AS ROCHAS ERUPTIVAS DE PORTUGAL

(Ensaios de análise micrográfica)

POR

Alfredo Augusto d'Oliveira Machado e Costa

Bacharel Formado em Matemática e Filosofia Natural
pela Universidade de Coimbra, Professor no Colégio Militar
Capitão d'Artilharia, Socio da Société Géologique de France.

LISBOA

TIPOGRAFIA DA COOPERATIVA MILITAR

1914

AS ROCHAS ERUPTIVAS DE PORTUGAL

(Ensaios de análise micrográfica)

POR

Alfredo Augusto d'Oliveira Machado e Costa

Bacharel Formado em Matemática e Filosofia Natural
pela Universidade de Coimbra, Professor no Colégio Militar
Capitão d'Artilharia, Socio da Société Géologique de France.

LISBOA

TIPOGRAFIA DA COOPERATIVA MILITAR

1914

Dissertação

para concurso á Secção Geológica da Faculdade de Sciencias da Universidade de Lisboa.

La science des roches prend chaque jour une importance de plus en plus grande.

A. Lacroix.

Die Untersuchung der uns zugänglichen Theile der festen Erdkruste lehrt bald einen bedeutsamen Unterschied zwischen den darin auftretenden Gesteinen erkennen.

H. Rosenbusch.

Introdução

Sendo a estrutura do globo terrestre função bastante complexa do agrupamento das massas mineraes que representam, a bem dizer, os materiaes necessarios para a sua edificação, o estudo das rochas adquire uma importancia excepcional entre os variados ramos das sciencias geológicas. As rochas eruptivas, base essencial da formação d'uma enorme parte d'esses materiaes, destácam-se, em especial, pela sua influencia preponderante na interpretação dos fenómenos de metalurgia natural, realisados, por certo, nas grandes profundidades intraterrestres; o conhecimento preciso da sua constituição intima sintetisa a integração das séries de esforços, mais ou menos progressivos, que, em diversos periodos do século precedente, assinaláram a sucessão de fases evolutivas da Petrografia.

Desconhecidas no seu começo as composições quimica e mineralógica da maior parte das rochas e a sua propria origem, era taréfa dificil para os primeiros investigadores o estabelecimento d'esta sciencia sôbre alicerces de forte estabilidade; afinidades aparentes, ou mesmo hipotéticas, deduzidas, em geral, dos carateres exteriores leváram-nos a reunir as diversas variedades de rochas em grupos, na sua maioria, de caráter artificial e, sem dúvida, de valor incerto. Leonhard e Brogniart, pondo em relêvo a importancia da estrutura, lançáram a primeira pedra do edificio da Petrografia moderna; outros mineralogistas, não menos notáveis, entre os quaes se salientam os nomes de Cordier, Abich, Bunsen Waltershausen, Bischof, Scheerer, Roth, Streng, Delesse e Hou-

ghton, consumiram largos annos em investigações quimicas para a determinação aproximada da composição mineral d'um grande numero de rochas. Os resultados obtidos não compensáram os esforços empregados, pois que, atribuindo aos feldspatos um papel exagerado, desviáram-se do verdadeiro caminho; fixáram-n'o, porém, as descobertas de Tschermak sobre as misturas isomorficas, e dos métodos modernos de análises quimica e mecanica, poderosamente auxiliados pela aplicação do microscópio polarisante.

Este instrumento tornou-se d'uma importancia capital para o conhecimento preciso dos carateres petrográficos e das relações mútuas dos diversos tipos de rochas; a determinação d'estas, anterior ao seu emprego, á simples vista ou com o auxilio da lupa estabeleceu durante um largo periodo uma extraordinaria confusão, acentuáda pela série de nomes mal definidos que reflectem na nomenclatura petrográfica actual os vestigios do passado. A influencia do microscópio nos ultimos trinta annos do século XIX — denominados a *éra microscópica* da Petrografia — revolucionou os estudos litológicos, na expressão de Lacroix, com a aplicação dos métodos delicados de análise fornecidos pela mineralogia ótica.

Empregado através do vasto periodo em que os aperfeiçoamentos dos processos analiticos e da construção instrumental se sucediam, a bem dizer, dia a dia produziu revelações importantes sôbre a suposta composição mineralógica de varios grupos petrográficos conhecidos; interpretando com a maior nitidez a sua disposição estrutural pôs, ao mesmo tempo, em evidencia a constituição intima das diversas rochas e ainda a sucessão de fases verdadeiramente interessantes da sua vida geológica. A observação microscópica tem determinado a série de modificações profundas que, alterando o agrupamento dos mineraes constituintes, desde os primeiros tempos da sua formação, deixam perceber os vestigios bem acentuádos de poderosas acções dinamicas e até mesmo a influencia, mais ou menos prolongada, das reacções quimicas

efetuadas no grande laboratorio da Naturêsa; o conhecimento das leis reguladoras do conjunto de estados de equilibrio correspondentes dos elementos formativos dos, a bem dizer, fósseis inorganicos que, com um certo grau de precisão, reflectem as perturbações das circunstancias fisicas e quimicas naturaes, define, sem dúvida, o que ha de essencial nas rochas. Esta sucessão de *fases embriológicas*, carateristicas da vida inorganica de cada rocha será, por certo, a pedra basilar da sua classificação natural e da correlativa nomenclatura petrográfica, quando este grupo das sciencias geológicas atingir o desenvolvimento das sciencias congéneres do mundo organico.

As numerosas explorações geológicas realisadas pelos diversos paises da Europa no decurso do século precedente contribuiram d'uma fórma notavel, ainda que indirecta, para evolução da sciencia petrográfica; o mais vigoroso impulso, porém, déram-lh'o sabios eminentes entre os quaes se destácam os nomes de Zirkel, Rosenbusch, Fischer, Stelzner, Möhl, Sorby [1], Allport, Tschermak, Doelter, Törnbohm, Fouqué e Michel Lévy. Além d'isso, as relações intimas observadas entre os fenómenos vulcanicos e tectónicos e as variadas manifestações petrográficas, no espaço e no tempo, teve, por sua vez, uma influencia consideravel na determinação das condições formativas das diferentes rochas eruptivas; o extraordinario desenvolvimento atingido nos ultimos annos por aqueles ramos das sciencias geológicas reflete-se, sem a menor dúvida, na devida proporção nos progressos dos modernos estudos petrográficos. Uma evolução bastante acentuáda dos métodos de investigação levou os petrógrafos dos diferentes paises mundiaes a associar á obser-

---

[1] A aplicação do microscopio polarisante ás laminas delgadas, imaginadas bastantes anos antes por Nicol, levou os geólogos a consideral-o o verdadeiro fundador da petrografia moderna.

vação microscópica as análises quimicas; n'estas condições, além da naturêsa dos mineraes constituintes das diversas rochas e da respectiva disposição estrutural é possivel determinar-lhes as proporções relativas.

As comunicações de Teall á «Geological Society» de Londres sôbre os fenómenos de desintegração sêca realisados pela Naturêsa nas regiões deserticas de climas com variações extremas de temperatura sugeriram recentemente a Abendanon um método determinativo da composição mineralógica quantitativa das rochas inteiramente frescas. Fundando-se na diversidade dos coeficientes de dilatação de varios mineraes, procura realisar no laboratorio geológico, tanto quanto possivel, as condições naturaes submetendo as rochas holocristalinas, rapida e sucessivamente a grandes mudanças de temperatura; sob a sua influencia produzir-se-ha uma deslocação mais ou menos intensa dos mineraes constitutivos da rocha de que resulta, por certo, a sua desintegração e, portanto, uma determinação facil da sua composição mineralógica, qualitativa e quantitativa. [1]

Os estudos similáres teem sido bastante descurados em Portugal. A literatura petrográfica portuguêsa limita-se, em grande parte, á interpretação da génese dos principaes afloramentos de rochas eruptivas que acidentam a sucessão natural das camádas estratigráficas, carateristicas dos diversos periodos geológicos; análises micrográficas dos exemplares correspondentes, colhidos n'um ou n'outro ponto do país, ilustram com os nomes dos especialistas, estrangeiros na sua maioria, os trabalhos monumentaes dos geólogos portuguêses para a reconstituição geohistórica do sólo.

---

[1] Sob o ponto de vista teórico este método curioso parece satisfazer com bastante rigôr á análise das rochas; as experiencias realisadas, porém, sam ainda insuficientes para mostrar se a reprodução d'este processo da Naturêsa nos laboratorios revestirá bastante exatidão para as investigações da moderna petrografia scientifica.

Salientam-se, em especial, os estudos de Macpherson sobre as rochas eruptivas adquiridas nas observações estratigráficas feitas por Choffat ao sul do Sado e sôbre os ofitos e teschenites que lembram o interessante fenómeno tectónico dos vales tifónicos, além das valiosas notas petrográficas que se encontram em grande numero de memórias publicadas nas Comunicações da comissão do serviço geológico de Portugal.

A ideia de poder contribuir com algum material, ainda que de valor infinitésimo, para a construção do edificio da Petrografia portuguêsa sugeriu ao meu espirito a concepção d'este modesto trabalho. Inicia-o o estudo geral dos fenómenos eruptivos que, perturbando a regularidade da deposição das camádas sedimentares, assinálam, ao mesmo tempo, com a série de manifestações petrográficas do sólo português, épocas mais ou menos memoraveis de sua cronologia geológica; dificeis de fixar, sem a menor dúvida, a sua determinação regional constituiu durante um largo periodo um dos problemas mais importantes da geologia a que a paleontologia e, em especial, a tectónica procuram, como veremos, uma solução bastante aproximada.

A necessidade do agrupamento sistemático dos exemplares analisados justifica, por certo, a exposição dos carateres geraes a que na resolução do problema complexo da classificação das rochas eruptivas se terá de atender. Os trabalhos das diversas escólas petrográficas evidenciam uma notavel falta de uniformidade na nomenclatura e nas classificações que a influencia do microscópio nas análises litológicas não poderia fazer supôr; as variedades d'acepção dos antigos nomes das rochas e a creação indefinida de novas designações, estabelecem um certo grau de confusão que se acentúa ainda no caráter mais ou menos controverso do principio fundamental das respectivas sistematisações. N'estas circunstancias a escolha d'uma classificação petrográfica não era problema de facil resolução; abstrahindo, porém, da série

interessante de considerações, determinativas d'essa escolha a feição essencialmente pratica e a importancia dos carateres em que se baseia, justificam a classificação seguida n'este trabalho.

Relativas a exemplares colhidos em áreas restrictas do pais, as análises apresentadas não permitem observar o reflexo das variações das condições geográficas nos diversos grupos de rochas eruptivas portuguêsas; frequentes modificações estruturaes revélam a influencia preponderante de fortes pressões dinamogénicas, deixando antevêr, talvez, os vestigios mais ou menos intensos dos fenómenos tectónicos que possam ter contribuido para a constituição do relêvo do sólo. Em diversas preparações provenientes do mesmo exemplar d'algumas rochas descritas nóta-se uma certa divergencia de composição mineralógica que se acentuou d'uma fórma notavel nos ofitos que haviam sído analisados por Rosenbush [1]; as observações de Macpherson sôbre alguns exemplares das mesmas rochas eruptivas parecem confirmar, ainda que d'uma fórma indirecta, esta discordancia das conclusões do Mestre eminente da petrografia alemã. A interpretação das divergencias analiticas, apresentada no devido logar, reveste apenas o caráter d'uma dúvida que outros investigadores de maior autoridade procurarão por certo resolver.

---

[1] As laminas analisadas n'este trabalho pertencem ao material de ensino do Museu Geológico, annexo á Faculdade de Sciencias da Universidade de Lisbôa; aos seus ilustres director e naturalista adjunto testemunho o meu reconhecimento por os terem posto, da melhor vontade, á minha disposição.

