C. (1956) — *Carta Geológica de Portugal — Notícia explicativa da Folha 1-A — Valença*. Lisboa.
- [3] — (1961) — *Carta Geológica de Portugal — Notícia explicativa da Folha 1-C — Caminha*. Lisboa.
- [4] — — *Carta Geológica de Portugal — Notícia explicativa da Folha da Póvoa de Varzim (Famalicão) — em publicação*.
- [5] LACROIX, A. (1933) — *Sur quelques granites des environs de Porto*. An. Fac. Ciê. Porto, XVIII (1).
- [6] ASSUNÇÃO, C. TORRE DE (1955) — *Granitos do Minho e do Porto — Notas petrográficas*. Rev. Fac. Ciê. Lisboa, 2.ª Sér. — C, V (1).
- [7] — (1954) — *Ocorrência de espodumena em Gelfa (Ancora)*. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Lisboa, 7.ª Sér., n.º 22.
- [8] DELGADO, J. F. NERY (1905) — *Contribuições para o estudo dos terrenos paleozoicos*. Com. Com. Serv. Geol. Portugal, VI. Lisboa.
- [9] TEIXEIRA, C. & PILAR, L. (1957) — *Notas geológicas e petrográficas sobre o Monte de Faro — Valença*. Com. Serv. Geol. Portugal, XXXVIII (II). Lisboa.
- [10] ASSUNÇÃO, C. TORRE DE & BRAK-LAMY, J. (1953) — *Granitos porfiróides do Minho*. Bol. Soc. Geol. Portugal, XI. Porto.
- [11] JOHANNSSEN, A. (1932) — *A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks*. Chicago.
- [12] PARGA-PONDAL, I. (1935) — *Ensayo de clasificación cronológica de los granitos gallegos*. An. Fac. Ciê. Porto.
- [13] PARGA-PONDAL, I. & ENCISO, E. T. (1953) — *Sobre una relación entre los tipos de disjunción de los granitos gallegos y su historia geologica-tectonica*. Trab. Lab. Geol. Lage (Coruña).
- [14] SOUZA-BRANDÃO, V. (1917) — *Exame de algumas rochas das visinhanças da nascente de águas thermais de Valladares do Minho (Monsão)*. Com. Com. Serv. Geol. Portugal, XII. Lisboa.
- [15] PEREIRA, J. SANTOS (1949) — *Formações eruptivas colhidas em Monção (Viana do Castelo)*. Rev. «Engenharia», n.º 10.
- [16] BONHOMME, M., MENDES, F. & VIALETTE, Y. (1961) — *Âges absolus par la méthode au strontium des granites de Sintra et de Castro Daire au Portugal*. C. R. Acad. Sci. Paris, 252. Paris.
- [17] NEIVA, J. COTELO (1950) — *O granito de S. Gens e o jazigo de caulino da Sr.ª da Hora (Porto)* — Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciê. Coimbra, n.º 28.
- [18] TEIXEIRA, C. (1955) — *Algumas estruturas ptigmáticas observadas em Portugal*. Com. Serv. Geol. Portugal, XXXVI. Lisboa.
- [19] DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1962) — *Rock Forming Minerals*, Vol. I. Londres.
- [20] TEIXEIRA, C. (1949) — *Plages anciennes et terrasses fluviales du littoral du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique*. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Lisboa, 6.ª Sér., n.º 17.
- [21] ASSUNÇÃO, C. TORRE DE & BRAK-LAMY, J. (1950) — *Sobre os granitos de Pousa e do Monte das Caldas (Barcelos)* — Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Lisboa, 6.ª Sér., n.º 18.
- [22] NEIVA, J. COTELO (1954) — *Pegmatitos com cassiterite e tántalo-columbite de Cabação (Ponte de Lima — Serra de Arga)* — Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciê. Coimbra, n.º 36.
- [23] NEIVA, J. COTELO & CHOROT, J. PASTORA (1945) — *Alguns jazigos de ouro do Alto Minho*. Est. Not. Trab. Serv. Fom. Min. I (3-4). Porto.
- [24] NEIVA, J. COTELO (1945) — *Granitos e jazigos minerais de diferenciação magmática das Beiras e Norte de Portugal*. Est. Not. Trab. Serv. Fom. Min., I (1-2). Porto.
- [25] RADHAKRISHNA, B. P. (1956) — *The Closepet Granites of Mysore State of India*. Mysore Geologists Association. Bangalore, India.
- [26] ARRIBAS, A. SAN MIGUEL (1955) — *Les caractéristiques structurales du granite de la Costa Brava et leur signification pétrogénétique*. Sciences de la Terre.
- [27] KING, B. C. (1947) — *The textural features of the granites and invaded rocks of Singo batholith of Uganda and their petrogenetic significance*. Quart. J. Geol. Soc., 102.
- [28] CHENG, J. C. (1944) — *The migmatite area round Bettyhill, Sutherland*. Quart. J. Geol. Soc., 99.
- [29] JUNG, J. & ROQUES, M. — *Introduction à l'étude zéonographique des formations cristallophylliennes*. Bull. Serv. Carte Géol. France, 5.
- [30] HARPUM, J. R. (1960) — *Granitic and metamorphic associations in Tanganyika*. Report of the Twenty-First Session of the Intern. Geol. Congress. Norden.
- [31] ROQUES, M. & DIDIER, J. (1960) — *Nature des enclaves dans les différents types de granites du Massif Central Français*. Report of the Twenty-First Session of the Intern. Geol. Congress. Norden.
- [32] ASSUNÇÃO, C. TORRE DE (1962) — *Fenómenos metassomáticos em granitos do Norte de Portugal*. in «Estudos Científicos oferecidos em homenagem ao Prof. Doutor J. CARRINGTON DA COSTA». Lisboa.
- [33] RAMBERG, H. (1952) — *The Origin of Metamorphic and Metasomatic Rocks*. Chicago.
- [34] MARTINS, J. ÁVILA (1962) — *Os fenómenos de metamorfismo e granitização no Distrito de Goa*. Lisboa.

