

# RECONHECIMENTO GEOLÓGICO DOS JAZIGOS DE FOSFORITE DA REGIÃO DE CASTELO DE VIDE (ALTO ALENTEJO) (\*)

POR

ANDRÉ SCHNEIDER

Pondo o problema industrial das fosforites portuguesas no plano da actualidade, parece — à primeira vista — que a situação presente do mercado mundial das matérias primas para a indústria dos adubos fosfatados, deve ocasionar fatalmente o malogro económico de qualquer tentativa de valorização dos jazigos filoneanos quartzo-fosforíticos do tipo que ocorre em Portugal.

Não obstante essa situação, verificou-se nos últimos anos um facto particularmente significativo para nós: — algumas antigas explorações de fosforites da província de Cáceres (Espanha), cujos jazigos pertencem ao mesmo complexo minerogenético e geoquímico dos filões de Medelim e de Castelo de Vide, voltaram a trabalhar. Desde 1940, registou-se nestas minas uma produção equilibrada e constante, testemunho duma mineralização distribuída com regularidade nos jazigos referidos.

A produção cacerenha de fosforites foi:

Em 1940	:	15.731 toneladas	
» 1941	:	13.846	»
» 1942	:	15.232	»
» 1943	:	17.770	»

Enquanto existem vários milhares de metros de trabalhos subterrâneos nos jazigos espanhóis, que foram pesquisados em

---

(\*) Estudo realizado em 1947, a expensas do Ex.<sup>mo</sup> Sr. Francisco Fernandes Camello, publicado com sua autorização.

alguns pontos até a profundidade de 150 metros—tendo-se acumulado uma volumosa bibliografia técnica e científica sobre o assunto — os jazigos portugueses nunca foram submetidos a estudos pormenorizados e as pesquisas mineiras consistem apenas numa dúzia de pequenos poços, de menos de 20 metros de profundidade, sendo o total das galerias abertas nos filões inferior a 300 metros. A maior parte destes trabalhos foi realizada, durante os anos 1920-1922, na região de Castelo de Vide, tendo sido extraídas 2.500 toneladas de fosforite.

Existem apenas duas notas, muito breves, sobre os jazigos portugueses de fosforite: — a primeira publicada por ROLDAN Y PEGO em 1928 nos C. R. do XIV Congresso Geológico Internacional (« Les Réserves mondiales de fosfates »), fornece apenas indicações vagas sobre o tipo genético dos jazigos, acompanhadas por um mapa representando a situação geográfica das concessões mineiras; — a segunda, da autoria do Eng.º J. M. DE ALMEIDA FERNANDES, publicada pelo Serviço de Fomento Mineiro, em 1946, onde voltam a aparecer os mesmos mapas que foram publicados na primeira, sendo o texto completado por algumas observações sobre a extensão dos trabalhos de pesquisa e o aspecto dos afloramentos, não alargou notavelmente os nossos conhecimentos.

Ambos os relatórios terminam por conclusões bastante desanimadoras. Reproduzimos, a seguir, a conclusão final do relatório publicado em 1946: « Resumindo: das minas que visitámos não podem extrair-se grandes quantidades de fosforites. A pequena tonelagem que se arrancasse teria um preço impossível de prever, mas com certeza muito elevado. A iniciativa particular poderia talvez, em trabalhos superficiais e por processos expeditos, arranjar algumas centenas de toneladas a um preço razoável. Mas, é evidente, que isso não resolveria o problema ».

Apesar disso, considerando a recente reabilitação das minas espanholas de fosforite e a escassez dos dados em que foram baseadas as conclusões acima mencionadas sobre os jazigos portugueses, mereciam ser retomados, ampliados e discutidos de novo os elementos geológicos referentes ao assunto.

Além disso, o problema da mineralização uranífera, verificada nos filões de fosforite cacereños, nunca foi mencionado a propósito dos jazigos portugueses, necessitando, por conseguinte, de esclarecimento.

Encarregado destas tarefas, escolhi como base de estudo a zona fosforítica de Castelo de Vide, situada no seguimento imediato da zona de Valença de Alcântara e Albuquerque (Província de Badajoz), cuja extensão (cerca de 70 quilómetros quadrados) indicava grande superioridade de interesse, em comparação com a pequena área mineralizada de Medelim-Bemposta (Idanha-a-Nova), onde existem apenas 3 concessões mineiras. 30 % da área mineralizada de Castelo de Vide estão cobertos por 21 concessões mineiras, registadas durante os anos 1919 até 1922 e abandonadas alguns anos depois.

### Situação geográfico-económica dos jazigos

*Transportes* — A estrada municipal que liga a aldeia de Póvoa e Meadas com a estação de C. de F. de Castelo de Vide atravessa a secção do campo mineiro constituída pelas minas de «Ribeira de São João», «Seixal», «Nave Redonda» e «Santo Amador», as quais, como veremos adiante, são as mais importantes do distrito. Todos os trabalhos antigos de pesquisa mineira e de exploração ficam a menos de 400 metros desta estrada. Notamos, ainda, que esta estrada segue, a menos de 50 metros de distância média, o grande filão de Seixal-Santo Amador num comprimento de cerca de 4,0 quilómetros.

A distância das minas acima mencionadas até à estação de Castelo de Vide varia entre 4 e 9 quilómetros. Porém, como a via férrea atravessa a estrada no lugar de Canto das Nogueiras e seria possível efectuar aqui o carregamento do minério sobre os vagões, esta distância ficaria neste caso reduzida de metade.

As minas de «Casa Branca», «Nave das Barreiras», «Cancho da Torrinha», e de «Canto das Moutas» apresentam igualmente uma situação favorável em relação aos transportes, pois ficam todas a menos de 1 quilómetro de distância da linha férrea que passa por Castelo de Vide e Beirã-Marvão.

Na economia da mineração dum produto de baixo preço como as fosforites, o custo de transporte ocupa lugar da maior importância. Para o mercado interno português, em comparação com os fosfatos norte-africanos, os jazigos de Castelo de Vide encontram-se, neste respeito, em condições muito privilegiadas.