CAPITULO I

As erupções vulcanicas

A actividade interna do globo terrestre exerce uma notavel influencia na constituição arquitectónica da litosféra; observada por Humboldt, manifesta-se, com um caráter intermitente, sem dúvida, mas sob uma fórma grandiosa nas convulsões vulcanicas que em fases da embriologia terrestre, mais ou menos distanciadas, teem perturbado o desenvolvimento nórmal da litogénese de diversos ciclos geológicos. Os seus efeitos destruidores, que a propagação a maiores ou menores distancias do fóco eruptivo, parece amplificar, não impédem, comtudo, os geólogos modernos de considerar a acção d'esta categoria de fenómenos na formação do sólo, uma fase constructiva do seu relêvo; predominantes em grande numero de regiões da superficie terrestre, as fórmas tipicas que fixam através as edades geológicas as variadas modalidades do movimento ascensional do magma em fusão, definem, a bem dizer, na organisação estrutural da crusta terrestre um estilo carateristico que a rúbrica de arquitéctura eruptiva sintetisa com a maior precisão.

A vulcanicidade do globo tem preocupado desde as mais remótas éras o espirito dos grandes pensadores da humanidade. Abordáram a resolução d'este importante problema da geologia dinamica os mais célebres naturalistas e filósofos da antiga Grécia e de Roma que encontrávam ás vezes na morte a recompensa da sua insaciavel curiosidade scientifica; abstrahindo das suas soluções mais ou menos fantasistas que, sem estabelecerem uma conexão intima entre causa e efeito, procurávam inter-

pretar as lendas das antigas cosmogonias, as concepções mais modernas fundam-se na noção do calor interno que desenvolvida pelos trabalhos de Leibnitz, Descartes e Buffon, chega sob a influencia de Hutton e Playfair, a constituir uma das bases de toda a geologia. Corôa a sua solução a grande hypótese geogénica de Laplace e e Kant, aperfeiçoada modernamente por Faye.

Numerósos investigadores teem procurado em épocas subsequentes determinar o conjunto de circunstancias que envolvem os paroxismos da actividade vulcanica, mais ou menos dependentes da distribuição geográfica dos fócos respectivos; acódem ao nosso espirito os nomes ilustres de Lagrange, Fourier, Poisson, Cordíer, Humboldt, Élie de Beaumont, Sainte Claire Deville, Fouqué, Stübel, Green, Brun, Lapparent, Gautier, Dierckx, Boudin e tantos outros. A interpretação d'esta categoria de fenómenos do dinamismo telúrico exigiria, por certo, uma análise das diferentes teorias vulcanológicas que a indole d'este trabalho não permite; sem atendermos ás causas bastante numerósas e de varias ordens que, com a maior probabilidade, devem concorrer para a sua manifestação, notaremos com Suess que as erupções vulcanicas, os cónes de cinzas e os mantos de lavas que as caraterisam, sam apenas os reflexos superficiais e pouco importantes de acontecimentos consideraveis que se passam nas profundesas do globo. As ultimas erupções da Martinica representam alguns d'esses acidentes geológicos de que as notáveis observações de Lacroix e d'outros geólogos tiráram precioso ensinamento.

Irregularidade das manifestações da actividade vulcanica

As manifestações da actividade vulcanica revélam a maior irregularidade, sendo dificil, senão impossivel, no estado actual da sciencia, de fixar as suas leis reguladoras. Os catálogos vulcanológicos apresentam, com frequencia, o registo de vulcões em repouso desde os ultimos tempos da éra cenozoica; n'outros nótam-se periodos de tranquilidade variaveis desde alguns meses a séculos, quando alguns se encontram n'uma fase d'actividade

desde os tempos mais remótos, de modo que nada indica com segurança que o repouso de qualquer fóco vulcanico seja definitivo.

Uma simples observação da série de paroxismos do Vesuvio nos tempos históricos confirma este modo de vêr. Apesar da fórma cónica d'este monte, efeito, sem a menór dúvida, da sua actividade eruptiva em épocas mais remótas, o Vesuvio não era considerado até ao ano 79 da nossa éra um vulcão; o despertar, porém, da sua actividade tam assinaladamente registráda na história, repercute-se em cada um dos séculos subsequentes e depois d'um periodo de tranquilidade que excedeu 300 anos, manifesta-se, a bem dizer, d'uma fórma quasi continua. Esta extrema irregularidade de regime não se observa em todos os centros eruptivos; o Stromboli, por exemplo, torna-se notável pelas suas intermitencias de curtos periodos que, não excedendo, em geral, alguns minutos, sam caraterisádos na maioria das erupções por uma grande regularidade.

Tipo hawaiano

O caráter geral dos fenómenos eruptivos depende da composição química do magma e, em especial, segundo Lacroix, do seu estado fisico; a fluidez, ou antes, o maior ou menor grau de viscosidade no momento da erupção, caraterisa o seu dinamismo especial. As expansões magmáticas de grande fluidez definem um tipo eruptivo em que se não observam erupções violentas, nem mesmo a projeção de lapili ou de cinzas; enchendo nos grandes paroxismos as imensas cratéras circulares, ou brotando ainda por fendas, a lava em fusão precipita-se sob a fórma, a bem dizer, de verdadeiras cascatas liquidas, de que os gases se escapam com a maior facilidade. Simbolisam esta modalidade eruptiva os vulcões da ilha de Hawai, no arquipélago de Sandwich; o manto basáltico que define a sua emissão, estende-se por vastas superficies, com grande espessura, tornando-os comparaveis a alguns dos actuaes fócos vulcanicos da Islanda.

Tipo estromboliano

Sem o magma perder a grande fluidez, as erupções pódem atingir uma enorme violencia sob a influencia do

desenvolvimento intenso de produtos gasosos de carácter explosivo que se reflete na abundancia de projeções sólidas; expulsos no estado incandescente, afectam pela sua solidificação imperfeita a fórma de bombas ou ainda a de escórias vitreas. As camádas de lava acidentadas pelos blócos d'escórias chêias de asperesas bastante agudas não cobrem grandes extensões superficiaes; espalham-se pelos flancos do vulcão localisando-se segundo o seu maior ou menor declive, como se observa no Stromboli que define o tipo.

Tipo vulcaniano

A viscosidade do magma altéra a manifestação do fenómeno; a tendencia acentuáda da lava para a obturação da cratéra reflete-se na grande pulverisação de materiaes que acompanha as explosões, originando a abundancia de cinzas que os outros tipos d'erupções não apresentam. A sua marcha bastante lenta, devido á falta de fluidez, torna mais raros os mantos lavicos adquirindo a superficie externa sob a influencia das diversas perturbações, variados aspectos; caraterisa esta fase eruptiva o Vulcano, situado nas ilhas Lapari. Nas erupções da Martinica notou Lacroix que o aumento da viscosidade do magma era tam grande que as explosões eram, em geral, impotentes para a desobstrução completa da cratéra; os productos gasósos não podendo n'estas circunstancias, ser projetados verticalmente, procurávam uma sahida lateral. Este novo tipo d'erupção, variedade do vulcaniano, é caraterisado pela marcha em sentido descendente das nuvens de vapores incandescentes, fenómeno observado, por sua vez, em outros fócos vulcanicos, como por exemplo, nas erupções da ilha de S. Jorge, no arquipélago dos Açores, nos anos de 1580 e 1808; a insuficiencia de fluidez deixa prevêr a extrema raridade de mantos de lava, dando-se a emissão magmática por extrusão, definida em grande numero de casos, por um môrro ou uma cúpula.

Inconstancia do tipo eruptivo

O exposto levaria a supôr, sem dúvida, uma certa regularidade, pelo menos, no agrupamento dos fócos vulcanicos, mais ou menos relacionado com a naturêsa dos

seus produtos; a observação, porém, da série de erupções de cada vulcão põe em evidencia uma sucessão de fases distintas, oferecidas, com frequencia, no desenvolvimento da mesma crise vulcanica, em que se não torna dificil a determinação dos diversos tipos eruptivos. Além das observações de outros fócos congéneres, os paroxismos da Martinica mostram, segundo Lacroix, que o mesmo magma, sem ter variado, d'uma fórma sensivel, de composição quimica no tempo, acentuou nas sucessivas emissões os diversos tipos considerados de manifestações da actividade interna; no decurso da erupção a grande fluidez da lava permitiu o desenvolvimento de extensos lençoes, contrastando com a sua acumulação, em elevado grau de viscosidade em volta da cratéra, fase assinalada por violentas explosões que só por si caraterisam determinados periodos do fenómeno.

Distribuição geográfica dos vulcões

A observação tem mostrado uma conexão intima entre os veios eruptivos e os deslocamentos tectónicos de diferentes compartimentos da litosféra; os orificios de saída do magma orientam-se ás vezes segundo as linhas de fractura do sólo, ao passo que outras vezes afastando-se um pouco d'estas direções se localisam em zonas d'afundimento ou em depressões mais ou menos contornadas por falhas. Estes alinhamentos coincidem, d'um modo geral, com as diacláses de sentido longitudinal, sendo pouco frequente que os de sentido transversal permitam a passagem de erupções vulcanicas; demonstram o facto, além dos vulcões mediterraneos, de orientação paraléla ás linhas de plicaturas do Arquipélago, os da cordilheira dos Andes e das vastas regiões tabulares da América setentrional, comprehendidas entre a Serra Nevada e as Montanhas Rochosas. Assinalando de egual modo, com bastante probabilidade, um abaixamento geral de vastas regiões limitadas por zonas de plicaturas nótam-se as séries de cadeias, fortemente vulcanisadas, de segmentos circulares articulados pelas extremidades que contornam a S. e a E. o continente asiatico; a situação

dos fócos eruptivos marca linhas de fractura paralélas ás linhas directrizes das plicaturas, observada, por sua vez, principalmente no bordo interno das sinuosidades da zona alpina que Michel Lévy denominou afundimentos ovaes mediterraneos.

Abstrahindo das linhas de vulcanismo em relação directa com as linhas de plicaturas recentes encontram-se outras subordinadas ás grandes fracturas que produziram a fragmentação dos continentes; os contornos actuaes da Groenlanda, Islanda, Espitzberg e Terra de Francisco José, restos do antigo continente Norte-Atlantico, reflectem manifestações importantes da vulcanicidade do globo de que se encontram vestigios, por sua vez, nos vulcões extintos que acidentam as falhas paralélas, limitrofes da fóssa eritrea e seu prolongamento etiopico, marcado pelos gigantescos cónes vulcanicos de Kénia e Kilimanjaro. Esta longa faxa deprimida prolonga o alinhamento vulcanico correspondente á aresta de reversão do arco taurico oriental e do arco iraniano, analogamente ao que sucéde nas grandes fracturas meridianas que recortáram o continente Austrálo-indo-malgache; a principal fractura continúa a aresta de reversão que define o encontro d'este ultimo arco com o do Himalaia, levando taes factos a supôr que as fracturas vulcanisadas congéneres irradiam para grandes distancias da zona afectada pelas plicaturas terciárias, preparando nas áreas continentaes visinhas as condições favoraveis á saida dos produtos vulcanicos.

Zonas vulcanicas do globo

Os fócos eruptivos marcam linhas de menor resistencia da litosféra que, apesar da irregularidade aparente da sua distribuição geográfica, se pódem agrupar em quatro zonas vulcanicas, correspondentes ás grandes depressões marinhas do globo, definidas pelos oceanos Atlantico, Pacifico, Indico e Mar Mediterraneo; a vulcanicidade do Atlantico, sem atingir a importancia da do Pacifico, manifesta-se, sob uma fórma interessante, com o aparecimento de ilhas vulcanicas na situação da crista geanticlinal da sua zona axial. Ilhas vulcanicas estabelecem a ligação das zonas oceanicas do vulcanismo, facto

que os vulcões extintos da Indo-China e as manifestações eruptivas do Tibet e do Kamtschatka reproduzem entre o Pacifico e o Mediterraneo; definem esta zona os vulcões, em grande parte extintos, da peninsula Ibérica, do Auvergne, Eiffel, Itália, Grécia, Arménia e Golfo Persico.

*

* *

A vulcanicidade do sólo português

A análise da nossa carta geológica revéla uma extrema variedade de materiaes de naturêsa eruptiva, ocupando áreas mais ou menos extensas do sólo português; os periodos de actividade vulcanica que os oríginaram, refletindo, sem duvida, fenómenos geodinamicos de caráter geral que perturbáram sincrónicamente o desenvolvimento normal da fase de litogenése das diversas regiões da litosféra, remontam a uma enorme antiguidade geológica.