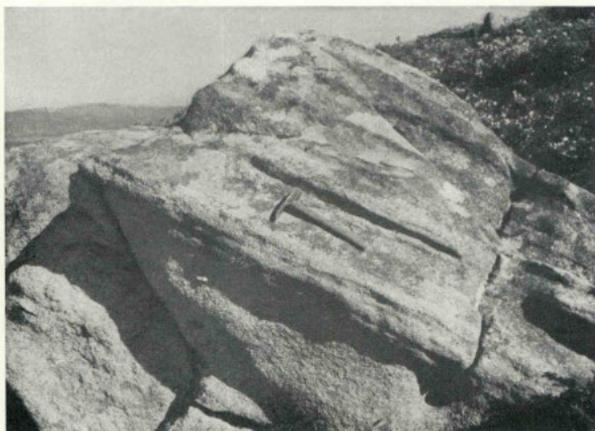


Foto 1 — Moledo do Minho. Perto do v. g. Cobertorinho. Notar a orientação do granito alcalino.

(Fot. C. Teixeira)

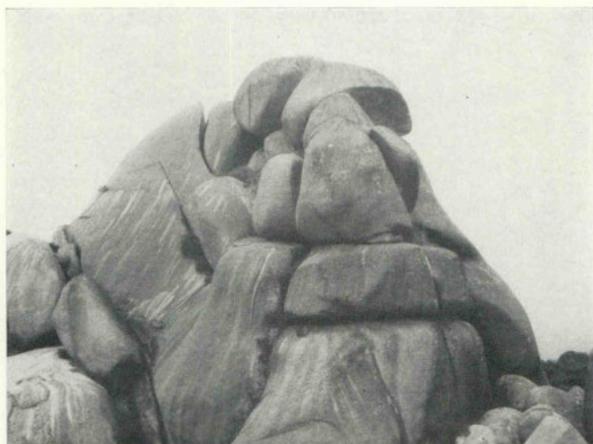


Foto 2 — O granito calco-alcálico do Castelo da Furna, Monção. Aspecto da disjunção.

(Fot. C. Teixeira)

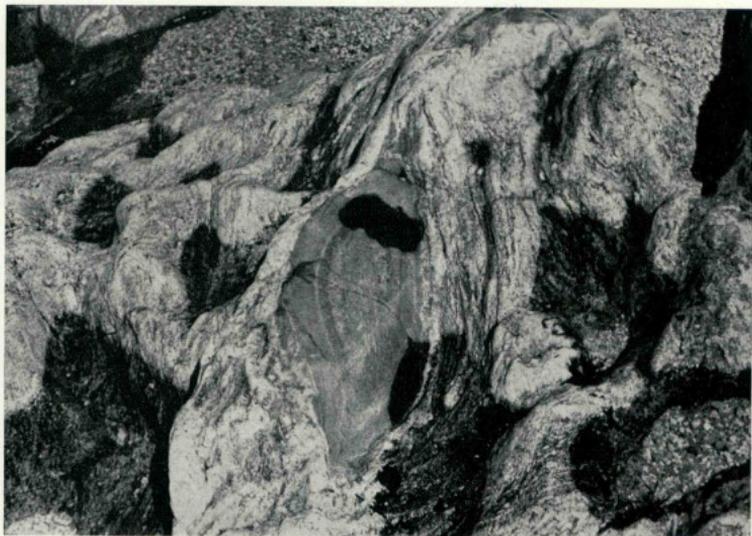


Foto 4 — Anjeiras. Núcleo fusiforme, zonado, nos gnaisses migmatíticos. (Fot. C. Teixeira)



Foto 3 — Anjeiras. Gnaise migmatítico com núcleos zonados, fusiformes. (Fot. C. Teixeira)



Foto 5 — Próximo da capela da Senhora do Faro, Valença. Filão aplito-pegmatítico cortando os xistos migmatíticos.

(Fot. C. Teixeira)

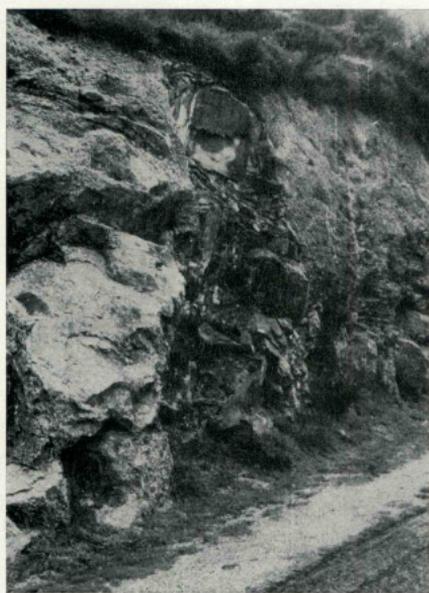


Foto 6 — Ponte de Padornelo, Paredes de Coura. Filões de rocha granodiorítica (microgranito monzonítico com tendência granodiorítica).

(Fot. C. Teixeira)



Foto 7 — Granito alcalino da região de Paredes de Coura (1 200 m a SE de S. Silvestre). Intensa silimanitização da biotite e da moscovite. Nota-se a formação de silimanite I (no interior das micas) e de silimanite II (var. fibrolite, em densos agregados substituindo as micas). A sílica, libertada pela silimanitização, origina orlas de quartzo, como a que recorta uma secção basal de moscovite. Nícois +; 80 \times .



Foto 8 — Granito alcalino. Couto (1 500 m a S de S. Silvestre). Grande feldspato potássico assaz corroído pelo quartzo e incluindo este mineral, por vezes em «gotas» com contornos amibóides. Nícois +; 32 \times .



Foto 9 — Granito porfiróide da região de Paredes de Coura (Ponte do Bárrio). É notável a existência de mirmequite de vários tipos: desde a muito grosseira até à muito fina, esta no contacto da oligoclase com a pertite. A mirmequite grossa passa a típicas «gotas» de quartzo, bem individualizadas no seio da oligoclase, em constraste com a ordem de cristalização de origem magmática. Nícois +; 80×.