*Terrenos* — Todos os terrenos que interessam para a exploração dos jazigos de fosforite de Castelo de Vide são constituídos por baldios ou por culturas de cereais inferiores. Por conseguinte, a aquisição dos terrenos necessários para as instalações e para as escombrelas não seria dispendiosa e as explorações não ocasionariam prejuízos para a agricultura local.

### **Trabalhos antigos de pesquisas mineiras e de exploração**

Acerca do período de trabalhos de 1920-1922, todas as indicações colhidas no terreno, assim como as informações fornecidas por antigos operários empregados nas minas, confirmam a impressão geral duma organização deficiente e da insuficiência dos meios financeiros aplicados nesta tentativa de valorizar os jazigos de Castelo de Vide.

Porém, não obstante estas circunstâncias desfavoráveis, foram exportadas cerca de 2.500 toneladas de fosforite num período de lavra activa de menos de 500 dias, em que o número dos operários empregados foi sempre inferior a 30 homens e cerca de 10 mulheres trabalhando na escolha manual do minério bruto.

Houve trabalhos subterrâneos somente em 5 concessões, enquanto nas restantes se fizeram apenas excavações superficiais de reduzida extensão.

«*Ribeira de São João*» — Foram abertos 3 poços verticais com 22, 16 e 7 metros de profundidade numa extensão de cerca de 250 metros. A meio caminho entre o poço central de 22 metros e o poço Norte (16 m), observa-se uma trincheira de pouca profundidade, aberta no afloramento do filão num comprimento de 35 metros. O volume da escombrela que rodeia o poço central testemunha da existência de galerias em direcção sobre o filão, cujo comprimento total não ultrapassa 100 metros; não foram abertas chaminés de ventilação. Poucos anos atrás, foi aberta uma galeria, ligando o poço Norte com o exterior, destinada ao aproveitamento das águas deste poço para a rega duma horta próxima. Esta galeria foi inteiramente aberta no filão, medindo

cerca de 70 metros de comprimento; os fosfatos não foram aproveitados. Observa-se uma impregnação disseminada de torbernite no quartzo da escombreira da boca da galeria.

A cerca de 300 metros em direcção N, fizeram-se pequenas excavações de pesquisa no mesmo afloramento. Todos estes trabalhos abrangem uma extensão de 550 metros, sendo o volume total das rochas arrancadas em trabalhos de pesquisas e de exploração aproximadamente de 500 até 600 metros cúbicos.

«*Seixal*» — A mina de «*Seixal*» parece ter sido a mais importante durante o período de pesquisas de 1920-1922.

Na extremidade S do afloramento do filão, que se apresenta claramente evidenciado numa extensão de 800 metros, foi aberta uma trincheira que continua, penetrando na encosta, por uma galeria de 60 metros de comprimento. A boca desta galeria fica a 30 metros apenas da estrada municipal.

Tencionava-se, evidentemente, estabelecer por meio desta galeria o esgoto dum poço aberto a 230 metros de distância a N. O poço, segundo informações verbais colhidas no local, tinha alcançado a profundidade de 20 metros apenas. Na continuação do afloramento para Norte, fizeram-se algumas pequenas excavações superficiais. O volume total das escombreiras e excavações calcula-se em cerca de 350 metros cúbicos.

«*Nave Redonda*» — Existem nesta mina 2 poços de pequena profundidade (menos de 25 metros), rodeados por escombreiras, cujo volume total avaliamos em 500 metros cúbicos aproximadamente.

«*Lagar do Medo*» — Segundo informações colhidas no local, os trabalhos de pesquisa subterrânea atingiram aqui um desenvolvimento relativamente importante. A mina principal, conhecida sob a designação de mina da «*Sapeira*», encontra-se dentro duma propriedade cercada de muros, ficando o poço de extracção junto às casas de habitação. O poço sofreu trabalhos de adaptação para a rega da propriedade agrícola, a escombreira foi espalhada e nivelada. Informaram-me que o poço tem 28 metros de profundidade e que a galeria aberta no filão no nível dos 20 metros

tinha 70 metros de comprimento. Segundo a nossa estimativa, o volume total de rocha arrancada não deve ter ultrapassado 1000 metros cúbicos.

«*Barregão*» — O poço principal da mina tem 18 metros de profundidade e houve trabalhos subterrâneos de reconhecimento do filão numa extensão de 80 metros. O volume total da extracção não ultrapassou 400 metros cúbicos.

Foram ainda visitados os antigos trabalhos superficiais de pesquisas realizados nas concessões de :

«Santo Amador» — «Vale Sancho» — «Casa Branca» — «Feiteira» — «Picoto I» — «Picoto II» — «Vale Dornes» — «Canchos da Torrinha».

Todas estas pesquisas consistiram em simples excavações superficiais, ou pequenos poços de profundidade inferior a 10 metros, sendo o volume de rocha arrancada sempre inferior a 100 metros cúbicos. No total, estas excavações representam um volume de cerca de 500 metros cúbicos.

Em resumo, todos os trabalhos mineiros realizados durante 1920-1922 na zona de Castelo de Vide, representam uma extracção total de «tout venant» de 2.500 até 3.000 metros cúbicos, ou seja cerca de 8.000 toneladas.

As únicas minas onde se trabalhou com certa continuidade foram as de «Ribeiro de S. João», «Seixal», «Nave Redonda», «Lugar do Medo» e «Barregão». Estas minas desenvolveram-se sucessivamente, tendo-se trabalhado 150 até 300 dias, com equipas de 8 até 12 operários em cada.

A produção de 2.500 toneladas de fosforite, mencionada nos Boletins da Direcção Geral de Minas, para os anos 1921 e 1922, indica que a proporção de minério útil em relação ao total de «tout-venant» extraído, foi superior a 30 % para o conjunto das principais minas. Esta proporção corresponde à concentração mínima da fosforite nas minas cacerenhas, onde a possança útil de minério oscila entre 30 e 70 % da possança total dos filões pesquisados.