Erupções graniticas

A determinação da época dos paroxismos dos diversos fócos vulcanicos oferece, em geral, sérias dificuldades; no entanto, a interpretação d'um certo numero de circunstancias permite, com frequencia, estabelecer limites mais ou menos estreitos para a época em que uma determinada rocha se projetou, no estado fluido ou pastoso, através da crusta sólida. Os afloramentos graniticos, a que alguns geólogos atribuiram uma origem metamórfica, ocupam um vasto espaço do territorio português, pertencente na sua quasi totalidade á Meseta Ibérica; considerada, em geral, uma verdadeira rocha eruptiva, os grandes paroxismos vulcanicos que os produziram, devem ter sido sincrónicos ou consequentes dos fenómenos carateristicos da fase herciniense do enrugamento do sólo europeu.

Retalhando o antigo massiço arcaico da peninsula os vestigios das emissões d'esta rocha, com a orientação geral NW.-SE., acumulam-se em grande abundancia ao N. do Tejo, nas antigas provincias do Minho, Douro, Trás os Montes e Beiras; ao S. do Tejo, os afloramen-

tos graniticos, de extensão mais restricta, parecem agrupar-se em volta de Portalegre, na circunscripção d'Evora e a S. de Serpa. Coberta outr'ora por camádas sedimentares, mais ou menos possantes, que a erosão nas suas variadas modalidades destruiu, esta rocha encontra-se, em especial, nas regiões de Portugal que sofreram deslocamentos tectónicos de grande intensidade; d'esta fórma, observa-se em grande numero de vales recortados nas extensas manchas setentrionaes e, associada aos schistos cristalinos, constitue os massiços anticlinaes, perfeitamente individualisados das regiões montanhosas de maiores altitudes do país.

Estas manifestações da actividade interna assinaláram, por certo, periodos diversos, ainda que indeterminados, da éra paleozoica até ás ultimas épocas dos tempos antracoliticos [1], parecendo confirmar, como alguns geólogos supõem, a tendencia acentuáda da lava para a basicidade, fundada na hipótese geralmente admitida da repartição das camadas lavicas do magma interno por ordem de densidades; o facto, porém, de na época actual aparecerem simultaneamente em diversos pontos do globo lavas ácidas e básicas emitidas pelo mesmo fóco vulcanico no decurso de cada erupção, estabelece uma certa contradição com tal hipótese. A observação da série de rochas eruptivas evidencía o caráter aparente d'esta contradição; justifica-a, talvez, na opinião de Miron, um periodo de transformação do magma, ainda incompleto, que permite a emissão simultanéa de ambas as modalidades lavicas até ao esgotamento total da escuma siliciosa.

---

[1] Os geólogos discordam em considerar todas estas massas verdadeiramente eruptivas, sendo possivel que algumas devam pertencer á base das rochas arcaicas; definindo manifestações vulcanicas acentuadamente paleozoicas, revélam, talvez, nas suas variedades diferenças importantes quanto á edade geológica.

As erupções graniticas manifestam um fenómeno interessante de recurrencia n'uma época geológica mais recente, um pouco dificil de fixar com precisão, mas limitada por Choffat ao lapso de tempo decorrido entre o cenomanense e o terciário inferior; testemunha-o o conjunto de filões do extenso massiço da serranía de Cintra, não sendo possivel, no estado actual da sciencia, descobrir se a sua emissão se realisou no decurso da sedimentação neocretaica ou durante o periodo eoceno, o que leva a designal-a por post-cenomanense. O granito d'este acidente orotectónico apresenta, por sua vez, uma fórma bastante interessante de intrusão que define a curiosa intumescencia do magma fluido por entre as camádas sedimentares, observada com tanta frequencia pelos geólogos americanos na análise estrutural do relêvo orográfico do sólo; mais carateristica, segundo Haug, das rochas de dois tempos de consolidação, representa-a o lacolito post-turoniense de Cintra, orlado por estratos mesozoicos, fortemente perturbados na sua disposição normal, a ponto de apresentarem fenómenos de inversão no seu flanco setentrional.

Entre os acidentes de origem interna que imprimem um cunho arquitetónico especial ao agrupamento de plicaturas constitutivo d'este notavel monumento orográfico do país destáca-se ao meio do anticlinal de Canéças, o môrro traquitico de Montemór; a emissão do seu magma, sincrónica, talvez, da granitica, menos silicioso mas com um elevado grau de viscosidade deve ter sido, sem dúvida, como resulta das observações recentes de Lacroix, a condição determinativa d'este, como por certo do precedente, fenómeno de intumescencia [1].

---

[1] Esta disposição dos magmas traquiticos reproduz-se, com frequencia, nas diversas regiões acidentadas da Europa, parecendo as intrusões que os caraterisam corresponder aos diversos periodos da éra cenozoica.

Erupções diabasicas

Os paroxismos vulcanicos perturbáram a tranquilidade da evolução do sólo português em outros periodos da éra paleozoica que o estudo das diversas formações geológicas permite definir com um certo grau de precisão; correspondem-lhes as emissões diabasicas que, iniciádas, com a maior probabilidade, com as ultimas assentádas cambrianas abrangem um largo periodo dos tempos primários, parecendo ter atingido o maximo de extensão em Portugal nas fases terminaes da época ordoviciana. A grande espessura das camádas de schistos diabasicos de facies cambriana caraterisa, sem duvida, as suas primeiras manifestações; os mantos possantes d'esta rocha eruptiva observados apenas entre Cassemes e Palmases e, com menor desenvolvimento, ao S. do Mondêgo demonstram a extrema localisação d'estas erupções vulcanicas n'aquéla época, não se encontrando, segundo Nery Delgado, o mais ligeiro vestigio d'um paroxismo sincrónico em qualquer outro ponto das nossas bacias silúricas.

A erupção diabasica manifesta um caráter submarino acentuádo, e, com um certo grau de probabilidade, uma facies sublitoral; o fóco vulcanico devia ter surgido a uma distancia bastante aproximada da costa do mar silúrico, relacionado com toda a verosimilhança com o movimento positivo do sólo subsequente á formação da assentada de quartzitos bilobiticos. Este movimento, com as suas intermitencias mais ou menos frequentes, iniciou-se a E. da Beira, e, propagando-se gradualmente para NW., envolveu a principio o Bussaco e em seguida a parte inférior da bacia do Douro e outras regiões [1];

---

[1] A causa determinativa da mistura das espécies zoológicas é dificil de determinar com rigôr; no entanto, não repugna admitir que sob a influencia dos movimentos do sólo consequentes da erupção diabasica se produsiu a ruptura de qualquer ístmo ou ainda o desaparecimento de algum obstaculo fisico que até então tornava as duas faunas independentes.

evidencia-o a suspensão brusca dos depositos sedimentáres do fim da época ordoviciana no Bussaco, determinada, sem dúvida, pela grande intumescencia do sólo n'esta região, correspondente ao maximo de intensidade do fenómeno eruptivo. A grande espessura atingida pelos estratos ordovicianos no ramo oriental do sinclinal do Bussaco, em confronto com a das formações contemporaneas da Beira, ao contacto das mais possantes massas diabásicas do país, parece estar em contradição com as circunstancias indicadas; a emissão, porém, d'um volume tam consideravel de magma deve ter provocado, por certo, o abaixamento local do fundo do mar anteriormente elevado. O fenómeno vulcanico termina a sua actividade com a emissão de fontes mineraes carregadas de silica, calcáreo e oxido de ferro, que no fim d'esta época geológica acompanham a formação dos calcáreos de Sases; ao mesmo tempo, os fortes abalos do sólo produsiram graves perturbações fisicas, um pouco dificeis de determinar, que, preparando as condições biológicas necessarias para a extinção da fauna segunda de Barrande, permitiam, por sua vez, a aparição súbita das novas espécies que iriam constituir a fauna carateristica da época gothlandiana [1].

A emissão das lavas básicas não termina com a extinção da actividade d'este fóco vulcanico, facto que associado á série de fenómenos fisicos e biológicos concomitantes marca d'uma fórma indiscutivel o começo d'esta ultima época silúrica; caraterisados egualmente pela continuação do movimento de submersão do sólo, de intensidade variavel com a maior irregularidade, os tem-

---

[1] A extrema localisação d'este movimento ascensional não perturbou o movimento geral de abaixamento do sólo iniciado no periodo cambrico; demonstra-o a formação em Valongo e Barrancos d'um grupo de assentádas silúricas mais recentes, sem representação correspondente no Bussaco, mostrando que aquélas regiões partilharam identicas condições bathymetricas.

pos gothlandianos são perturbados, por sua vez, por uma manifestação paroxismal de naturêsa identica ao do Bussaco na época precedente. Representam os seus vestigios os afloramentos diabásicos a NW. de Barrancos e nas proximidades de Elvas.

Erupção basáltica

O longo periodo de tranquilidade das forças internas apresentado pela Europa através da éra mesozoica [1] parece ter-se refletido na superficie da litosféra que havia de constituir o sólo português, mas com a aproximação dos tempos cenozoicos a actividade eruptiva desperta; novas emissões de lavas bastante densas cobrem, sob a fórma de correntes de grande fluidez, espaços mais ou menos vastos e acidentádos, acentuando a tendencia, nos paroxismos mais recentes, para a basicidade dos produtos vulcanicos.

N'um periodo da éra terciária um pouco dificil de fixar com rigôr mas que, por certo, não excede o oligoceno os fenómenos eruptivos manifestáram-se no nosso país com a formação do manto basáltico que das visinhanças de Lisbôa irradia para W. e N. para grande numero de localidades; de caráter submarino nas proximidades d'esta cidade a erupção vulcanica não devia ter terminado abruptamente, mas, pelo contrário, prolongar-se mais ou menos através do periodo formativo das camadas de conglomerádos lacústres, dos arenitos e argilas miocenicas, como parece deprehender-se da sua disposi-

---

[1] A opinião geral de que os fenómenos eruptivos tam frequentes através da éra paleozoica entraram n'uma fase prolongada de repouso durante os diversos periodos secundários parece que, segundo alguns geólogos, não deve continuar a ser admitida; consequencia necessaria dos estudos sôbre os afloramentos das rochas eruptivas antigas de varias regiões da Europa, tal concepção está em contradição com o facto da evolução planetar.

ção entre Bemfica e S. Antão do Tojal [1]. O manto basáltico que a N. e W. de Lisbôa cobre em discordancia o turoniano, apresenta uma estratificação analoga á das camádas sedimentáres, tendo de espaço a espaço camádas leniticulares de margas vermelhas fossiliferas, em geral, e tufos alternados em que, com frequencia, se destácam massas compactas com ou sem as divisões prismáticas carateristicas d'esta rocha; além da discordancia com os estratos subjacentes, a extraordinaria variabilidade da espessura da formação basáltica n'esta região deixa naturalmente prevêr um fenómeno de intumescencia analogo ao produzido pela emissão diabásica no Bussaco de que devem ter resultado, com bastante probabilidade, deslocamentos de maior ou menor amplitude da parte correspondente da litosféra.

A extensa serpe de basáltos que quebra os calcáreos cretaicos e oligocenicos do vale do Tejo nas proximidades de Lisbôa continúa em pequenas cúpulas até ao N. do rio Liz, mostrando os seus afloramentos em Mafra, Runa, Landal, N. de Rio Maior, Nazaré, planalto de Cós, Maceira, Leiria, Vermoil e mais para W. junto de Monte Real e do Souto á Bajouca; ao S. do Tejo, os vestigios de fenómenos eruptivos congéneres observam-se na serrania da Arrábida e em varios pontos do Algarve, sendo frequente, como veremos, em grande numero dos pontos a confusão da região basáltica com a ofitica, o que léva, em geral, a admitir a proveniencia d'ambas as rochas endogénicas da mesma fase eruptiva.