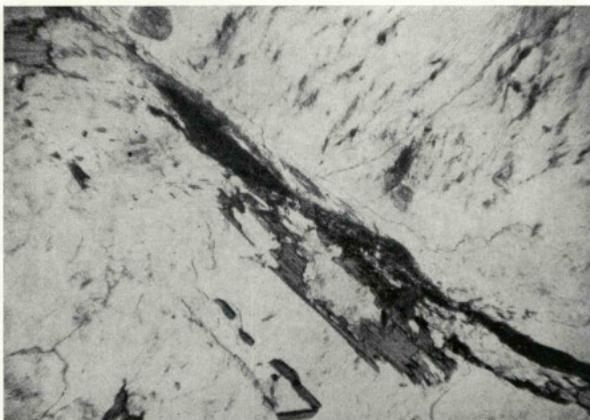


Foto 10 — Granito porfiróide da região de Paredes de Coura (Ponte do Bárrio). Aspecto de conjunto de uma faixa biotítica — representando o paleossoma — e das faixas siliciosas — o metassoma —, denotando assim a separação das duas entidades da migmatização. O conjunto é enquadrado por grandes cristais de feldspato pertitizado, que podem representar já a fase mais avançada da granitização. Sem analisador; 36×.



Foto 11 — Granito alcalino da região de Paredes de Coura (Venade de Baixo). Um megacristal de anortose, geminado segundo a lei de Karlsbad, contém perfeitas «gotas» de quartzo. Algumas acham-se de encontro à superfície separadora dos dois indivíduos da macla, como se esta tivesse constituído uma barreira à migração do silício. No texto procura-se dar uma interpretação deste facto. Nícois +; 36×.

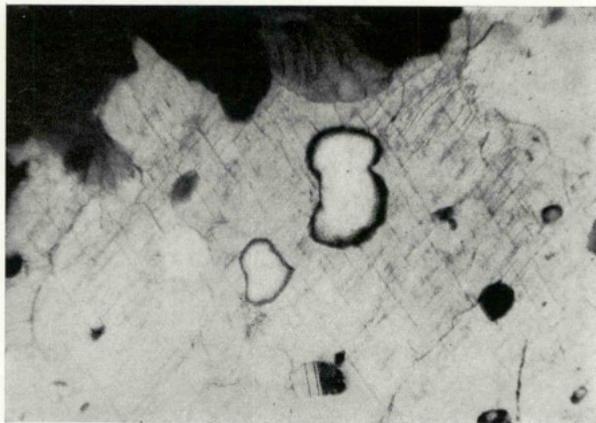


Foto 12 — Granito alcalino das Caldas de S. Pedro da Torre (Valença). No seio de uma grande pertite, com contornos irregulares, em parte amibóides, destacam-se «gotas» de quartzo e retalhos plagioclase geminada. A mirmequite (secções quase extintas) penetra a pertite. O megacristal deste feldspato deve ter crescido, à maneira dos porfiroblastos dos xistos cristalinos, à custa do material da matriz e substituindo este. Caso análogo está representado no megacristal da fig. 10. Nícois +; 36×.



Foto 13—Granito alcalino com duas micas. 500 m E de Lanhas (Maciço do Monte de Góis). Microclina-perthite e quartzo, por vezes goticular, incluso nos feldspatos. Nicóis +; 32 \times .

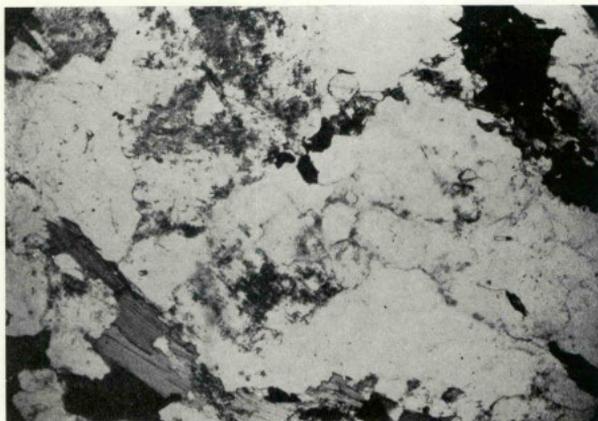


Foto 14—Granito alcalino. Curtinhas — Insalde. Faixas essencialmente biotíticas com alguma magnetite e silimanite, alternando com outras, quase unicamente quartzo-feldspáticas. Sem analisador; 32 \times .



Foto 15 — 50 m E do cemitério de Candemil. Rocha do tipo granodiorítico, com variados mafitos: biotite, clorite, hornblenda, esfena, magnetite. Sem analisador; 32 \times .



Foto 16 — Gnaise migmatítico. Vila Chã. Porfiroblasto muito recortado de oligoclase, contendo quartzo gótico e biotite. Mirmequite na orla, associada às micas Nicóis +; 32 \times .

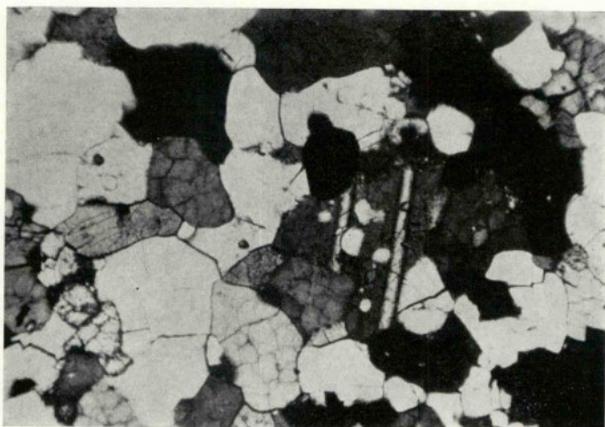


Foto 17 — Núcleo no gnaiss migmatítico. Vila Chã. Labrador (geminção lamelar), profundamente penetrado pelo quartzo, que se individualiza em pequenas gotas no seu interior; grão arredondado de granada (mineral isotropo, com alto relevo) e alguns grãos (associados) de esfena. Nicóis +; 106 \times .