## Geologia da área de mineralização

O reconhecimento duma zona mineira com a extensão da área atravessada pelos filões quartzo-fosforíticos de Castelo de Vide, constitue tarefa muito mais complexa de que registar simplesmente observações isoladas sobre a extensão dos afloramentos filoneanos e sobre a intensidade local de mineralização que os mesmos apresentam. De antemão, devemos pôr de parte qualquer conclusão baseada em processos de investigação tão rudimentares, visto que a mineralização dum produto barato, como são as fosforites, exige sempre exploração de larga escala, cujo planeamento requiere o conhecimento profundo do complexo de mineralização na sua extensão total.

As condições locais de mineralização que se verificam nos afloramentos dispersos dum sistema filoneano, fornecem elementos de observação e de análise para a investigação do jazigo, mas nunca permitem avaliar directamente as possibilidades económico-mineiras que o jazigo encerra.

A investigação geológica do jazigo consiste em definir os limites espaciais e os vários tipos paragenéticos da mineralização, delinear na superfície as zonas de mineralização equivalente, localizar a posição dos focos de mineralização, analisar a estrutura geral do campo filoneano e os acidentes tectónicos locais, etc.. Uma vez definidos e formulados estes numerosos factores, existirá então base admissível para a selecção da área de mais intensa mineralização e de condições gerais mais favoráveis para a mineração. Existirá também um conjunto de critérios permitindo erigir um plano de pesquisas locais, geológicas e mineiras, destinadas a verificar em bases numéricas as condições económicas duma eventual exploração.

*Geologia geral* — A zona fosforítica de Castelo de Vide estende-se a Norte da extremidade ocidental do vasto sinclinal de São Mamede-Portalegre, cujo afloramento é constituído por extensa área central de Devónico, circundada por uma estreita faixa de formações silúricas. Os filões quartzo-fosforíticos, agrupados num espaço de 12 quilómetros, entre Castelo de Vide e

Marvão, cortam uma faixa granítica de 10 quilómetros de largura, que se intercala entre o sinclinal paleozóico e uma vasta região de xistos dinamometamórficos de idade incerta.

Por conseguinte, destacam-se 3 unidades geológicas distintas:

- o sinclinal silúrico-devónico de São Mamede,
- a faixa granítica, e
- o sistema filoneano quartzo-fosforítico.

O estudo geológico do campo mineiro consiste em analisar e formular as relações estruturais e genéticas que existem entre estas 3 unidades.

### O sinclinal silúrico-devónico

Embora o sistema filoneano não tenha relação directa com as formações eopaleozóicas que limitam ao Sul a faixa granítica, estas formações apresentam-se particularmente adequadas para o estudo da tectónica desta região e — por isso — constituem um factor de grande importância na investigação geral do complexo de mineralização.

A estratigrafia do Silúrico e do Devónico, que formam o sinclinal, foi objecto dos estudos de NERY DELGADO (1901 e 1908) e do Prof. J. CARRINGTON DA COSTA (1931). Porém, as classificações paleontológicas e litológicas estabelecidas por estes autores não podem ser aplicadas directamente na análise tectónica dos arredores de Castelo de Vide. O intenso dinamometamorfismo, sobrecarregado ainda em vários sítios por metamorfismo de contacto, modificou profundamente o carácter litológico das rochas, destruindo também os fósseis. Por conseguinte, a análise exacta da estrutura tectónica na extremidade ocidental deste sinclinal exigiria um período prolongado de estudo.

Apesar destas circunstâncias, utilizando como pontos de referência alguns elementos litológicos particularmente característicos, ou claramente destacados na morfologia do terreno — e apoiando-nos no ritmo da sedimentação indicado pelas classificações litológicas de DELGADO e de CARRINGTON, — conseguimos esboçar rapidamente as linhas gerais da tectónica. Utilizamos, também, em larga

medida, observações sobre os sistemas de diaclases, cujos elementos procuramos coordenar em grupos definidos pelos vectores característicos dos vários processos de deslocação que actuaram sobre as formações.

A direcção dos eixos do dobramento de estilo alpino que originou o sistema de pregas, cujo conjunto constitui o «sinclinal de São Mamede», está nitidamente marcada na morfologia da região pelas cristas ásperas formadas pelo espesso banco de grés quartzíticos, muito rijos, que corresponde aos últimos andares do Silúrico e inclui a base do Devónico (Gediniano). Esta direcção deve ser medida sempre apenas nos afloramentos de pequena extensão, para se ter a certeza de que não houve qualquer desvio, provocado posteriormente ao dobramento, por falhas. Permite, também, observações igualmente seguras alguns afloramentos de rochas lidíticas, com rápida alternância de leitos claros e escuros. Pelo contrário, as formações xistosas, frequentemente submetidas nesta região a esmagamento posterior ao dobramento, mostram xistosidade secundária, que oblitera completamente a xistosidade inicial, conduzindo a observações equívocas.

Pela correlação de vários pontos de observação, verificamos um ângulo médio de N. 35° O. para a direcção do eixo das dobras. Este dobramento pertence ao ciclo orogenético varisco.

À medida que avançamos para Oeste, observando as formações paleozóicas, registamos — simultaneamente com o estreitamento progressivo do afloramento dos terrenos silúrico-devónicos, aumento cada vez mais pronunciado na intensidade do metamorfismo das formações xistosas: — níveis cada vez mais profundos do sinclinal afloram à superfície num escalonamento tectónico de grande estilo. Estas deslocações trouxeram, também, à superfície o Silúrico inferior, que aflora no vale superior da Ribeira de Vide, assim como uma formação de calcário maciço claro, que pertence provavelmente ao Câmbrico (andar de *Archæoclathus*?).