Os vestigios d'esta erupção acidentam ainda os afloramentos neojuraicos da região de Torres Vedras, manifestando-se, na sua maioria, sob a fórma compacta do manto basáltico, recortado n'um ou n'outro ponto por por agulhas de teschenite; a observação de grandes agu-

---

[1] As observações de Choffat sobre esta região considéram, no entanto, a ligação entre o manto basáltico e os conglomerádos lacustres de caráter aparente.

lhas da mesma rocha no meio d'um blóco isolado do basálto situado no flanco d'uma colina, um pouco ao N. da estação da Amadora e ainda no prolongamento SW. do massiço do Monte Junto não permite, talvez, considerar, como alguns petrografos [1], o seu aparecimento um simples acidente da doleritisação do basálto. A interpretação de factos mais ou menos semelhantes como fenómenos de extrusão ácida que as observações de Lacroix tornam extensivos aos magmas básicos quando adquirem um conveniente estado de viscosidade, sugére a ideia da possibilidade d'uma formação analoga.

Erupção pórfiro-dioritica

A notavel quantidade de rochas dioriticas, a cuja orla meridional se associam os pórfidos, emergidos do sólo revélam outras manifestações do vulcanismo no territorio português que as observações de Carlos Ribeiro supõem posteriores aos tempos neogénicos. A distribuição geográfica dos produtos eruptivos acompanha a parte inferior do curso do Sado, formando duas zonas principaes, uma ao N. d'Evora, entre Alter do Chão e Elvas, outra ao S. entre a vila do Torrão e a Aldeia Nova de S. Bento, passando por Cuba, Ferreira, Beja e Serpa; a acção d'este fóco vulcanico fez-se sentir em diferentes pontos do Alentejo por uma metamorfisação intensa dos depositos sedimentáres préexistentes, tornando-se verdadeiramente interessante a modificação estrutural nas cercanias do Torrão. O vale do Xarrama, junto a este ponto apresenta um grande numero de massas prismáticas e globulares de naturêsa dioritica por entre vestigios dos fenómenos de metamorfismo; a erupção reduziu as camádas schistosas mais antigas a pequenos retálhos entalados no pórfido vermelho que, por sua vez, se observa sob a

---

[1] J. Pedro Gomes — *Basaltos portuguêses* — in Choffat — *Note sur le crétacique des environs de Torres Vedras, de Peniche et de Cercal* — (Com. serv. Geol. de Portugal, III, Lisbôa, 1892).

fórma de cunhas, de grandesa variavel, embutidos na rocha dioritica.

A fórte metamorfisação das margas schistosas neojuraicas do Cabo de Sines deixa vêr, por sua vez, a manifestação d'um fenómeno eruptivo sensivelmente contemporaneo; definem-lhe os vestigios, em especial, os afloramentos de gabro que, formando a parte setentrional do Cabo, se estendem para E. até á ponta de Balgão, acentuando n'uma fálha transversal uma linha de menor resistencia em conexão intima com as emissões das rochas básicas que abundam n'esta região.

Erupções ofito-teschenitícas

A complexidade de fracturas devidas á formação dos vales tifónicos, originando uma série de linhas de menor resistencia, facilitou a erupção d'um outro grupo de rochas vulcanicas que a intensidade dos fenómenos metamórficos léva a supôr posterior ao deposito dos calcáreos lacústres terciários; um conjunto de cúpulas ofiticas, na sua maior parte, marcam-lhe os vestigios, salientando-se as de Monte-Real, Porto de Mós, Caldas da Rainha, Outeiro, das proximidades de Soure e fóra da área tifónica a de ofite-teschenite do Alqueidão, nas visinhanças do Sobral de Monte Agraço que, como a do Zambujal, a W. de Porto de Mós, assenta sôbre uma lente basáltica. O agrupamento frequente n'esta região dos ofitos, teschenites e basáltos a pequenas distancias das linhas de fracturas em relação directa com os vales tifónicos torna da maior probabilidade o facto de serem estas rochas consideradas o produto da mesma erupção; além d'isso, o seu aspecto cupulifórme evidencia, sem a menor dúvida, a propriedade, fixada por Lacroix, dos magmas básicos pela emissão a uma temperatura pouco elevada, ou talvez com maior exactidão, com uma velocidade tam fraca que permita um resfriamento bastante rapido, adquirirem o grau de viscosidade necessaria para essa formação.

Os vestigios de erupções congéneres observam-se ainda sob a fórma de filões e diques por entre as margas

ínfraliásicas e arenitos neojuraicos e cretaicos situados entre as duas deslocações tectónicas de Cezimbra e nas proximidades do Cabo Espíchel; as rochas eruptivas constituem ainda nas camádas de arenitos de Silves massiços mais ou menos importantes em Sant'Iago de Cacém e d'um extremo ao outro do Algarve onde uma grande cúpula de foiaito marca aproximadamente na parte central da Serra de Monchique um outro fenómeno de extrusão cuja edade falta fixar.

CAPITULO II

As rochas eruptivas

Traços da evolução do problema do vulcanismo

O problema do vulcanismo envolve uma grande variedade de problemas geológicos, qual o mais complexo; a sua solução, refletindo, no tempo, a fase evolutiva das doutrinas geológicas representa, a bem dizer, a integração das soluções, mais ou menos exactas, de cada um dos problemas parciaes, entre os quaes se salienta pela sua extraordinaria importancia o da origem das rochas eruptivas.

As análises modernas sôbre a composição quimica dos produtos das erupções vulcanicas põem em evidencia uma estreita afinidade entre os diversos grupos de rochas endogénicas, traduzida pela existencia dos mesmos elementos mineralógicos essenciaes na sua constituição; n'estas condições, mais ou menos diferenciadas pelos carateres estruturaes, as rochas deixam prevêr uma origem comum. As emissões das camádas lávicas sem identidade de composição mineralógica provenientes das manifestações paroxismaes do mesmo fóco vulcanico parécem, por sua vez, confirmar analoga suposição; demonstra-o o aparecimento frequente de rochas em que predominam quer os elementos sálicos, quer os fémicos observado nos produtos eruptivos da mesma cratéra.

Estas considerações relacionam-se de facto com a questão interessante da unidade ou multiplicidade dos fócos d'alimentação dos centros eruptivos, tam debatida entre os vulcanologistas; os trabalhos de grande numero de geólogos tendem a regeitar a hipótese da acumulação

do magma em fusão n'um reservatorio central, admitindo, pelo contrário, a existencia dos, a bem dizer, laboratorios vulcanicos na espessura da litosféra. Tal opinião firma-se na observação de que o peso especifico médio do magma eruptivo se aproxima da densidade média da terra, o que léva a supôr-lhe a não existencia de produtos das zonas mais internas; a conexão intima dos fenómenos eruptivos e orogénicos paréce ser tambem um argumento favoravel á mesma hipótese pelo caráter superficial d'estes movimentos tectónicos se dever refletir nos de origem interna.

As observações interessantes dos mais notáveis sabios modernos, entre os quaes se destácam os nomes de Moissan e Lord Kelvin, deixa-nos supôr que ao contrário da antiga concepção da massa central do globo terrestre em fusão ignea, o nucleo interno ferruginoso, sob a influencia de pressões enórmes, deve encontrar-se n'um estado praticamente equivalente ao estado sólido; esta suposição parece inconciliavel com a noção geralmente admitida de elevadas temperaturas no centro da terra, mas, segundo lord Kelvin, nada justifica o aumento regular de temperatura a partir da camáda em fusão cuja existencia os fenómenos vulcanicos e as observações geotermicas revélam. A hipótese da barisféra com minérios de ferro predominantes na sua constituição, harmonisa-se com um grande numero de fenómenos fisicos e astronómicos; pelo contrário, o esféroide fluido influenciado, sem dúvida, pela atracção luni-solar devia apresentar uma maré lavica que, agitando a massa interna, tenderia a uniformisar a naturêsa das suas camádas superficiaes, facto que se refletiria, por certo, na identidade de composição petrográfica dos produtos dos diversos vulcões do globo. Os estudos modernos da propagação dos fenómenos sismicos confirmam ainda, d'uma fórma incontestavel, a ideia da rigidez do nucleo interno admitida pelos geólogos e fisicos contemporaneos.

Origem das rochas eruptivas

O magma fundido a uma elevada temperatura fórma, sob a superficie da litosféra, uma zona continua que, alimentando os diversos fócos vulcanicos, origina os variados grupos de rochas eruptivas; o estudo da sua composição constitue o problema basilar da petrografia que a interessante teoria da diferenciação magmática sintetisa com um certo grau de precisão. A dificuldade de atribuir a fontes de desegual profundidade as emissões de rochas com predominio de elementos sálicos ou fémicos, por um fóco eruptivo unico, em diversas épocas da sua história, tornam bastante provavel a suposição d'um determinado magma primitivo se dividir em partes de desegual acidez através da sua lenta evolução; enunciada por Poulett Scrope e desenvolvida por Darwin e Dana, esta ideia foi formulada com grande nitidez por Durocher que via no decurso do resfriamento expontaneo dos materiaes em fusão uma espécie de diferenciação, comparavel ao fenómeno da liquação das ligas metalicas.

Os petrógrafos modernos procuram resolver o problema pela simples aplicação das leis da fisica atribuindo o fenómeno, d'um modo geral, a variações de pressão, e, em especial, de temperatura; associando o principio de Soret aos trabalhos de Van't Hoff sôbre a pressão osmótica teem tentádo pelas analogias entre as misturas gasosas e as dissoluções, interpretar as separações realisadas no seio do magma eruptivo. A doutrina de segmentação magmática lembra os nomes eminentes de Bunsen, Reyer, Matteucci, Brögger, Reusch, Becker, Rosenbusch, Michel Lévy, Iddings e tantos outros; caraterisa-a a série de magmas parciaes, de composição quimica mais ou menos definida, provenientes da separação em partes distintas d'um magma fundamental unico [1], que a intervenção dos agentes mineralisadores permite fixar em dois tipos com evolução diferente.

---

[1] As rochas eruptivas provenientes do banho ferro-magnésico sam susceptiveis de se reproduzir por fusão ignea, o que não sucede com as derivadas ds magma alcalino,

Magmas fundamentaes

Estes magmas fundamentaes, sugeridos por Michel Lévy, devem encontrar-se distribuidos por duas camádas lávicas de desegual riquêsa mineralógica, oferecendo, além d'um notavel contraste funcional, produtos eruptivos de naturêsa diversa [1]; a interior rica em elementos fémicos parece desempenhar, segundo Daubrée, a função de escória ignea á massa de ferro impuro suposta existente no centro da terra, ao passo que o magma alcalino observado na superior será talvez destinado, pela sua extrema mobilidade, a, sob a influencia dos dissolventes e mineralisadores, um transporte analogo ao das soluções liquidas ou, ainda, ao dos gases volateis. As misturas, em variadas proporções d'estes magmas de composição litológica tam diversa ás grandes profundidades dos laboratorios vulcanicos, tornam comprehensiveis grande numero de fenómenos; destácam-se, entre os mais importantes, a emissão d'um determinado tipo de rochas, os traços carateristicos da sua consanguinidade, na expressão de Iddings, além da possibilidade do aparecimento de diferenças acentuádas entre dois centros eruptivos proximos. N'estas condições, as emissões de lavas ácidas em cada fóco vulcanico sam naturalmente seguidas de outras básicas que terminam, em geral, o periodo de actividade; a elaboração, porém, do magma sob a influencia dos mineralisadores originará, por sua vez, novos produtos com um maior ou menor grau de acidez.

---

[1] Os petrógrafos admitem, em geral, a existencia d'um unico magma primitivo origem de todas as rochas eruptivas, apesar da sua diversidade; Fouqué e a sua escóla pronunciam-se pelo contrário, pela heterogeneidade original do globo terrestre. As conjeturas recentes d'Abendanon, permitem talvez, abranger n'uma fórmula unica, os modos de vêr d'estas escólas; o petrógrafo holandês é levado a supôr o magma primitivo formado por uma mistura caótica d'oxidos produzidos pela combustão superficial do globo terrestre quando se encontrava ainda no estado gasoso.

Origem externa das rochas vulcanicas

A concepção dos magmas fundamentaes paréce, no entanto, insuficiente para explicar a origem de todas as rochas igneas; as observações de Haug sobre a metamorfisação das rochas sedimentáres associadas á função geológica dos geosinclinaes sem atribuirem, por completo, uma proveniencia externa dos materiaes em fusão da pirosféra levam a admitir, comtudo, a sua influencia maior ou menor na renovação do magma fluido. Esta hipótese isolada torna dificil justificar a percentagem alcalina d'um grande numero de rochas vulcanicas, interpretando, pelo contrário, com a maior simplicidade, a variação local da composição dos produtos eruptivos.