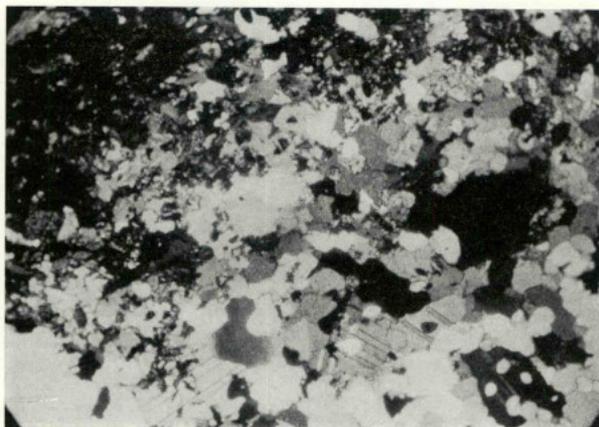


Foto 18 — Vila Chã. Outro campo da lâmina precedente. Associação complexa de hornblenda, diópsido, quartzo, labrador (geminção lamelar), grãos de minerais epidóticos (zoisite, que dá o ultra-azul), esfena e magnetite; notam-se ainda produtos filíticos, provávelmente derivados da cordierite. O labrador está profundamente penetrado pelo quartzo, que se individualiza em «gotas» no seu seio. Nicóis +; 32 \times .

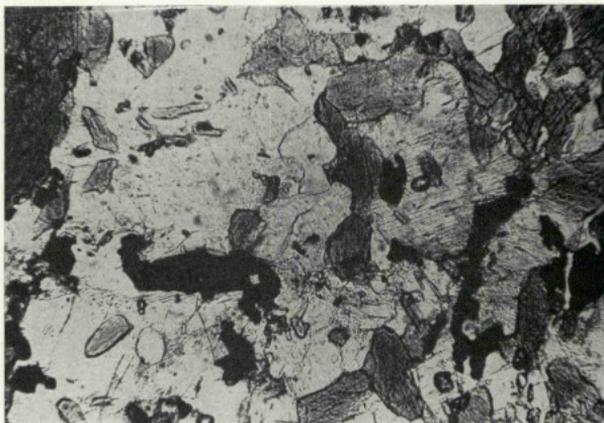


Foto 19 — Praia da Luz (Foz). Núcleo anfibolítico, no gnaissé migmatítico, muito rico de hornblenda e contendo diópsido, labrador e accessoriamente óxidos de ferro e quartzo. Sem analisador; 106 \times .

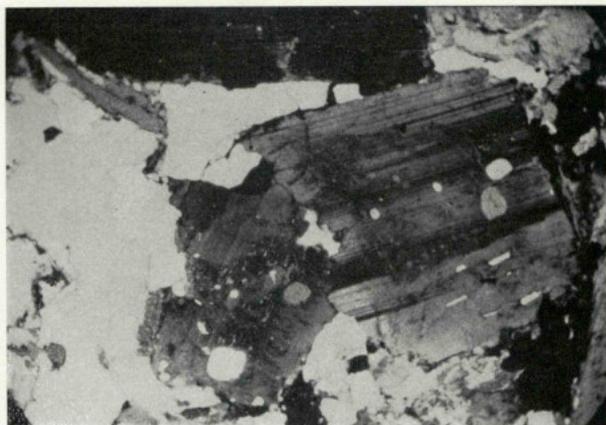


Foto 20 — Granito gnaissóide com duas micas. (Corte entre as praias de Valadares e Madalena — n.º 10). Os maiores cristais são de oligoclase, contendo «gotas» de quartzo. Nícois +; 32 \times .

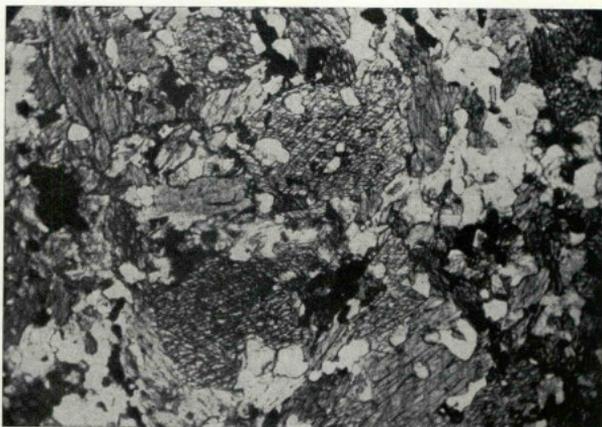


Foto 21 — Anfibolito. (Corte entre as praias de Valadares e Madalena — n.º 4).
Hornblenda, diópsido, óxidos metálicos e quartzo, em grande parte em «gotas»
no interior dos mafitos. Sem analisador; 32×.

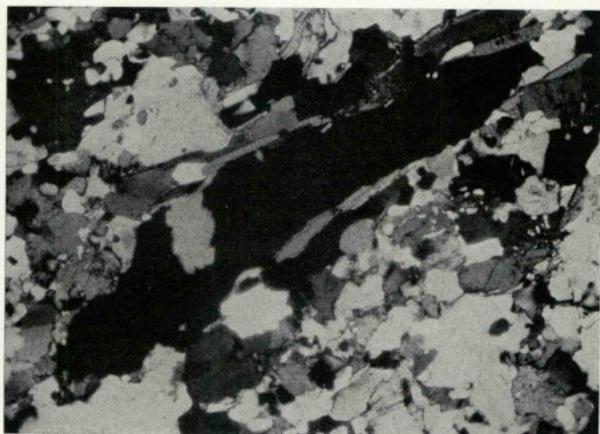


Foto 22 — Gnaise com duas micas. (Senhor da Pedra — Espinho — n.º 19).
Predomínio de biotite, oligoclase, mirmequite, quartzo (em extinção),
e «gotas» de quartzo no interior do feldspato. Nicóis +; 32×.