Assim, torna-se óbvio que a terminação ocidental do sinclinal de São Mamede, junto a Castelo de Vide, está relacionado com um levantamento progressivo em direcção a Oeste, segundo falhas transversais de rejeição vertical de grande amplitude, que recortam os planos de simetria da tectónica varisca de dobramento.

Basta um olhar para verificar a existência e a amplitude de deslocação destas falhas, que rejeitaram do seu alinhamento inicial as cristas formadas pelas quartzites ludlowiano-gedinianas; esta rejeição ultrapassa 1 quilómetro junto ao lugar de Água Formosa. Tais cristas constituem o elemento morfológico mais destacado da região, dominando de 200 a 300 metros os terrenos adjacentes.

Devido à intensidade da trituração sofrida pelas rochas nestas zonas de falhas, formaram-se vales de erosão que dificultam a observação directa das principais falhas. Porém, os movimentos infinitesimais de rejeição, que acompanharam as falhas maiores, estão nitidamente marcados na rede de diaclases das formações paleozóicas. Uma série de medições, cujo resultado foi conferido com observações e deduções de carácter geral, permitiu concluir que o elemento dominante da tectónica saxónica desta região está representado por um sistema de falhas de direcção N. 5° até 20° E. (= N 15° E). Na região granítica, a Norte de Castelo de Vide, estas falhas estão grosseiramente desenhadas pela linhas de água das Ribeiras da Fonte, de Vide e das Águas, que abriram os seus leitos nos granitos de dureza diminuída pela intensa cataclase causada pelas deslocações saxónicas.

Estas zonas de falhas N. 15° E. dividem a área de mineralização fosforítica em secções distintas, nitidamente individualizadas por vários factores minerogénéticos e estruturais, que definiremos adiante e que correspondem a andares de desnudação de profundidade diferente.

No Sul da área, o pendor dos planos de movimento deste sistema de falhas mostra inclinação de 70° até 80° para Oeste, e as deslocações foram estritamente verticais. As importantes rejeições no alinhamento dos afloramentos das quartzites gresosas estão simplesmente relacionadas com o pendor destas formações. As cristas rochosas tornam-se mais estreitas à medida que o pendor se aproxima da vertical e tomam aspecto mais áspero. Seguindo as cristas quartzíticas de Leste para Oeste, verificamos — na margem setentrional do sinclinal — um levantamento progressivo das quartzites, de 65° SO. até a vertical, e finalmente — a Oeste de Castelo de Vide — o sentido do pendor passa para o lado oposto. Na margem Sul do sinclinal, o pendor fica sempre

próximo da vertical, sendo por este facto muito menos pronunciadas as ruturas no alinhamento das cristas. A correlação destas variações de pendor com o escalonamento vertical produzido pela tectónica saxónica, permite reconstruir facilmente a configuração do sinclinal de São Mamede em profundidade.

Sintetizando estas observações obtemos sem dificuldade a explicação do desvio da margem Norte do Sinclinal, cuja orientação muda de N O para E-O no espaço de Marvão-Castelo de Vide.

O segundo sistema de deslocações saxónicas apresenta a direcção N 70° até 80° O, sendo o pendor das falhas muito variável, com tendência geral para uma inclinação média de 70° para NNE. Na parte Norte da faixa granítica, estes movimentos originaram estreitas zonas de laminação do granito, com pendor de  $\pm 30^\circ$  no mesmo sentido.

Em vários pontos do contacto do Paleozóico com o granito, estas falhas estão nitidamente marcadas pela formação de brechas tectónicas de 0,05 até 0,2 metros de espessura, constituídas por pequenos fragmentos de lídites e corneanas, envolvidos numa pasta de granito milonitizado e decomposto. Acontece, frequentemente, que a posição destas falhas se aproxima da direcção dos planos de xistosidade, transformando a clivagem da rocha numa brecha.

A frequência de lacunas estratigráficas que se verificam nos cortes transversais das séries siluro-devónicas, evidenciadas pela alteração do ritmo de sedimentação, sublinha a importância deste grupo de deslocações. Toda a região profunda do sinclinal de São Mamede, que aflora em volta de Castelo de Vide, apresenta uma tectónica de escamas muito complicada, que provocou a laminação e eliminação quase total dos xistos macios infrasilúricos ( $S_{III}^1$  até  $S_{VII}^2$ ), intercalados entre os bancos rijos de calcário do Cámbrico (?) e as quartzites supra-silúricas. Na área granítica, a presença deste sistema de deslocações manifesta-se pelas passagens bruscas duma fácies de diferenciação para outra, que se observam com grande frequência no terreno.

Ambos os sistemas de deslocações saxónicas parecem ter sido reactivados em várias épocas: falhas N 15° E são cortadas pelas falhas E-O e reciprocamente.

O *granito* — Os fenómenos de metamorfismo que se registam em numerosos pontos do contacto entre o Paleozóico e o granito, não deixam o menor espaço para quaisquer controvérsias sobre a posteridade da intrusão granítica em relação ao Silúrico-Devónico, recentemente contestada pelo Prof. P. BIROR. Sem dúvida, o contacto é frequentemente tectónico, estabelecendo-se por meio duma falha, — de modo que os xistos inicialmente afastados do granito, de metamorfismo muito ténue, encontram-se agora directamente justapostos a ele. De modo geral, nota-se um certo esmagamento no contacto, com tendência a eliminar as formações argilo-xistosas entre o granito e as quartzites que, por sua vez, devido à sua composição, não são susceptíveis de intenso metamorfismo de contacto de diagnose fácil.

Por outro lado, o metamorfismo originado pela intrusão granítica distingue-se facilmente nas formações xistosas até algumas centenas de metros de distância do contacto. Assim, além dum endurecimento geral, observam-se xistos nodulosos, quiascolíticos e andalusíticos (?). É também frequente notar uma modificação na coloração dos xistos ferruginosos, que passam de avermelhado para negro.