Observações petrográficas concordantes com a diferenciação magmática

Os petrógrafos americanos teem observado em grande numero de massas intrusivas, postas a descoberto por uma erosão prolongada, orlas mais ou menos largas, com solução de continuidade, divergindo bastante, por vezes, pela composição mineralógica, da rocha envolvida; estas molduras de facies endogénica evidenciam umas vezes um notável enriquecimento em elementos fémicos que, na maioria dos casos, entram na composição nórmal da rocha, outras, pelo contrário, em elementos sálicos que imprimem á orla um caráter ácido. Uma disposição semelhante oferecem algumas fórmas curiosas da arquitétura eruptiva d'América definidas pelos lacolitos zonados e as associações complementares dos diques e das largas camádas intrusivas; não se nota uma linha de separação bem nitida entre as duas espécies de rochas, mas uma transição gradual, sem se refletir na propria testura, o que não permite supôr, por certo, intrusões sucessivas de diferentes magmas.

Consanguinidade

Esta série de observações representa um dos mais valiosos argumentos favoraveis á doutrina da diferenciação magmática, segundo as nórmas consagradas pela petrografia francêsa; além d'isso, os estudos modernos dos produtos eruptivos de determinádas regiões do globo teem acentuádo no maior ou menor grau de homogenei-

dade de composição mineralógica, a bem dizer, um certo ar de familia distintivo. A consanguinidade dos grupos de rochas manifesta-se, em geral, pelo predominio de determinadas variedades de mineraes, por texturas especiaes, e ainda por uma composição quimica peculiar ou, com frequencia, pela combinação em graus diversos de cada uma d'estas propriedades; a evidencia d'estes carateres, fórtemente acentuáda em grande numero de casos, não póde, d'um modo geral, ser demonstráda pela simples observação megascópica dos produtos vulcanicos.

Provincias petrógraficas

Estas analogias de composição magmática restrictas, na sua maioria, a um só vulcão ou a um grupo de vulcões bastante proximos, refletem-se, por vezes, em áreas mais ou menos extensas, constituindo pelas relações genéticas das rochas que as acidentam as *provincias petrográficas* de Judd ou as *regiões comagmaticas* de Washington; a observação revéla exemplos notáveis de concordancia das divisões petrográficas com as geográficas [1] mas, contra o que se poderia supôr, encontram-se provincias ou regiões de egual caráter muito distanciadas, contrastando com as adjacentes que apresentam, por vezes, uma diferenciação total.

Analise global das rochas eruptivas

A fase de fluidez inicial manifestada pelas camádas magmáticas, sob a fórma d'um liquido mais ou menos homogeneo sugére naturalmente a ideia da sua análise quimica; de egual modo, nas rochas eruptivas, resultantes

---

[1] A região do Vesuvio que abrange os centros eruptivos napolitanos, constitue uma das mais notáveis provincias petrográficas da Europa; a homogeneidade da composição quimica dos seus produtos manifesta-se nas proprias cinzas. As observações de Lacroix revelaram uma riquésa em soda e a presença da barkevicite nas rochas endogénicas de diversas regiões africanas; o predominio e a frequencia d'estes carateres levaram Gentil a considerar este continente uma vasta provincia petrográfica.

da sua diferenciação e solidificação, apesar de formadas, em geral, pelo agregado de mineraes cristalisados, distintos pela sua composição, sem excluir a possibilidade da existencia de elementos semelhantes, a análise global adquire uma extraordinaria importancia petrográfica.

A composição quimica das rochas solidificadas, abstrahindo das substancias gasosas emitidas no decurso da erupção, reproduz com bastante rigôr a do magma liquido préexistente; sob a influencia de acções secundárias, posteriores á solidificação, as rochas pódem experimentar alterações, mais ou menos intensas, da sua composição mineralógica, mas tam insignificantes sob o ponto de vista quimico que a composição global não difére na essencia da do magma.

A análise quimica em blóco das rochas eruptivas põe em evidencia o numero restricto dos elementos que em notáveis proporções predominam nórmalmente na sua composição; abstrahindo do oxigénio, os elementos constitutivos das rochas igneas ou do magma liquido equivalente reduzem-se, em geral, a simples vestigios, contribuindo, no entanto, para a sua composição com a sua quota parte maior ou menor sob fórmas de complexidade variavel que oscilam do oxido ao silicato. As proporções dos constituintes quimicos revélam uma extrema variabilidade tornando dificil, na verdade, encontrar duas análises identicas do mesmo tipo de rochas, da maior semelhança de carateres; [1] além d'isso, as proprias proporções estequiometricas dos componentes não sam bem definidas, de modo que a sua análise não representa um

[1] A composição global das rochas eruptivas é insuficiente, para o seu conhecimento exacto; torna-se necessario fixar a naturêsa e as proporções dos diversos mineraes que as constituem. Os petrógrafos americanos propuseram um método especial para a sua determinação; o seu caráter artificial, porém, não permite individualisar um certo numero de mineraes importantes que o estudo ótico das placas delgadas da mesma rocha estabelece com a maior segurança.

composto quimico unico, mas a mistura de dois ou mais corpos.

Conolusões das análises globaes

Os quimicos e petrógrafos contemporaneos teem publicado numerosas análises quimicas das rochas igneas que, na representação gráfica por séries bastante interessantes de diagramas procuram fixar as suas analogias mútuas; o estudo d'essa série d'análises permite estabelecer um certo numero de conclusões que Iddings sintetisa nas leis seguintes: 1.ª nas rochas pertencentes ao mesmo centro eruptivo a percentagem d'alumina é constante, crescendo os alcalis com a silica, ao passo que a magnésia, a cal e o ferro decrescem; 2.ª a proporção relativa dos alcalis é constante e carateristica.

Estas observações evidenciam o caráter exclusivo e reciproco de determinados elementos formativos das rochas endogénicas; n'estas condições, alguns geólogos sam levados a supôr um limite á miscibilidade dos banhos naturaes de fusão. A observação paréce demonstrar que a faculdade da mistura é função da temperatura e da impregnação do magma, além d'outras substancias, pela agua e pelo anhidrido carbónico, deixando ao mesmo tempo prevêr a possibilidade do fenómeno da diferenciação magmática; n'estas circunstancias, o magma deve encontrar-se sob a influencia das acções que, nascendo, sem dúvida, no seio d'uma solução de numerosos elementos constitutivos, produzem, em maior ou menor grau, perturbações de equilibrio fisico-quimico, de intensidade decrescente com o resfriamento magmático.

Problema da classificação natural

O exame das análises globaes salienta um certo numero de factos interessantes entre os quaes se destácam as relações mútuas dos principaes elementos quimicos, formuladas por Rosenbusch. A primeira tendencia dos petrógrafos para a classificação das rochas foi baseada na composição quimica geral deduzida d'estas análises; as variações da quantidade da silica entre os valores extremos de 34 e 80 %, oscilando com mais frequencia

entre 45 e 76 %, leváram Élie de Beaumont a adotar a divisão em ácidas e básicas a que Lapparent acrescentou as neutras. Um grupo de petrógrafos americanos elaborou uma classificação quantitativa, fundada em especial, na composição quimica das rochas eruptivas; esta classificação, ás vezes, em desacordo com as relações naturaes das rochas, resente-se do caráter variavel d'essa composição, mais ou menos modificada por fenómenos d'ordem secundária. Sendo a análise quimica d'uma rocha uma operação longa e dificil esta classificação apresenta ainda o inconveniente de ser pouco pratica; além d'isso, as indicações fornecidas por esta análise sam bastante incompletas pois não permitem deduzir a composição mineralógica das rochas. Os petrógrafos americanos revélam, no entanto, o grande mérito de indicarem a análise quantitativa como a primeira solução do problema da classificação natural das rochas eruptivas que a série de fórmas de transição torna da maior dificuldade; uma solução mais aproximada advirá, por certo, do conhecimento d'esta composição, associado á historia fisico-quimica da transformação do magma em rocha, sem esquecer a naturêsa essencial de cada produto formado.

Factores diferenciaes da testura das rochas

Os diversos tipos de rochas igneas não refletem apenas as variações de composição quimica do magma em fusão; as condições fisicas da solidificação magmática, independentes, na sua maioria, d'essa composição, exercem uma consideravel influencia na estrutura intima da rocha, modificando-lhe com o agrupamento dos mineraes constitutivos as propriedades carateristicas. Estas disposições d'uma variabilidade extrema, definem as diversas testuras, resultantes, sem dúvida, de combinações naturaes em variadas proporções de três factores estruturaes: a *cristalinidade*, representativa do grau de cristalisação dos diferentes mineraes, a *granularidade* que acentúa a grandesa dos cristaes e o *tipo* que lembra a configuração e o arranjo reciproco das substancias crstalisadas e amorfas.

Cristalinidade

A observação tem mostrado que a velocidade de resfriamento da lava em fusão desempenha um papel proeminente no desenvolvimento de cada um dos factores diferenciaes da testura; uma extrema lentidão e regularidade origina a formação, no seio das rochas, de cristaes de grandes dimensões que uma maior rapidez reduz consideravelmente, podendo, por vezes, supôr-se o resfriamento tam rapido que não permita uma cristalisação completa, apresentando as rochas, no todo ou em parte, um aspecto vitreo. Experiencias de laboratorio teem indicado, com um certo grau de precisão, as relações entre esta velocidade e a cristalinidade de diferentes rochas; a perda rapida de calor sofrida pelo magma interno reflete-se, por certo, no aumento de viscosidade de que resulta a diminuição proporcional da cristalisação, evidenciando, por sua vez, uma influencia indirecta da sua composição quimica no fenómeno.

Variedades estruturaes

Sob tal ponto de vista é possivel distinguir nas rochas igneas um estado holo ou hypocristalino, variavel com o grau de cristalinidade e outro vitreo caraterisado d'um modo analogo pelos limites extremos definidos pelos aspectos hypo e holohialino; as variações mútuas dos constituintes, cristalino e vitreo, pódem fixar-se n'um certo numero de termos intermédios que com bastante aproximação estabelecem as duas proporções relativas [1]. O estado vitreo apresenta um certo numero de modalidades estruturaes bastante interessantes, tornando-se notavel pela orientação especial dos seus elementos constitutivos a *testura fluidal*; caraterisam ainda as rochas vitreas as fendas circulares ou espiraliformes produzidas pelas contrações magmáticas que, acompanhando a solidifica-

---

[1] Os petrógrafos americanos, generalisando as relações estabelecidas para a classificação quantitativa, intercálam cinco termos entre os limites extremos, considerando equivalentes os estados hypocristalino e hypohialino.

ção, acentuam a *testura perlitica* e bem assim a série de granulações ou agulhas ramificadas, de fórma dendritica, que os fenómenos de desvitrificação imprimem na massa vitrea, originando a testura *cristalitica*.

Granularidade

A grandêsa absoluta dos cristaes, representativa da granularidade das rochas eruptivas [1] é função d'uma grande variedade de factores, predominando, no entanto, a viscosidade da solução magmática; experiencias bastante numerosas teem mostrado a influencia incontestavel da concentração molecular do magma no aumento de dimensões dos cristaes de determinadas substancias, reflexo, sem dúvida, da acção dos mineralisadores.

A granularidade das rochas não se exprime, no estado actual da sciencia, em termos definidos quantitativamente; os petrógrafos limitam-se apenas a indicar determinadas ideias geraes de grandêsa dos cristaes, baseadas no exame megascópico, variaveis portanto com o observador. N'estas condições, a grandêsa dos cristaes permite distinguir testuras *fanero-cristalinas* e *cripto ou micro-cristalinas* conforme a determinação dos mineraes correspondentes se restringe ao exame megascópico ou exige o auxilio do microscópio; aquélas rochas sam, com frequencia, designadas pelos termos um pouco vagos de grão fino, médio ou grosso, a que Zirkel fixou valores quantitativos, atribuindo ao grão fino um diametro inferior a um milimetro, ao grosso superior a cinco milimetros, ficando o médio entre estes limites.