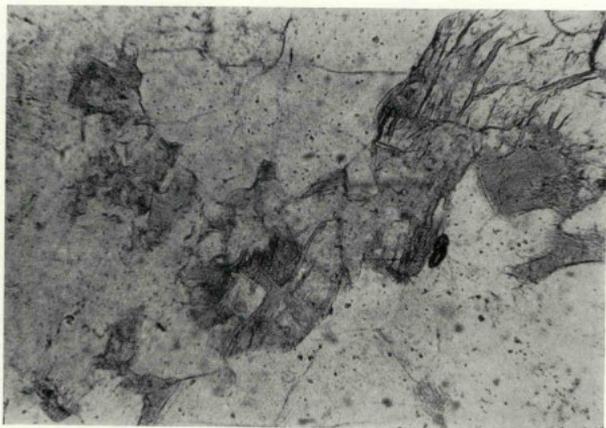


Foto 23 — 500 m a NE da igreja do Socorro (Labruja). Granito cordierítico. Cordierite, em plagas extensas, transformada em minerais filíticos, em alguns locais, e associada ao quartzo. Sem analisador; 106 \times .

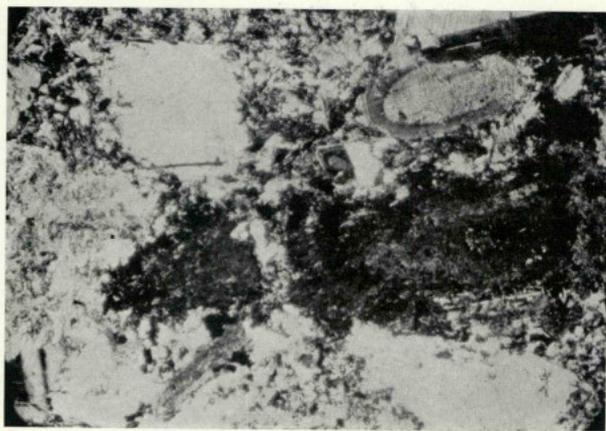


Foto 24 — Junto das casas de Vilarinho (Filão de Padornelo-Boivão). Grande filão porfírico de microgranito monzonítico, com fenocristais de andesina zonada e de hornblenda, numa pasta microgranular. Nicóis +; 32 \times .

Microfotografias de Sílvia Pires

As fotos 7, 9, 10, 11 e 12 são reproduzidas do trabalho « Fenómenos metasomáticos em granitos do Norte de Portugal », indicado na bibliografia.

ÍNDICE

	PÁG.
PREÂMBULO	7
REGIÕES DE CAMINHA, VALENÇA, VIANA E PAREDES DE COURA	9
GRANITOS ALCALINOS	9
1) Generalidades	9
2) O maciço da Serra de Arga	9
3) Maciço do Monte de Góis	10
4) Maciço da Serra da Gávea (V. Nova de Cerveira)	10
5) Afloramentos da Costa da Castanheira e das Antas	11
6) O «granito de Moledo» (granito alcalino da faixa costeira do Minho)	12
7) Mancha de Covas	13
8) Manchas de Ferreira, Cossourado, Romarigães e outras	13
9) Afloramentos de Coura e da Ribeira do Fojo	14
10) Manchas de S. Lourenço e Taião	15
11) Afloramentos perto de S. Silvestre e de Venade e Insalde	16
a) S. Silvestre	16
b) Venade de Baixo e Insalde	17
12) Manchas de granito gnáissico e gnaissóide de Gandra, Gamboa, Fontoura, S. Julião, Cornes, Silva e S. Pedro da Torre	18
a)	18
b) Gnaisse da Gandra	19
13) Mancha de granitos alcalinos, com duas micas, do monte do Faro (Valença) e das suas circunvizinhanças	20
GRANITOS CALCO-ALCALINOS, NO GERAL PORFIRÓIDES	21
1) Generalidades	21
2) Maciço de Paredes de Coura	21
3) Maciço de Monção	23
4) Mancha do Bárrio	24
5) Granitos calco-alcalinos da Mancha de Covas	25
6) Granito mesocrata a norte de Sins (Padroso)	25
7) Outros afloramentos de granitos calco-alcalinos	26
ROCHAS DE FÁCIES GRANODIORÍTICA — AQUERITOS, MONZONITOS QUARTZÍFEROS E GRANODIORITOS S. S.	26
1) Generalidades	26
2) Afloramentos de Infesta e de S. Silvestre a Ferreira	27
Granodiorito de Vale Ferreira	28
Termos de passagem aos granitos porfiróides	28

	PÁg.
3) Afloramentos de Porreiras e Insalde	30
4) Afloramentos na estrada de Vila Nova de Cerveira a Candemil e perto desta localidade	30
REGIÃO DO PORTO	33
1) O granito do Porto	33
a) Introdução	33
b) Mineralogia e quimismo.	34
2) Outros tipos de granitos alcalinos da região do Porto	34
3) Granitos porfiróides	35
4) A orla migmatítica da região costeira	36
a) Preâmbulo.	36
b) Os gnaisses migmatíticos de Angeiras e de Vila Chã	37
c) O granito de Vila Chã	38
d) O gnaisse da Praia da Luz	38
e) Os núcleos dos gnaisses migmatíticos das praias de Angeiras e Vila Chã	39
f) Os núcleos anfíbolíticos da Praia da Luz (Foz do Douro).	42
g) Conclusão	42
OS GRANITOS ALCALINOS DA REGIÃO DE BARCELOS	45
a) Preâmbulo.	45
b) Granitos alcalinos de Pousa e do Monte das Caldas	45
c) Granito de Lordelo	46
REGIÕES DE BRAGA, FAMILICÃO E PÓVOA DE VARZIM	45
1) Granitos calco-alcalinos, porfiróides de Braga-Famalicão	45
2) Granitos alcalinos das regiões de Famalicão-Vila do Conde-Póvoa de Varzim	48
a) Granitos alcalinos de Famalicão	48
b) Granitos alcalinos da Póvoa de Varzim e de Vila do Conde	49
Granito alcalino moscovítico da Póvoa de Varzim	50
Granito alcalino com duas micas da Foz do Ave	51
ROCHAS FILONIANAS E ENCRAVES	53
a) Granito cordierítico extremamente quartzoso da Labruja	53
b) Filões aplíticos, aplito-pegmatíticos e pegmatíticos	54
c) Granitos alcalinos moscovíticos	55
d) Filões básicos.	55