A silicificação causada pelo granito é bastante pronunciada em muitos pontos; não é raro encontrar redes de estreitas vénulas e filetes delgados de quartzo segundo as diaclases. A influência do granito torna-se particularmente evidente nos calcários, que apresentam uma marmorização progressiva muito característica. Vários tipos de calcários metamórficos observados no lugar de N.<sup>a</sup> S.<sup>a</sup> da Vitória, assemelham-se estreitamente com os diferentes estádios de marmorização da faixa calcária de Ameixial-Estremoz-Vila Viçosa.

Qualquer dúvida, ditada pela possibilidade de confusão entre o metamorfismo de contacto e o metamorfismo geral, fica finalmente removida pela presença dum filão granítico de 0,5 até 1,5 metros de possança, que segue a encosta NE da vila de Castelo de Vide, num comprimento de cerca de 400 metros, em direcção paralela à xistosidade das formações eopaleozóicas.

A natureza da zona marginal do granito revela que a intrusão foi sincrónica com o dobramento das formações paleozóicas. Em toda a parte. o paralelismo do plano de contacto com os eixos do

dobramento apresenta-se perfeito. Este paralelismo estende-se, também, à orientação dos largos porfiroblastes do granito, assim como às veias pegmatíticas do granito. As fácies de diferenciação do granito mostram disposição grosseiramente zonada no mesmo sentido.

Na sua margem meridional, junto a Castelo de Vide, o granito mostra uma fácies de textura porfiroblástica, com todas as características dum produto de cristalização sincinemática. Os largos cristais tabulares de feldspato apresentam orientação mecânica perfeitamente nítida, tanto na direcção como na inclinação das faces (010). A disposição destes porfiroblastes, corresponde — como já referimos acima — à posição do eixo do sinclinal de São Mamede.

Na sua fácies marginal porfiroblástica, o granito é do tipo binário, com predomínio geralmente nítido da biotite. Seguindo o contacto em direcção Oeste, nota-se uma diminuição progressiva no tamanho dos porfiroblastes, enquanto se acentua o predomínio da biotite, aparecendo finalmente granitos hornblendíticos (estrada entre Castelo de Vide e N.<sup>a</sup> S.<sup>a</sup> da Luz). As amostras colhidas por P. BIROT, e estudadas por M.<sup>mo</sup> JEREMINE (Paris), provêm, provavelmente, deste sector da faixa granítica, onde o granito é geralmente de acidez bastante baixa e particularmente sujeito a alteração epigénica, em parte devido à cataclase que sofreu.

A mesma diminuição progressiva de tamanho dos porfiroblastes verifica-se à medida que nos afastamos do contacto: — a composição granulométrica do granito torna-se uniforme e o regramento mecânico dos elementos tabulares desaparece. Aumenta simultaneamente a proporção de quartzo e de moscovite nesta variedade de granito de grão médio.

Na região axial da faixa granítica, encontramos uma fácies de diferenciação de grão fino, com percentagem elevada de quartzo; a biotite foi frequentemente substituída por turmalina acicular. Colhemos a impressão que esta fácies de quimismo particularmente ácido está distribuída em afloramentos bastante irregulares no seio do granito de grão médio.

Na metade setentrional da faixa granítica, repete-se uma sucessão quase idêntica das fácies de diferenciação, registando-se o aparecimento de estreitas faixas, paralelas ao contacto com a

formação xistosa, marcadas por uma violenta acção dinâmica que imprimiu ao granito textura gneissica (Vale do Sancho, Picoto).

Sintetizando as nossas observações sobre a área granítica, interpretamos as relações espaciais entre as várias fácies de diferenciação do granito do modo seguinte:

1) Intrusão sinorogénica do magma granítico, cuja cristalização principia na zona de contacto com as formações eopaleozóicas; — desenvolvimento e orientação dos porfiroblastes de feldspato devido à acção catalizadora e mecânica resultante da fricção do magma altamente viscoso contra as rochas sedimentares submetidas ao processo de dobramento. Na região marginal profunda da intrusão, subsequentemente levantada até a actual superfície de desnudação pelas falhas N 15° E, a fácies de cristalização inicial do granito é mais básica, de tipo sienito-hornblendítico (em parte), e talvez  $\pm$  pre-orogénica (cataclase!).

Por conseguinte, houve uma diferenciação química do magma, no sentido dum aumento de acidez, durante a sua ascensão. Simultaneamente, tornava-se cada vez mais marcada a textura porfiroblástica.

2) No interior da camada de consolidação prematura do endocontacto, continuou entretanto a diferenciação e cristalização do magma, num ritmo mais vagaroso, dando origem aos granitos binários de grão médio, de textura hipidiomórfica equigranular, formando uma larga zona de transição, particularmente importante na zona profunda.

3) Em último lugar, consolidou o magma residual, originando as texturas aplíticas dos granitos moscovito-turmalínicos, que ocupam a região axial da faixa granítica. Estes núcleos de consolidação tardia, talvez em parte post-orogénica, emitiram numerosas apófises e filões pegmatíticos nos granitos de grão médio e nos granitos porfiroblásticos. Os veios pegmatíticos, particularmente frequentes na zona de transição dos granitos porfiroblásticos para a fácies de grão médio, são sempre paralelos à direcção do eixo da intrusão, ou seja, à direcção N 35-40° O do eixo orogénico (Amieira, Dois Lagares, etc.).

No terreno, as transições dum tipo de granito para o outro são graduais ou abruptas. A justaposição dum granito aplítico com um granito porfiroblástico na superfície do terreno, tanto pode ser interpretada como contacto intrusivo, como indicar também a presença duma falha. É difícil pronunciar-se com segurança a favor duma ou outra interpretação.

Deste estudo da faixa granítica resulta uma conclusão importante para o problema da mineralização fosforítica. Veremos adiante que os filões fosforíticos apresentam na sua extensão horizontal uma sucessão de vários tipos paragenéticos, que correspondem a andares de profundidade diferente em relação ao foco de mineralização. A distinção e classificação destes tipos paragenéticos de mineralização mostra desacordo completo entre a mineralização e as zonas de diferenciação do granito, o que indica — dum modo peremptório — que a mineralização quartzo-fosforítica não tem ligação genética com o granito que aflora na região.