Grandêsa relativa dos cristaes

O tipo ou testura propriamente dita é caraterisado, em especial, pela grandêsa relativa dos cristaes compo-

---

[1] A granularidade é facil de definir nas rochas em que os cristaes apresentam sensivelmente as mesmas dimensões; nas de testura porfirica observam-se duas grandêsas de cristaes, mas convenciona-se restringir a expressão da granularidade aos que constituem a massa fundamental.

nentes; as suas fórmas geometricas, o agrupamento reciproco e bem assim a distribuição e proporções relativas da substancia amorfa e cristalisada sam ainda factores de importancia, não secundaria, da constituição arquitectónica das rochas. As dimensões relativas dos cristaes formativos das rochas eruptivas lévam a considerar dois grupos estruturaes distintos, definidos por egual ou diferente grandêsa dos elementos componentes; a observação mostra, porém, a falta de identidade absoluta d'essas dimensões que, apresentando quasi sempre um valor aproximado, não oferecem um caráter de generalidade, restringindo-se portanto á grandêsa do maior numero. Segundo as nórmas estabelecidas a testura póde ser *equigranular* quando os cristaes manifestam com bastante aproximação a mesma grandêsa geral e *inequigranular* ou *porfirica* em que os cristaes de grandes dimensões contrastam com outros mais redusidos ou ainda com substancia vitrea.

Testura granular. Variedades

Abstrahindo da série de considerações teoricas sôbre as probabilidades de produção de cada um d'estes tipos estruturaes que um certo numero de experiencias procura justificar, notaremos apenas a influencia da continuidade ou discontinuidade da cristalisação; um só tempo de consolidação do magma caraterisa a testura granular, originando cristaes de dimensões apreciaveis formados, sem discontinuidade, em geral, segundo uma determinada ordem, e n'alguns casos simultaneamente como sucede na *testura pegmatifica*. Acentúa esta disposição o agrupamento genético dos cristaes de quartzo e feldspato, dando a impressão de carateres cuneifórmes em que se revéla a identidade de orientação ótica; na testura granular os diversos elementos, de contornos mais ou menos irregulares, em geral sem fórmas proprias, nem direções definidas contrastam com a variedade *granulifica* em que, por entre cristaes semelhantes mas de pequenas dimensões, se destácam bastantes cristaes idiomorficos.

Além do aspecto *pecilifico*, variação, sem dúvida, da

estrutura pegmatitica, as rochas holocristalinas apresentam na testura *ofitica* uma fórma de transição entre os tipos granular e porfirico; caraterisam-n'a cristaes alongádos ou achatádos de plagioclases que pelo seu crusamento deixam a impressão d'um vigamento em miniatura com os intervários ocupados por cristaes de piroxena ou d'anfibola de grandes dimensões e com frequencia, parcialmente, por substancia vitrea.

Testura porfirica

Na testura *porfirica* a discontinuidade da solidificação do magma evidencia-se nos cristaes de faces bem definidas, d'uma extrema variabilidade de dimensões, dispersos pela massa fundamental, cristalisada ou vitrea; a grandêsa e, em especial, as proporções relativas, bastante variaveis, dos fenocristaes e da base da pasta fundamental constituem os factores quantitativos essenciaes d'este tipo estrutural. A análise da constituição intima d'estas rochas léva naturalmente a supôr dois tempos de cristalisação, facto que o aparecimento frequente de cristaes de grandes dimensões em suspensão na lava em fusão d'alguns vulcões no momento da sahida para o exterior tende a justificar; n'estas condições os fenocristaes, por certo, de formação anterior á base, traduzem pela sua granularidade um maior grau de mobilidade interna do banho no começo da cristalisação. Um resfriamento rapido forçado pela variação brusca das condições ambientes aumenta em seguida a viscosidade das camádas lávicas, originando pela consolidação uma massa geral de pequenos cristaes ou vitrea que, a bem dizer, prende nas suas malhas.

Variedades porfiricas

A testura porfirica é susceptivel, por sua vez, de numerósas variedades que os graus de cristalinidade e da granularidade da massa fundamental acentúam; a observação megascópica permite distinguir as variedades *vitrofirica* e *granofirica*, segundo a massa fundamental apresenta um caráter vitreo ou granular, contrastando com a testura *felsofirica* de aspecto afanitico.

Principios geraes de classificação

O estudo geral das rochas eruptivas, acabado de esboçar, põe em evidencia um certo numero de carateres geraes que, com maior ou menor rigôr, permitem a sua discriminação; a simples análise, porém, dos factores considerados léva a reconhecer a existencia de gradações, com frequencia, sem limites de separação bem definidos que se refletem, por vezes, no arbitrio das tentativas do seu agrupamento sistemático. Os petrógrafos, firmando-se na observação megascópica, distinguiram durante um largo periodo dois grupos de rochas eruptivas; as dimensões atingidas pelos mineraes componentes, permitindo o seu reconhecimento com facilidade, ou, pelo contrário, o seu grau de compacidade formavam a base das suas classificações. As varias espécies de mineraes fundamentavam as divisões d'um dos grupos, estabelecidas no outro pela testura e por algumas das propriedades fisicas mais acentuádas; o uso frequente d'esta classificação megascópica generalisou a primitiva nomenclatura das rochas que os progressos da petrografia moderna, na impossibilidade, por certo, da sua substituição, tendem a definir com a maior precisão.

A aplicação do microscópio polarisante tornou possivel a determinação dos mineraes constituintes das rochas compactas, mostrando, por sua vez, com as diferenças estruturaes, uma maior variedade de composição mineralógica das de grosso grão; os petrógrafos baseáram, então, n'esta ultima propriedade e na testura as suas classificações, sem deixarem, comtudo, em grande parte de atender ás noções de jazigo, edade geológica [1] e composição quimica.

As opiniões variam sôbre o valor dos principios fun-

---

[1] A noção da edade geológica levou um grande numero de petrógrafos a estabelecer durante bastante tempo a distinção entre rochas préterciárias e postterciárias, ou entre as séries paleo e neovulcanicas que lhes correspondem; sob a influencia dos petrógrafos inglêses, em especial, reconheceu-se a impossibilidade de conservar nomes distintos ás rochas equivalentes d'estas séries, caraterisadas pela identidade de composição mineralógica, de testura, e até mesmo, ás vezes, de jazigo.

damentaes das classificações; no entanto, algumas surgiram, tomando por base quer o jazigo geológico, quer a composição quimica, ou mesmo a estrutura, mas, apesar da simplicidade aparente, oferecem bastantes dificuldades na sua aplicação. N'estas cirunstancias, sem se afastar dos principios da petrologia scientifica, a classificação das rochas eruptivas deve revestir um caráter essencialmente pratico sem deixar, tanto quanto possivel, de exprimir os traços essenciaes da préhistoria de cada uma; associando a composição mineralógica á testura a determinação d'uma rocha faz-se, com relativa facilidade, por uma simples análise micrográfica, sem a necessidade de conhecer as condições especiaes de jazigo ou a composição quimica.

Sem nos preocuparmos com as discussões bastante interessantes sôbre o valor das diversas classificações de rochas adotadas pelas diferentes escólas petrográficas que, pela sua naturêsa se afasta da indole d'este trabalho, seguiremos de perto no estudo das rochas eruptivas portuguêsas a classificação de Pirsson para as rochas igneas; apesar do seu caráter megascópico não difére, comtudo, na sua essencia do elaborado pelo Comité francês de petrografia. Longe de ser perfeita e oferecendo como as outras classificações dificuldades na sua aplicação tem a vantagem de permitir um rapido agrupamento sistemático das rochas no momento da sua colheita que o emprego do microscópio poderá em seguida corrigir.

As rochas eruptivas pódem considerar-se naturalmente agrupadas em três classes: as *rochas granulares* constituidas por mineraes cristalisados com dimensões taes que possam ser reconhecidos á simples vista ou com auxilio da lupa; as *rochas compactas* diferenciadas pelas dimensões restrictas das particulas constitutivas, que lhes dam um aspecto homogeneo e uma testura em geral, microcristalina; as *rochas vitreas* formadas pela integração, parcial ou total, de substancia mineral não cristalisada, com lustre vitreo e fractura conchoidal. O quadro seguinte apresenta as sub-divisões de cada uma d'estas classes, salientando ao mesmo tempo o seu fundamento.

Classificação megascópica das rochas eruptivas

GRANULARES				
Testura	α) Com feldspatos alcalinos predominantes; em geral de côres claras.		β) Mineraes ferro-magnésicos dominantes; geralmente de côres escuras.	
	Com quartzo	Sem quartzo	Com feldspato calcosódico	Sem feldspato
Não porfirica	Granito a) Aplite	Sienito a) Sienito nefelinico b) Plagioclasite	Diorito Gabro Dolerite	Peridotito Piroxenite Hornblendite
Porfirica	Granito porfiroide	Sienito porfiroide	Diorito porfiroide	
COMPACTAS				
Testura	α) Côres claras; em geral feldspáticas		β) Côres escuras; em geral ferro-magnésicas	
Não porfirica	Felsite		Basálto	
Porfirica	Porfiro felsitico		Basálto porfiroide	
VITREAS				
Não porfirica	Obsidiana, retinito e pedra pómes			
Porfirica	Vitrofiro (Obsidiana e retinito porfiroides)			

CAPITULO III

Observações micrográficas das rochas portuguêsas

ROCHAS GRANULARES

α) Rochas com feldspatos alcalinos predominantes

I — TIPO PORFIRICO

a — Granito

Facies eruptiva do granito

Iniciam-se as análises micrográficas das rochas eruptivas portuguêsas de tipo granular pelas de varios exemplares de granito, rocha d'uma extraordinaria abundancia na constituição do sólo do país. A presença na sua composição mineralgóica dos mesmos elementos carateristicos do gneiss sugeriu, por certo, a um grande numero de geólogos a ideia d'uma origem semelhante, sendo supôsto o termo extremo do metamorfismo geral; as apófises graniticas encontradas n'algumas formações sedimentáres não revélam no entanto traços d'este fenómeno, parecendo que a massa pastosa n'um estado de resfriamento bastante avançado foi impelida por acções dinamicas para as fendas préexistentes da crusta.

Estes exemplos sam considerados excépcionaes, pois que, d'um modo geral, os afloramentos graniticos sam rodeados por auréolas concentricas de rochas metamorfisadas, em que a intensidade do fenómeno decresce pro-

porcionalmente ao afastamento da rocha cristalisada; as análises de numerosos exemplares d'estas auréolas manifestaram uma constancia notável de composição quimica, não revelando troca de substancias mineraes nas proximidades do granito, mas apenas transformações moleculares. Em outras regiões, pelo contrário, a passagem lenta do magma através das camádas sedimentáres digére as suas massas formativas, alterando em maior ou menor grau a composição da rocha eruptiva que as observações de Michel Lévy tendem, por sua vez, a mostrar em ligação provavel com as massas profundas ainda em estado de fluidez.

Os factos indicados favorecem, sem dúvida, a assimilação das rochas graniticas ás eruptivas; além d'isso, a grande analogia entre as modificações estruturaes produzidas, em geral, pelas rochas d'este tipo petrográfico e os fenómenos observados no contacto das rochas de facies eruptiva incontestavel é um argumento de valor sôbre a naturêsa endogénica do granito. Supôsto por inumeros geólogos o vestigio carateristico da constituição da primeira crusta sólida do globo, é, no entanto, geralmente considerado uma verdadeira rocha eruptiva; Haug, nas suas publicações modernas, sem se pronunciar claramente sobre este ponto, paréce, comtudo, inclinar-se para a sua naturêsa metamórfica.