	PÁG.
ENCRAVES DE ORIGEM XISTENTA NOS GRANITOS	59
ENGRAVES MICROGRANULARES NO GRANITO PORFIRÓIDE	56
Encraves microgranulares e rochas filonianas	57
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES PETROLÓGICAS	59
1) Megacristais feldspáticos	59
2) Megacristais geminados e «gotas de quartzo»	59
3) Microclinização, pertitização e formação de megacristais	60
4) Microclinização e formação de mirmequite	60
5) Mirmequitização e migração do silício	61
6) Silimanitização das micas e suas consequências	61
7) Granitos em maciços circunscritos	61
8) Maciços não circunscritos; granitos difusos	62
9) Vestígios de paleossoma e metassoma em rochas graníticas	62
10) A provável evolução granodiorito-granito e o papel do potássio	63
11) Possíveis relações genéticas entre granodioritos, granitos porfiróides e granitos alcalinos	63
12) Filões eruptivos básicos e encraves microgranulares	64
13) Possibilidade de granitização de rochas das séries xisto-cristalinas	65
14) A série cristalina na orla litoral a S. da Foz do Douro	66
15) Diagramas K-C-N	66
Bibliografia citada no texto	70

MEMÓRIAS DA COMISSÃO GEOLÓGICA DE PORTUGAL (1857-1869)

- 1865 — GOMES, B. A. — *Vegetais fósseis: — Flora fóssil do terreno carbonífero das visinhanças do Porto, Serra do Bussaco e Moinho d'Ordem, próximo de Alcaçer do Sal*. 46 p., 6 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1865 — PEREIRA DA COSTA, F. A. — *Da existência do homem em epochas remotas no valle do Tejo: — Noticias sobre os esqueletos humanos descobertos no Cabeço da Arruda*. 40 p., 7 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1866 — RIBEIRO, C. — *Estudos geológicos: — Descrição do terreno quaternario das bacias dos rios Tejo e Sado*. 164 p., 1 carta (Com versão franceza por Dalhuny). Esgotado.
- 1866-67 — PEREIRA DA COSTA, F. A. — *Molluscos fósseis: — Gasteropodes dos depositos terciarios de Portugal*. 2 fasc., 263 p., 28 est. (Com versão franceza por Malhuny). Esgotado.
- 1867 — NERY DELGADO, J. F. — *Estudos geológicos: — Da existência do homem no nosso solo em tempos mui remotos provada pelo estudo das cavernas: — Noticia acerca das grutas de Cesareda*. 133 p., 3 est. (Com versão franceza por Dalhuny). Esgotado.
- 1867 — RIBEIRO, C. — *Estudos geológicos: — Memoria sobre o abastecimento de Lisboa com aguas de nascente e agua de rio*. 119 p. Esgotado.
- 1868 — PEREIRA DA COSTA, F. A. — *Monumentos prehistoricos: — Descrição de alguns dolmens ou antas de Portugal*. 97 p., 3 est. (Com tradução em francês). Esgotado.

MEMÓRIAS DA SECÇÃO DOS TRABALHOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL (1869-1886)

- 1871 — RIBEIRO, C. — *Descrição de alguns silix e quartzites lascados encontrados nas camadas dos terrenos terciario e quaternario das bacias do Tejo e Sado*. 57 p., 10 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1876 — NERY DELGADO, J. F. — *Terrenos paleozoicos de Portugal: — Sobre a existência do terreno siluriano no Baixo Alentejo*. 35 p., 2 est., 1 carta (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1878 — RIBEIRO, C. — *Estudos prehistoricos em Portugal: — Noticia de algumas estações e monumentos prehistoricos*. 1.º vol., 72 p., 21 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1880 — Idem — *Idem*, 2.º vol. 86 p., 7 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1880 — CHOFFAT, P. — *Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal: — Le Lias et le Dogger au Nord du Tage*. XII + 72 p.
- 1881 — VASCONCELOS PEREIRA CABRAL, F. A. DE — *Estudos de depositos superficiaes da bacia do Douro*. 88 p., 3 est.
- 1881 — HEER, O. — *Contributions à la flore fossile du Portugal*. 51 p., 29 est. Esgotado.
- 1885 — CHOFFAT, P. — *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. Première étude: — Contrées de Cintra, Belas et de Lisbonne*. 76 p., 3 est. Esgotado.
- 1885 — NERY DELGADO, J. F. — *Terrenos paleozoicos de Portugal: Estudo sobre os Bilobites e outros fósseis das quartzites da base do sistema silurico de Portugal*. 111 p., 43 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1886 — CHOFFAT, P. — *Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Vol. I: — Espèces nouvelles ou peu connues*. 1.ª série, 40 p., 18 est. Esgotado.