#### EM RESUMO:

1) O estudo tectónico da faixa silúrico-devónica situada a Sul da linha Castelo de Vide - Marvão, indica que houve — subsequentemente aos processos de dobramento do Neopaleozóico que originaram o «sinclinal de S. Mamede» — um levantamento escalonado desta área segundo extensas falhas N 10° até 20° E, recortadas por falhas N 50° até 70° O, de menor amplitude —, num movimento que tinha a sua área de culminação a SO desta região.

Consequentemente, o espaço ocupado pelo sistema de filões quartzo-fosforíticos ficou dividido em sectores  $\pm$  paralelos, de direcção N-S, escalonados num levantamento em sentido de Leste para Oeste, sendo cada sector, por sua vez, progressivamente levantado em direcção Sul por meio de falhas transversais.

2) O estudo das fácies de diferenciação da faixa granítica revela uma discordância evidente entre as zonas isomorfas do granito e as zonas paragenéticas da formação filoneana quartzo-fosforítica, o que nos permite concluir que o processo de mineralização é estranho ao processo de diferenciação dos granitos que afloram na região.

## As características estruturais do sistema filoneano

Uma série grande de observações permitiu localizar numerosos afloramentos do sistema filoneano que atravessa a zona granítica situada a Norte de Castelo de Vide.

Incluímos nestas observações tanto os afloramentos que apresentam mineralização fosforítica nítida, como os estéreis, cujas características estruturais testemunham ligação genética evidente com o sistema de mineralização.

Obtivemos por este meio elementos que permitem classificar, segundo critérios minerogenéticos, estes afloramentos, e delinear o percurso dos filões, determinando, ao mesmo tempo, a extensão verdadeira destes.

Tanto na parte Sul, como no E e no O da zona mineira, os afloramentos dos filões são sempre pouco extensos e sem continuidade. Este facto reflecte-se claramente na dispersão das concessões mineiras (Nave da Câmara, Lagar do Medo, Ribeira da Goleima, assim como as três concessões de áreas reduzidas dos arredores de Santo António das Areias).

Embora os afloramentos de filões no Sul desta secção periférica mostrem, geralmente, possança importante, chegando a atingir 12 metros (Lagar de Medo), a mineralização é muito difusa e nitidamente fraca no conjunto. Trata-se de lentículas de carácter pegmatito-pneumatolítico, de aspecto e de configuração muito diferente dos afloramentos rectilíneos que se observam na parte central da zona de mineralização.

Nota-se nas direcções dos filões desta zona periférica, uma disposição em leque, que muda, de Oeste para Leste, de N 5° E (Lagar do Medo) para N. 15° E. (Barregão) e finalmente para N 35° E (sector de Santo António das Areias). Na continuação directa da zona de Castelo de Vide-Marvão, os filões espanhóis da zona de Valência de Alcântara-Albuquerque apresentam todos a a direcção N 35 até 45° E.

Esta disposição indica que o foco de mineralização estava situado no Sudoeste da área mineralizada.

Na parte central e setentrional da zona mineira, os aflora-

mentos da formação filoneana apresentam mais continuidade que no Sul, chegando a atingir comprimentos de 500 até 850 metros sem interrupções notáveis (Seixal, Ribeira de São João, Santo Amador).

Por outro lado, a possança dos filões diminui para 1,25 até 2,50 metros. Mesmo a continuidade dos filões não é tão evidente à superfície. Os espaços entre os afloramentos são geralmente muito reduzidos. Relaciona-se com estas circunstâncias a concentração das concessões mineiras neste espaço, quase todas pegadas umas às outras, ou ligadas por «registos».

A determinação da verdadeira direcção dos filões exige um trabalho bastante complexo de correlação entre as direcções observadas isoladamente nos afloramentos dispersos, as deslocações de nível de profundidade relacionadas com a tectónica saxónica posterior à mineralização, e, finalmente, o pendor local e geral dos filões.

Coordenando as medições de pendor, verificamos que a inclinação dos filões muda de 65-80° Oeste no sector Sul, para 75-80° Leste no sector Norte, passando pela vertical nos afloramentos do sector central. Esta inversão do sentido do pendor, posta em relação com o escalonamento tectónico da superfície de erosão segundo os sistemas de falhas analisados no capítulo precedente, explica o percurso sinuoso das linhas de ligação entre os afloramentos filoneanos na actual superfície de desnudação.

Considerando os afloramentos nas suas posições iniciais, anteriores às deslocações saxónicas, e comparando metódicamente às medições de direcção e de pendor, podemos concluir com segurança que as fissuras onde se formaram os filões quartzo-fosfóricos pertencem ao sistema de falhas de direcção N 15° E.

Veremos adiante que os factores paragenéticos das associações minerais observadas nos afloramentos destes filões indicam uma sucessão dos andares de mineralização mais profundos até os mais altos, quando se atravessa a área mineralizada de Norte em direcção Sul, o que confirma perfeitamente o esboço estrutural e corresponde à posição do foco de mineralização indicada pela convergência dos filões no sector Sul da área.

É frequente observar «salbandas falsas» no interior do enchimento mineralizado das fissuras, o que indica a actuação de processos repetidos de reabertura daqueles durante o processo polifásico de mineralização.

O granito encaixante dos filões apresenta-se particularmente alterado, macio e profundamente caolinizado nas salbandas dos filões com enchimento de tipo pneumatolítico (Vale Dornes, Seixal — em parte — e Ribeira de São João).

Como conclusão destas observações, sublinhamos que, do ponto de vista dos trabalhos de pesquisa mineira e preparação da exploração, são os filões da região central e setentrional da área mineralizada os que oferecem melhores condições técnicas e económicas.