Traços fisiográficos dos granitos alentejanos

Os exemplares analisados pertencem á peneplanicie alentejana, tendo sido colhidos nas proximidades da mina da Juliana (Ervidel), na Aldeia de Pedrógam, em pequenas manchas que acidentam o districto de Beja, e em Santa Eulalia, no retalho granitico das proximidades d'Elvas; caraterisa-os uma testura nitidamente granular, formada por grandes e abundantes manchas de quartzo que a ortoclase bastante caolinisada e a biotite, em parte cloritisada, rodeiam. O quartzo não oferece uma fórma cristalina bem definida, notando-se-lhe bastantes inclusões que lhe modificam mais ou menos o caráter hialino, sem revelar vestigios de cristaes negativos; os cristaes de

ortoclase apresentam-se, com frequencia, geminádos segundo a lei de Carlsbad, observando-se n'alguns dos exemplares colhidos em Santa Eulalia os traços retangulares carateristicos das clivagens segundo os basi e clinopinacoide que á primeira vista deixam a impressão da microclina.

Nos exemplares provenientes da Aldeia de Pedrógam nótam-se ainda vestigios de muscovite; a ortoclase bastante alterada apresenta abundantes interpenetrações de quartzo que lhe dam um aspecto pegmatitico. Em parte da rocha examinada observa-se uma estrutura, a bem dizer, miarolitica, produzida talvez pela ruptura de um grande cristal de biotite pela interpenetração de cristaes dos outros mineraes que entram na constituição da rocha, não sendo possivel afirmar se se trata d'um fenómeno generalisado a uma grande porção da rocha, se um puro acidente local.

Variedades graniticas

A NE. da piramide geodésica de Malhão (Serpa) encontram-se exemplares de outro tipo granitico — *granito anfibólico* — citado por Rosenbusch como proveniente de Escaminhos, ou com mais precisão do Monte dos Escarninhos (Arronches); sem se afastar da testura acentuádamente granular, apresenta, além dos mineraes que entram na composição nórmal dos exemplares descritos, cristaes prismaticos verde-escuros de anfibola (hornblenda), com os traços do duplo lascádo e uma extinção fórtemente obliqua [1]. A mica encontra-se na sua maior parte cloritisada; na massa da rocha acham-se numerosos cristaes de ferro, uns provenientes, sem a menor dúvida, da decomposição de produtos fémicos, outros, como a magnetite, representando elementos acessórios da sua composição mineralógica.

---

[1] Apesar das anfibolas não apresentárem angulos de extinção muito elevados, Klockmann atríbue esta propriedade ás hornblendas verdes.

O granito das proximidades da Herdade de Gramine conserva a maior semelhança, na testura e composição, aos granitos nórmaes; paréce comtudo revelar um fenómeno interessante de recurrencia feldspática, sob a fórma de numerosos cristaes de microclina, que acompanhou talvez a separação do quartzo. À par da mica ferro-magnésica nótam-se grandes cristaes de muscovite, orlados em grande parte por biotite.

Os feldspatos manifestam, em geral, o fenómeno da extinção ondulatoria, definida com bastante nitidez pela linha ondulada que, separando as manchas escuras e claras, se desloca na preparação com os movimentos da platina do microscópio; esta disposição estrutural lembra, com toda a probabilidade, a influencia de acções dinamometamórficas que se refletem, por sua vez, nos contórnos mais ou menos irregulares das suas estrias.

N'algumas zonas d'esta mancha encontram-se exemplares com abundantes cristaes das duas micas; conservando, em geral, a testura granular, apresentam, contudo em varios pontos da rocha uma facies pegmatitica. A ortoclase observa-se, com bastante frequencia, geminádа segundo a lei de Carlsbad; os seus lascádos segundo os basi e clinopinacoide deixam nas secções paralélas ao ortopinacoide a impressão carateristica d'uma rêde de malhas rectangulares.

Granititos

Na região de Cintra encontra-se uma variedade de rochas eruptivas, com os elementos essenciaes do granito e a sua testura carateristica; corresponde ao *granitito* dos petrógrafos alemães. Além dos grandes cristaes de ortoclase contendo, como os de quartzo, numerosas inclusões sólidas que lhe alteram a côr, apresenta a rocha plagioclase, ácida em geral, em grande quantidade, com um numero bastante elevado de individuos geminádos segundo a lei da albite; os feldspatos, na sua maioria, acham-se bastante alterados pela caolinisação. Na sua composição nóta-se ainda a biotite fórtemente dicroica (verde escura—verde amarelada) em proporções

variaveis d'uns pontos para outros da massa; esta disposição reproduz-se, por sua vez, com alguns cristaes de microclina e fragmentos de muscovite.

Granititos augitico e anfibólico

Esta mesma variedade de rochas e com ídentica testura aparece n'alguns pontos do Alentejo. Alguns exemplares oferecem grande abundancia de quartzo, ortose e biotite em condições semelhantes ás indicadas; acrescem-lhe numerosos cristaes de augite, com o lascádo formando os angulos carateristicos e com uma fórte polarisação. N'outros pontos, além d'esta composição mineralógica, apresenta ainda cristaes de hornblenda basáltica que a pequena obliquidade da sua extinção (12°) permite identificar com a barkevikite; em parte da rocha os cristaes reduzem-se a pequenas dimensões, dando a impressão, pelo agrupamento dos diversos mineraes, do esmagamento da rocha por uma acção dinamometamórfica, seguido de interpenetração dos mesmos mineraes. As duas variedades de granitito alentejano representam, sem a menor dúvida, um *granitito augitico* e outro *anfibólico*.

a) Aplites

Aplites

Na estrada que se dirige de Elvas a S. Vicente, nas proximidades da Quinta de S. João encontra-se uma outra variedade de rochas eruptivas, de composição semelhante á dos granitos, designada por Rosenbusch sob o nome de *aplite;* na sua testura finamente granular (microgranitica) destácam-se abundantes cristaes de ortoclase, alterada em parte, pela caolinisação, acompanhados de vestigios de feldspatos calcosódicos bastante ácidos. O quartzo aparece sob a forma de grãos arredondádos e as micas sam representadas por numerosas escamas de muscovite; traços de apatite e de mineraes de ferro constituem os elementos secundários da sua composição.

Paisanite

A W. da Herdade de Carmo Velho foram colhidos

exemplares d'outra variedade d'estas rochas que a disposição estrutural e a composição mineralógica tornam da maior semelhança com a *paisanite* de Osann; formam-na fragmentos bastante pequenos de quartzo e ortoclase a que se associam abundantes cristaes acastanhados e transparentes d'uma hornblenda basáltica da série arfvedsonite-riebeckite que as propriedades óticas permitem identificar, talvez, com a barkevikite. [1] Os elementos fémicos sam representádos por alguns retálhos de biotite.

II—TIPO PORFIRICO

a) Granitos porfiroides

Fisiografia dos granitos porfiroides

Um outro tipo de granito observa-se nas proximidades de Cintra; a sua disposição estrutural permite denominal-o *microgranito*, ou, por certo, com maior exactidão *granito porfiroide*. A análise revéla a existencia de fenocristaes de ortoclase, de contórnos geralmente mal definidos, com abundantes vestigios de alteração, e de quartzo, cujos individuos, irregularmente contornádos, apresentam numerosas chanfraduras, contendo bastantes inclusões, gasosas na sua maioria.

Como elementos acessorios nótam-se alguns cristaes de plagioclase, de maiores dimensões e com mais regularidade de contórnos que os do feldspato monoclinico; apesar das suas pequenas dimensões é sempre possivel distinguir a estriação carateristica das suas maclas polisintéticas e a fraca obliquidade dos seus angulos de extinção, propria como é de supôr, de feldspatos ácidos. Os elementos fémicos sam representados por abundantes cristaes, de limites mais ou menos indecisos, de biotite, parte dos quaes se encontram profundamente alterados e transformados em produtos cloriticos e ferruginosos;

---

[1] Caraterisa-a um pequeno angulo de extinção (12 ½°) que estes cristaes apresentavam com grande aproximação.

além d'estes mineraes observam-se alguns cristaes de pirite.

A pasta fundamental que envolve os elementos formativos da rocha não é constituida por grãos muito finos; um ligeiro aumento d'amplificação distingue, sem dificuldade, as mesmas substancias dos fenocristaes que tomáram, sem dúvida, no segundo tempo de consolidação do magma, as fórmas de pequenos cristaes.

Na peneplanicie alentejana, subordinadas em grande parte á orla meridional dos dioritos, predominam rochas endogénicas em que se acentúa com toda a nitidez o mesmo tipo estrutural; a variabilidade, porém, da sua composição mineralógica, reflexo, por certo, da proximidade d'outros produtos da actividade vulcanica distancia-as no seu agrupamento sistemático. Os exemplares colhidos junto á Horta da Torre (Campo Maior) revélam uma testura porfirica em que, d'uma massa fundamental vitrea, se destácam fenocristaes de ortoclase e quartzo; os primeiros, notáveis pelas suas grandes dimensões, apresentam-se em parte geminádos segundo a lei de Carlsbad e alguns com vestigios acentuádos de caolinisação.

Os cristaes de quartzo, bastante numerosos, teem contórnos muito irregulares com algumas chanfraduras; envolvem-nos cristaes esverdeados de clorite, produto, naturalmente, da alteração da biotite, cuja estriação, carateristica do seu lascádo, conservam na sua maior parte. Em diversos pontos da massa da rocha nótam-se vestigios, mais ou menos abundantes, de ferro que pela fórma das secções e pelo brilho bastante sensivel fazem lembrar a pirite.

Nos exemplos colhidos a NW. de Valverde (Evora) observa-se o mesmo tipo estrutural mas o agrupamento dos cristaes n'alguns pontos da massa lembra uma testura esférolitica; os fenocristaes sam constituidos por ortoclase profundamente alterada e pequenos dihexaédros de quartzo, substancias que entram, por sua vez, na formação da pasta que os envolve. Entre os elementos secundários destácam-se, em grande numero, os cristaes de

ferro; o seu estado de decomposição, bastante avançado, imprime á massa rochosa um tom avermelhado tam acentuado que a propria preparação o revéla á vista desarmada.

b) Granofiros

Fisiografia dos granofiros

Espalhadas por um grande numero de regiões do globo, teem-se encontrádo estas rochas no nosso país nas proximidades de Valverde e Odivélas, junto a Béja, perto do Cabo de Sines e em Cintra. As suas erupções não parecem caraterisar periodo algum geológico, visto terem perturbado a maior parte, em especial, dos paleozoicos; as que acidentam a peneplanicie alentejana devem ter sido produtos de actividade eruptiva n'uma época mais recente, talvez, mesozoica e as de Cintra sam, com toda a probabilidade sincrónicas da formação do granito.

Exemplares da região de Cintra

A análise micrográfica d'alguns exemplares d'esta ultima região revéla a existencia de cristaes de quartzo e feldspato, de contórnos mais ou menos irregulares, interpenetrando-se por tal fórma que ambos os mineraes parecem ter cristalisado sob a mesma orientação; os fenómenos da extinção da luz simultanea nos dois cristaes confirma esta suposição, lembrando ao mesmo tempo a disposição estrutural da pegmatite.

O feldspato é constituido, na sua maior parte, pela ortoclase bastante alterada, sob a fórma de grandes cristaes; alguns individuos apresentam-se macládos segundo a lei de Baveno e cortádos nórmalmente ao plano de junção dos dois gémeos. Na composição da rocha observa-se ainda alguma plagioclase, individualisada em cristaes de pequenas dimensões, que pela fraca obliquidade dos angulos de extinção se pódem identificar com a oligoclase. O quartzo, além das fórmas d'interpenetração, apresenta-se em pequenos cristaes dihexaédricos.

Rodeia estes cristaes um conjunto de variedades, formadas por quartzo e feldspato, dando a impressão

d'uma corôa ou auréola, com orientação ótica identica a dos cristaes de quartzo e feldspato envolvídos; revéla-a a simultaneidade das extinções, constituindo esta disposição estrutural o que Rinne denominou testura *micropegmatitica auréolada*.

Variedades alentejanas

Algumas rochas congéneres da peneplanicie alentejana manteem o tipo micropegmatico no agrupamento dos mineraes constitutivos; manifestáram-no os exemplares colhidos junto do moinho da Azinheira, a 4,5 quilómetros d'Alvito, do moinho da Fragosa e ao SW. do convento de de S. Francisco. Pelas suas maiores dimensões destácam-se na sua composição os cristaes de quartzo, rodeados e atravessados, em grande parte, por veios cloriticos, e os de ortoclase, macládos alguns segundo a lei de Carlsbad.