MEMÓRIAS DA COMISSÃO DOS TRABALHOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL (1886-1892)

- 1885-88 — CHOFFAT, P. — *Description de la faune jurassique du Portugal: — Mollusques lamellibranches. Deuxième ordre. Asipho-nidae*. 1.ª e 2.ª livraison, 76 p., 19 est. Esgotado.
- 1887-88 — LORIOL, P. DE — *Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Vol. II: — Description des Echinodermes*. 2 fasc., 124 p., 22 est. Esgotado.
- 1887-88 — NERY DELGADO, J. F. — *Terrenos paleozoicos de Portugal: — Estudo sobre os Bilobites e outros fósseis das quartzites da base do sistema silurico de Portugal*. Suplemento — 76 p., 12 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1888 — LIMA, W. DE — *Flora fóssil de Portugal: — Monographia do genero Dicranophyllum (Systema carbonico)*. 14 p., 3 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1889 — CHOFFAT, P. — *Étude géologique du tunnel du Rocio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne*. Avec un article paléontologique par J. C. BERKELEY COTTER et un article zoologique par ALBERT GIRARD. 106 p., 7 est. Esgotado.
- 1890-91 — LORIOL, P. DE — *Description de la faune jurassique du Portugal: — Embranchement des Echinodermes*. 179 p., 29 est. Esgotado.
- 1892 — NERY DELGADO, J. F. — *Fauna silurica de Portugal: — Descrição de uma forma nova de Trilobite, Lichas (Uralichas) ribeiroi*. 31 p., 6 est. (Com tradução em francês). Esgotado.

MEMÓRIAS DA DIRECÇÃO DOS TRABALHOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL (1892-1899)

- 1893 — CHOFFAT, P. — *Description de la faune jurassique du Portugal: — Classe des Céphalopodes. 1.ª série. Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres Vedras*. 82 p., 20 est. Esgotado.
- 1893 — CHOFFAT, P. — *Description de la faune jurassique du Portugal: — Mollusques lamellibranches. Premier ordre. Siphonida*. 1.ª livraison. 30 est. Esgotado.
- 1894 — SAPORTA, M. — *Flore fóssil du Portugal: — Nouvelles contributions à flore mésozoïque*. Accompagnées d'une notice stratigraphique par PAUL CHOFFAT. 288 p., 40 est. Esgotado.
- 1896 — LORIOL, P. DE — *Description des Echinodermes tertiaires du Portugal*. Accompagnée d'un tableau stratigraphique par J. C. BERKELEY COTTER. 50 p., 13 est. Esgotado.
- 1897 — NERY DELGADO, J. F. — *Fauna silurica de Portugal: — Novas observações acerca de Lichas (Uralichas) ribeiroi*. 35 p., 4 est. (Com tradução em francês). Esgotado.
- 1897-98 — SAUVAGE, H. E. — *Vertébrés fossiles du Portugal: — Contributions à l'étude des poissons et des reptiles du Jurassique et du Crétacique*. 48 p., 10 est. Esgotado.
- 1898 — CHOFFAT, P. — *Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal: — Vol. I. Espèces nouvelles ou peu connues*. 2.ª série: — *Les Ammonnées du Bellasien des couches à Néolobites Vibrayeanus, du Turonien et du Sénonien*. 46 p., 20 est. Esgotado.

MEMÓRIAS DA DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL (1899-1901)

1900 — CHOFFAT, P. — *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal: — Deuxième étude: Le Crétacique supérieur au Nord du Tage.* 287 p., 11 est. Esgotado.

MEMÓRIAS DA COMISSÃO DO SERVIÇO GEOLÓGICO DE PORTUGAL (1901-1918)

- 1901-1902 — CHOFFAT, P. — *Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Vol. I. Espèces nouvelles ou peu connues. 3^{ème} série: — Mollusques du Sénonien à faciès fluvio-marin.* 18 p., 2 est.; 4^{ème} série: — *Espèces diverses et table des quatre séries.* 67 p., 16 est. Esgotado.
- 1903 — CHOFFAT, P. — *Contributions à la connaissance géologique des colonies portugaises d'Afrique. I: — Le Crétacique de Conducia.* 31 p., 9 est. Esgotado.
- 1903-04 — DOLLFUS, G. F., BERKELEY COTTER, J. C. & GOMES, J. P. — *Mollusques tertiaires du Portugal: — Planches de Céphalopodes, Gastéropodes et Pélécy-podes, laissées par F. A. PEREIRA DA COSTA, accompagnées d'une explication sommaire et d'une esquisse géologique.* 120 p., 1 quadro estratigráfico, 1 retrato e 27 est.
- 1904-05 — KOBY, F. — *Description de la faune jurassique du Portugal: — Polyptères du Jurassique supérieur. Avec notice stratigraphique par P. CHOFFAT.* 168 p., 30 est. Esgotado.
- 1905 — CHOFFAT, P. — *Contributions à la connaissance géologique des colonies portugaises d'Afrique. II: — Nouvelles données sur la zone littorale d'Angola.* 48 p., 4 est. Esgotado.
- 1907 — ROMAN, F. & TORRES, A. — *Le Néogène continental dans la basse vallée du Tage. (rive droite). Avec une note sur les empreintes végétales de Pernes par M. FLICHE.* 109 p., 6 est. Esgotado.
- 1908 — CHOFFAT, P. *Essai sur la tectonique de la chaîne de l'Arrabida.* 89 p., 10 est. Esgotado.
- 1908 — NERY DELGADO, J. F. — *Système silurique du Portugal: — Étude de stratigraphie paléontologique.* 247 p., 8 est., 1 quadro estratigráfico. Esgotado.
- 1909 — DOLLFUS, G. & BERKELEY COTTER, J. C. — *Mollusques tertiaires du Portugal: — Le Pliocène au Nord du Tage (Plaisancien). 1^{ère} partie, Célébré. Précédée d'une notice géologique.* 103 p., 9 est. Esgotado.
- 1910 — NERY DELGADO, J. F. — *Terrains paléozoïques du Portugal: — Étude sur les fossiles des schistes à Nêrites de San Domingos et des Schistes à Nêrites et à Graptolites de Barrancos.* (Obra póstuma). 68 p., 51 est. Esgotado.
- 1911 — CHOFFAT, P. & BENSUADE, A. — *Études sur le séisme du Ribatejo le 23 avril 1909.* 146 p., 4 est., 2 cartas. Esgotado.
- 1912 — CHOFFAT, P. & BENSUADE, A. — *Estudos sobre o sismo do Ribatejo de 23 de abril de 1909.* (Versão do original francês). Esgotado.