### Génese dos filões e processo de enchimento das fissuras

A heterogeneidade zonada da constituição dos filões quartzo-fosforíticos foi já assinalada nas publicações anteriores, que utilizaram uma representação gráfica extraída do processo da mina «Limeirões» (Idanha-a-Nova). Porém, este fenómeno, tão importante para a diagnose geral destes jazigos, nunca foi posto em relevo e analisado.

Estudando em pormenores o fenómeno, verifica-se que os vários tipos de enchimento zonado permitem estabelecer uma classificação dos processos sucessivos de mineralização e deitar alguma luz sobre os processos dinâmicos que interferiram com a mineralização.

Para alcançar este resultado, devemos, primeiramente, distinguir e definir os vários tipos de minérios e classificá-los segundo critérios genéticos.

Estabelecemos a classificação de associações paragenéticas apresentada a seguir, que baseamos na tipomorfia particularmente evidente das variedades de fosforite-apatite e de quartzo:

1) *Tipo pegmatítico* — Fosforite terrosa ou litóide, de cor amarela acinzentada, misturada com mica clara; quartzo compacto, vítreo e de fractura conchoidal, em parte interpenetrado com uma mica cor de cobre avermelhado (= flogopite? mica fluorítica).

2) *Tipo pneumatolítico* — Fosforite palmada branca ou levemente esverdeada, — pura ou intimamente interpenetrada

com quartzo; quartzo incolor, bastante transparente, com forte tendência para individualização dos cristais, que formam agregados subparalelos.

3) *Tipo hipotermal*—Apatite cristalizada, branca, em massas compactas, ou apatite violácea, cor de ametista, translúcida, em cristais perfeitamente individualizados, atingindo 3,0 cm.; quartzo transparente, frequentemente defumado ou negro.

4) *Tipo mesotermal*—Apatite branca, transparente; quartzo leitoso, em agregados compactos de grão bastante fino.

5) *Tipo epitermal*—Fosforite amorfa, de fractura conchoidal, de cor verde claro ou verde amarelo, aspecto resinoso; — observa-se como enchimento de pequenos interstícios do quartzo; quartzo sacaróide,  $\pm$  hialino; em parte calcedónia e também quartzo sacaróide levemente fumado.

A sucessão cronológica na formação das variedades litóides, palmadas, cristalino-apatíticas da fósforite está patente nos factos seguintes:

Os veios de fosforite palmada atravessam massas de fosforite litóide (Vale Dornes); e

a apatite violácea ou cor de ametista, constitue o «cimento» intersticial de fosforites palmadas, brechiadas por processos tectónicos (textura «en cocarde») (Nave Redonda).

A *torbernite* (fosfato de cobre e urânio, com 55 % de  $UO_2$ ), raramente acompanhada pela *autunite* (fosfato de cálcio e de urânio. Vale Sancho), é um mineral perfeitamente tipomorfo nestes jazigos para a zona de transição da fase pneumatólítica para a fase hipotermal, que seguramente foram uraníferas «per ascensum», sem que seja todavia possível dizer se a torbernite é primária, hipogénica, ou se constitue um produto da alteração de qualquer outro mineral uranífero. Verificamos a sua presença nas concessões de Ribeira de São João, Seixal, Santo Amador, Nave Redonda e Vale Sancho.

Notamos que o quartzo defumado ou anegrado, que em alguns pontos forma geodes de dimensões consideráveis (Vale Sancho) e

a apatite violácea, às vezes de coloração muito intensa, podem ser considerados como produtos de radiações radioactivas, constituindo um indício notável para a existência de concentrações mais elevadas de urânio.

Em «Santo Amador», a torbernite aparece nas cavidades do quartzo sacaróide, produzidas pela oxidação e dissolução subsequente dos sulfuretos de ferro e de cobre; trata-se, por conseguinte, dum produto secundário de alteração epigénica.

Os *sulfuretos* de ferro e de cobre, que são também acompanhados por blenda de zinco e galena em alguns dos jazigos de fosforites de Cáceres, foram apenas registados no afloramento predominantemente quartzoso de Santo Amador. A quantidade de sulfuretos não ultrapassa 10 % da massa do filão, mesmo quando inclui neste cálculo o volume das cavidades preenchidas por limonite resultante da oxidação de sulfuretos preexistentes. A dispersão das pirites no quartzo é muito difusa.

Admitimos a possibilidade duma *mineralização aurífera*, em ligação com a formação dos sulfuretos, nesta zona do complexo filoneano quartzo-fosforítico. Filões quartzosos auríferos e uraníferos, caracterizados por fraca concentração de sulfuretos de ferro e de cobre, foram explorados até cerca de 250 metros de profundidade nas minas de Kirk, German e Belcher (distr. de Gilpin, Colorado — U. S. A.). Nos níveis mais profundos destas minas encontrava-se pechblenda formando pequenos veios e bolsadas, junto às salbandas. Com respeito à suspeita de existir mineralização aurífera em Santo Amador, notamos a existência de numerosos filões auríferos na região que separa a zona fosforítica de Valência de Alcântara da zona de Ceclavin-Zarza (Cáceres), que deram origem a extensa zona de aluviões auríferos trabalhados com intensidade na antiguidade. Existem também filões auríferos no prolongamento nos filões fosforíticos de Albuquerque, na província de Badajoz.

A estrutura zonada do enchimento dos filões relaciona-se com uma sucessão de estados de distensão, que abriam as fissuras, seguidos de períodos de compressão, que impediam as soluções mineralizadoras de abandonar o foco magmático, onde se tinham concentrado. Esta alternância de processos mecânicos com a mineralização está perfeitamente patenteada nos numerosos espe-

lhos de falha das salbandas filoneanas, nas brechas tectónicas de fragmentos de quartzo envolvidos num cimento de fosforite, na intensa fracturação de massas de fosforite palmada, subsequentemente cimentada por quartzo ou por apatite violácea, etc..

Deste modo, podemos distinguir pelo menos três fases consecutivas e perfeitamente individualizadas de mineralização na superfície dos sectores Sul e Centro da área mineralizada. No sector Norte domina nitidamente uma destas três fases, representada por depósitos de tipo mesotermal.

O sector Sul distingue-se pelo predomínio de fosforite litóide, que se depositou em duas fases distintas: a primeira fase representada por fosforite terrosa interpenetrada por mica, a segunda, por fosforite litóide geralmente pura. Colhemos a impressão de que a fase inicial de enchimento era apenas constituída por depósitos de quartzo intimamente interpenetrado, formando uma mescla gráfica com uma mica avermelhada (flogopite?) (Lagar do Medo).

Por conseguinte, é na zona central da área de mineralização que se verificam em todas as três fases principais as precipitações mais intensas de fosforite. Na parte Norte deste sector (Nave Redonda, Ribeira de São João, Vale Sancho) a mineralização apresenta-se mais diferenciada que nas concessões situadas mais a Sul, onde falta a fase hidrotemal.

Resumindo esta análise, sublinhamos os factos essenciais seguintes:

1) A mineralização quartzo-fosforítica filoneana de Castelo de Vide-Marvão constitui uma unidade geoquímica independente, onde se distinguem formações pegmatíticas, pneumatolíticas e hidrotermais.

2) De Sul para Norte e Leste, nota-se — na superfície de desnudação — uma divisão da área de mineralização em zonas onde predominam formações pegmatíticas (Lagar do Medo, Ribeira da Goleima), pneumatolíticas (Vale Dornes, Canchos da Torrinha, Barregão, etc.), hidrotermais (Nave Redonda, Santo Amador, Vale Sancho, Picoto).

3) Houve pelo menos três fases principais sucessivas de mineralização, donde resultou uma sobreposição de formações paragenéticas diferentes num mesmo local (estrutura zonada ou complexa dos filões).

4) Duma fase de mineralização para a seguinte, houve sempre diminuição de amplitude no transporte das soluções fosforíticas; a disposição das zonas indica que o foco de mineralização se encontrava no Sudoeste da área de mineralização, facto que é confirmado pela convergência dos filões neste sentido.

5) Pela correlação da disposição das zonas paragenéticas com as diferentes fases do processo de mineralização, chegamos à conclusão que a maior concentração fosforítica se encontra no sector central da área total de mineralização (Ribeira de São João, Seixal, Feiteira); é também esta zona que apresenta a maior regularidade e continuidade dos filões.

6) Os filões do sector Sul, mais próximos do foco de mineralização, são seguramente os que possuem a menor extensão em profundidade; as maiores reservas absolutas de fosforite encontram-se entre os sectores Centro e Norte.

7) A mineralização uranífera está ligada aos processos pneumatolítico-hipotermiais, sendo acompanhada por apatite violácea e quartzo defumado (Ribeira de São João, Seixal, Nave Redonda, Vale Sancho).

8) Assinalamos várias razões para suspeitar da presença duma mineralização aurífera na paragénese quartzo-fosforítica de tipo mesotermal, caracterizada pelos sulfuretos de ferro e de cobre (pirite e calco-pirite).

### **Conclusão:**

A primeira fase do reconhecimento da área de 70 km<sup>2</sup> abrangida pela mineralização quartzo-fosforítica de Castelo de Vide-Marvão, permitiu localizar um sector de 10 km<sup>2</sup> que apresenta,

em respeito aos factores mineiro-económicos essenciais, interesse mais elevado que o resto da área. Mais de 50 % da superfície deste sector estão cobertos pelas concessões mineiras de: «Ribeira e São João», «Seixal», «Nave Redonda», «Santo Amador», «Vale Ancho», «Feiteira» e «Picoto».

Para o cálculo numérico da possança útil média de fosforite nos filões do sector de mais intensa mineralização, faltam ainda, ríticamente, todos os elementos necessários, os quais apenas podem ser obtidos com exactidão por meio de pesquisas mineiras.

Porém, comparando os resultados aproximados da exploração no período de lavra de 1920-1922 com observações directas nos afloramentos e indicações bibliográficas sobre a intensidade de mineralização dos jazigos espanhóis, chegamos provisoriamente à conclusão de que, no sector mais rico, a possança útil média de fosforite não é inferior a 20 % da possança total dos filões, ou seja  $> 0,25 m.$

A extensão destes filões em profundidade está apenas limitada por factores técnico-económicos, continuando a mineralização muito além deste limite. Na Espanha, as explorações de fosforite ultrapassaram em alguns pontos a profundidade de 150 metros.

Lembramos que PAUL CHOFFAT (1911), baseado no facto de não se registar nas minas espanholas a menor modificação nas condições de mineralização até à profundidade de 130 metros, afirmou categóricamente que a formação quartzo-fosforítica possui extensão vertical muito importante.

A determinação da extensão horizontal da mineralização, indicada pelo comprimento total dos filões justapostos uns aos outros, exige ainda pesquisas geológicas minuciosas e trabalhos de sondagem nos intervalos entre os afloramentos dos filões.

Caso o resultado destas pesquisas demonstre continuidade perfeita dos filões Ribeira de São João-Nave Redonda e Seixal-Santo Amador, poderemos contar com uma reserva mínima de fosforite, até 200 metros de profundidade, de mais de um milhão de toneladas.

No «tout-venant» da exploração, a qualidade do minério seria muito variável. Ao lado de minérios fosforito-apatíticos cristalinos, perfeitamente puros, com teor de 80 até 85 % de

fosfato tricálcico, há também outros tipos de fosforite, intimamente mesclada com quartzo, cujo teor varia entre 25 e 40 % de fosfato tricálcico. Seria porém fácil por meio de britagem, escolha manual e dosagem, aproveitar cerca de 80 % da mineralização total. Notamos que as fosforites de Castelo de Vide pertencem, como as fosforites das províncias de Cáceres e de Bajadoz, ao grupo das apatites fluoríticas; o teor de  $\text{CaF}_2$  oscila entre 2,5 e 7,0 %.

Lisboa, Outubro de 1947.