MEMÓRIAS DOS SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL (1918-1952)

- 1919 — PEREIRA DE SOUSA, F. L. — *O terramoto do 1.º de Novembro de 1755 em Portugal e um estudo demográfico. Vol. I. Distritos de Faro, Béja e Évora.* p. 1 à 278, 7 est. Esgotado.
- 1919 — PEREIRA DE SOUSA, F. L. — *Idem. Vol. II. Distritos de Santarém e Portalegre.* p. 279 à 474, 5 est. Esgotado.
- 1928 — PEREIRA DE SOUSA, F. L. — *Idem. Vol. III. Distrito de Lisboa.* p. 475 à 950, 5 grav. e 6 est.
- 1932 — PEREIRA DE SOUSA, F. L. — *Idem. Vol. IV. Distritos de Leiria, Castelo Branco, Coimbra, Guarda, Aveiro e Vizeu.* p. 951 à 1014 (Com uma notícia neerológica sobre o autor).
- 1937-38 — FREIRE DE ANDRADE, C. — *Os vales submarinos portugueses e o diastrofismo das Berlengas e da Estremadura.* 249 p., 7 sb. geol., 1 carta tectónica de Portugal na escala de 1:1 000 000 (Com um sumário em inglês à parte).
- 1945 — TEIXEIRA, C. — *Nymphéacées fossiles du Portugal.* 13 p., 4 est.
- 1947 — CHOFFAT, P. — *Description de la faune jurassique du Portugal: — Brachiopodes.* 46 p., 19 est. (Publicação póstuma). (Coordenação e preâmbulo por C. TEIXEIRA).
- 1948 — TEIXEIRA, C. — *Flora mesozóica portuguesa. 1^a parte.* 119 p., 45 est.
- 1949 — RIBEIRO, C. — *Vues de la côte portugaise entre l'estuaire de la rivière de Maceira et Pedra do Frade à l'Ouest de Cezimbra.* 3 p., 13 est. Publicação póstuma (Coordenação e texto de G. ZBYSZEWSKI). Esgotado.
- 1949 — ZBYSZEWSKI, G. — *Les vertébrés du Burdigalien supérieur de Lisbonne.* 77 p., 22 est.
- 1949 — MENDES CORREIA, A. & TEIXEIRA, C. — *A jazida pré-histórica de Eira Pedrinha (Condeixa).* 65 p., 16 est.
- 1950 — TEIXEIRA, C. — *Flora mesozóica portuguesa. II^a parte.* 33 p., 13 est.
- 1951 — CHOFFAT, P. — *Planches et coupes géologiques de la région éruptive au Nord du Tage.* 3 p., 23 est., 1 carte. (Publicação póstuma). (Coordenação e apresentada por A. DE CASTELO BRANCO).
- 1952 — PEREIRA DE SOUSA, F. L. — *Esboços geológicos da parte ocidental de Angola.* (Publicação póstuma). (Texto explicativo por M. MONTENEGRO DE ANDRADE). 12 p., 8 est., 2 cartas.

MEMÓRIAS DOS SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL (Nova série)

- 1953 — BERGOUNIOUX, F. M., ZBYSZEWSKI, G. & CROUZEL, F. — *Les Mastodontes miocènes du Portugal.* 139 p., 60 est. (Mem. n.º 1).
- 1957 — LAPPARENT, A. F. DE & ZBYSZEWSKI, G. — *Les Dinosauriens du Portugal.* 64 p., 36 est. (Mem. n.º 2).
- 1959 — ZBYSZEWSKI, G. — *Étude structurale de l'aire tephonique de Caldas da Rainha.* 184 p., 11 est., 1 carta geol. (Mem. n.º 3).
- 1959 — CASTELO BRANCO, A. DE, ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO DE ALMEIDA, F., VEIGA FERREIRA, O. DA, TORRE DE ASSUNÇÃO, C. F., MACHADO, F., NASCIMENTO, J. M., DENIZ, A. F. & TAZIEFF, H. — *Le Volcanisme de l'Île de Faial et l'Éruption du Volcan de Capelinhos.* 104 p., 5 quadros, 2 cartas geol. (Mem. n.º 4). Contém, em carteira, *Notícia explicativa da folha Faial (Açores) da Carta Geológica de Portugal na escala de 1:25 000* por G. ZBYSZEWSKI, F. MOITINHO DE ALMEIDA, O. DA VEIGA FERREIRA & C. TORRE DE ASSUNÇÃO.
- 1959 — REAL, F. — *Intrusões Kimberlíticas da Lunda. Contribuição para o conhecimento do Karroo de Angola.* 118 p., II fig., 36 est. Contém, em carteira, 3 esboços geológicos. (Mem. n.º 5).
- 1960 — SUNAGAWA, I. — *Growth and etch features of hematite crystals from the Azores Islands, Portugal.* 47 p., 17 fig., 21 est. (Mem. n.º 6).
- 1961 — RUGET-PERROT, CH. — *Études stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au nord du Tage.* 197 p., 11 est., 3 cartas. (Mem. n.º 7).
- 1961 — LEISNER, V., ZBYSZEWSKI, G. & VEIGA FERREIRA, O. DA — *Les grottes artificielles de Casal Pardo (Palmela) et la culture du vase campaniforme.* 62 p., 22 est. (Mem. n.º 8).
- 1962 — CUNHA, J. CORREIA DA, MACHADO, F., RICHARDS, A. F. HERSEY, J. B., MC GUINNESS, W. T., ZBYSZEWSKI, G., VEIGA FERREIRA, O. DA, CAMPOS, V. S. & GARCIA, J. A. S. — *Le Volcanisme de l'Île de Faial et l'Éruption du Volcan de Capelinhos (Deuxième partie).* 54 p., 11 fig., 13 est. (Mem. n.º 9).
- 1962 — ASSUNÇÃO, C. F. TORRE DE — *Rochas graníticas do Minho e Douro. Novos elementos para o seu conhecimento.* 73 p., 12 est. (Mem. n.º 10).