Associa-se-lhes alguma plagioclase em que, apesar do grau de alteração que, d'um modo geral, afécta todos os feldpatos, é possivel distinguir uma larga estriação, carateristica das maclas polisintéticas, segundo a lei de albite, mas com um numero relativamente redusido de individuos geminádos; a fraca obliquidade da extinção não permite supôl-a, como era de suspeitar, muito básica, mas, pelo contrário, apróxima-a da oligoclase.

Como elementos acessórios da sua composição observam-se numerosas secções quadrangulares e hexagonaes, de pequenas dimensões, de magnetite e respectivos produtos, d'alteração; nos exemplares colhidos ao SW. do Convento de S. Francisco notávam-se bastantes vestigios de biotite, na maior parte, profundamente alterada sob a fórma cloritica e ferruginosa. Esta observação léva naturalmente a atribuir, com verosimilhança, a esta origem a clorite das inclusões do quartzo, mais ou menos carateristicas das rochas eruptivas d'esta região.

A série de observações microscópicas das rochas graniticas portuguêsas, acabadas de expôr sam, por

certo, insuficientes para o estabelecimento de leis geraes que exprimam a variabilidade da sua composição mineralógica; além d'isso, a área restricta do país a que os exemplares analisádos pertenciam, não permitiu estudar as relações d'essas variações com a distribuição geográfica. No entanto, algumas indicações mais ou menos interessantes é possivel deduzir das análises descritas; confirmando a existencia na parte meridional do pais das variedades hornblendicas, as dimensões redusidas dos seus cristaes formativos contrastam com o grão mais grosseiro das variedades setentrionaes, onde predominam as testuras pegmatiticas bem caraterisádas.

β) Rochas com mineraes ferro-magnésicos dominantes

I — TIPO NÃO PORFIRICO

A. — Dioritos

Dioritos da Cabecinha da Lébre

Estas rochas ocupam, como vimos, espaços bastante consideráveis do país. A análise micrográfica dos exemplares colhidos na Cabecinha da Lebre revelou a existencia de cristaes de plagioclase, bastante básica, que os carateres óticos aproximam da andesite, evidenciando, ao mesmo tempo, as suas maclas polisinteticas com os indivíduos geminádos segundo a lei da albite; na sua composição distinguem-se ainda secções hexagonaes, com alguns contórnos mal definidos, de cristaes acastanhados com a rêde carateristica das clivagens da hornblenda e um fórte pléocroismo, fenómeno que a cloritisação perturba em grande numero de pontos.

Associam-se-lhes ainda que com uma distribuição irregular, alguns cristaes violáceos de augite, acentuando o agrupamento dos diversos mineraes constituidos uma testura nitidamente granular que n'alguns pontos, porém, se torna intersertal; observam-se, além d'isso, pequenos grãos de quartzo, de contórnos pouco regulares, que em

varios exemplares da mesma região aumentam em tal proporção adquirindo simultaneamente uma fórma cristalina regular e maiores dimensões que chegam a transformar a rocha n'um diorito quartzoso.

Os elementos acessórios da sua constituição sam representados por alguns cristaes de ortoclase, geminados segundo a lei de Carlsbad, e por abundantes cristaes de ilmenite, mais ou menos transformados em leucoxena.

Exemplares do Moinho de Sobrados e de Trigaches

A testura e composição mineralógica, nórmal d'este grupo petrográfico observa-se, por sua vez, nos exemplares colhidos junto ao Moinho de Sobrados (Campo Maior), não manifestando, comtudo, vestigios de quartzo; a hornblenda apresenta-se sob a forma de grandes cristaes esverdeados, com estrias paralélas ao clinopinacoide, aparecendo d'espaço a espaço pequenos farrápos castanho-avermelhados de biotite em que n'um ou n'outro ponto se distinguem pintas verdes, acentuando o começo da sua alteração.

Os exemplares provenientes das proximidades da piramide geodésica dos Pisões (Trigaches) manteem uma testura, e composição análogas. Os cristaes de plagioclase manifestam um estado de alteração bastante adiantado que com grande dificuldade, apesar do aumento d'amplificação, permite reconhecer a estriação, sem ter de atacar a lamina pelos reagentes quimicos; a percentagem de anfibola diminue consideravelmente, aumentando em proporção inversa a clorite que parece ser um produto da sua alteração. Caraterisa ainda a rocha a abundancia de cristaes de magnetite e ilmenite, sem vestigios da sua transformação em leucoxena; acidentam-n'a agulhas de apatite e ligeiros vestigios de quartzo e ortoclase.

Dioritos quartzosos

As rochas congéneres de Campo Maior pela abundancia de cristaes de quartzo, na sua maioria com bastantes inclusões gasosas, distribuidos irregularmente por

toda a massa rochosa pódem considerar-se pertencentes á variedade dos *dioritos quartzosos;* [1] emolduram este mineral grandes cristaes de clorite parcialmente proveniente, por certo, da alteração da biotite, de que se encontram abundantes cristaes, alguns com vestigios evidentes de cloritisação. Além dos elementos essenciaes encontrados n'este tipo de rochas observam-se ainda cristaes alongados de ilmenite e pirite.

Diorito quartzo-micaceo

Os dioritos das proximidades de Alvito (Loisandas e visinhanças da estação do caminho de ferro) sam formados por grande numero de cristaes de pagioclase, biotite e quartzo, agrupados sob uma testura granular a que, n'alguns exemplares, o comprimento muito sensivel dos cristaes dá um aspecto porfiroide; a plagioclase, apesar de bastante alterada, paréce aproximar-se, pelas propriedades óticas, da oligoclase e a mica, quasi por completo transformada em clorite, apresenta-se em parte coberta pelo ferro proveniente da sua decomposição. Associam-se-lhes alguns cristaes, bastante ráros, de ortoclase, em geral sem geminação e outros de secção hexagonal, em que se distinguem, com a maior nitidez, os traços carateristicos das clivagens da augite, segundo os orto e clinopinacoide, sem contar algumas agulhas de rútilo dispersas por toda a massa rochosa; a composição mineralógica e a estrutura intima permitem designar esta variedade pela rúbrica *diorito quartzo-micaceo.*

Perto de Maria Gorda encontra-se uma outra variedade dioritica, em que, sem se afastar d'este tipo de testura, predominam na sua composição as plagioclases

---

[1] N'alguns exemplares d'esta região encontrou Rosenbusch uma elevada percentagem de hiperstena, desenvolvida, em geral, junto á hornblenda, de fórma que estes mineraes se confúndem pela côr, disposição e valôr dos elementos cristalográficos; este grupo de rochas foi designado pelo eminente petrógrafo alemão *dioritos hipersteno-micaceos.*

ácidas e em grande abundancia cristaes amarélo-acastanhados de anfibola que a caraterisam; em proporções bastante redusidas acidentam-n'a tambem cristaes de quartzo e ortoclase, em geral, sem traços de geminação.

Diorito augitico. Exame macroscópico

Junto ao Monte das Pedras, a 5 quilometros a W. de Arraiólos foi colhido recentemente [1] um exemplar que as condições de jazigo, n'um massiço filoniano e o exame macroscópico associa ao grupo de rochas acabadas de descrever. A simples observação á vista desarmada põe em evidencia uma enórme abundancia de cristaes de hornblenda, de tom esverdeado, com a estriação carateristica dos traços de clivagem segundo as faces prismáticas.

O auxilio da lupa permite distinguir bastantes fragmentos feldspáticos, em geral, de côr rosada, que em diversos pontos da massa rochosa se apresentam, a bem dizer, sujos de verde-claro; a primeira impressão sugére a lembrança, sem esquecer as dificuldades acentuádas por Rosenbusch para determinar a sua naturêsa, d'um produto de alteração cloritica.

A distribuição geral d'estes cristaes permite supôr uma testura porfiroide á massa rochosa, que em bastantes pontos afecta disposições muito especiaes; os feldspatos encontram-se dispostos em fibras radiadas de fórma tal que envolvem os cristaes de hornblenda, agrupados em camádas concentricas, como uma corôa, imprimindo á testura da rocha n'estes pontos uma facies orbicular.

Observação microscópica

A análise microscópica faz notar grandes manchas verde-escuras de hornblenda, de desiguaes dimensões e de contórnos mais ou menos irregulares, á excepção d'um numero bastante restrito de cristaes que se destácam pela sua secção hexagonal perfeitamente definida; n'estes cristaes distingue-se com toda a nitidez o reticulado ca-

[1] Em novembro de 1912.

rateristico do crusamento dos seus traços de clivagem, segundo as faces do prisma, formando angulos sensivelmente de 120°. Sôbre estas manchas observam-se alguns vestigios de cristaes de ferro, em especial de hematite; em proporções bastante redusidas encontram-se irregularmente dispersos pela massa rochosa alguns cristaes opacos de pirite, mostrando nas orlas numerósos traços da sua transformação em limonite.

Os feldspatos oferécem um grau de alteração tam adiantado que só com um grande aumento do poder amplificante do microscópio é possivel distinguir, ainda com bastante dificuldade, a sua estriação [1]; o angulo de extinção bastante pequeno, de 5.° aproximadamente, permite identificar a sua naturêsa á da oligoclase. Estes cristaes apresentam com frequencia o fenómeno da extinção ondulatoria, consequencia, por certo, de uma fórte acção dinamica que se revéla, por sua vez, na estrutura miarolitica de alguns pontos da massa; sob a influencia de pressões elevadas grande quantidade de cristaes de naturêsa diferente intercaláram-se na substancia feldspática.

Numerósos cristaes, ligeiramente violáceos, de augite, uns de contórnos mal definidos, outros em que, pelo contrário, é possivel distinguir, em grande parte, uma secção octo ou hexagonal acidentam a composição mineralógica d'estas rochas; a sua fórte refrangencia, a extinção bastante obliqua e o reticulado devido ao crusamento dos traços de clivagem apresentados por alguns, segundo um angulo que se aproxima bastante de 90° diferenciam-n'os sem a mais léve hesitação da anfibola [2]. Acidentalmente encontram-se nas rochas alguns cristaes de quartzo, mas

---

[1] O receio de inutilisar a unica lamina regular d'esta rocha que foi possivel obter não permitiu o emprego de processos quimicos para fazer desaparecer os produtos d'alteração dos feldspatos.

[2] E' bastante natural atribuir á alteração d'aquêle mineral as manchas verdes notádas no exame macroscópico; a lamina examináda não apresentava o mais ligeiro vestigio de cloritisação.

pouco numerósos, não tendo aparecido traços d'outros mineraes observados em rochas congéneres. A naturêsa e a disposição dos mineraes essenciaes d'este interessante exemplar petrográfico, ainda não estudado, léva a supôl-a com toda a probabilidade um *diorito augitico*.

B. — Gabros

Variedades de S. Bartolomeu e de Beja

Estas rochas teem-se deparádo apenas na peneplanicie alentejana, nas alturas do Cabo de Sines e nas proximidades de Beja. De testura granular, os exemplares colhidos em S. Bartolomeu oferécem na sua composição mineralógica uma grande abundancia de cristaes de plagioclase, bastante básica, geralmente de grandes dimensões e geminádos segundo a lei da albite; as lamélas representativas das maclas polisintéticas agrupam-se ás vezes segundo a lei de Carlsbad, carateristica da ortoclase, não tendo encontrado nas laminas observadas vestigios d'outra lei de geminação. A diálage, em não menor abundancia, fórma grandes cristaes, de contórnos quasi sempre mal definidos, amarélo-avermelhados. sendo possivel distinguir n'alguns os traços dos seus lascádos segundo o prisma, menos nitidos, e os basi e ortopinacoide; não manifesta vestigios de dicroismo e os seus angulos de extinção acusam uma fórte obliquidade (40°). Associam-se-lhe cristaes de augite, ligeiramente pléocroicos egualmente de extinção muito obliqua, além de bastantes cristaes opácos de magnetite, em grande quantidade n'alguns pontos da massa rochosa.

Os exemplares colhidos nos arredores de Beja conservam uma testura granular semelhante, variando, comtudo, a sua composição mineralógica; os cristaes de plagioclase, em grande abundancia, manteem uma facies muito básica, apresentando-se as lamélas representativas das diversas geminações polisintéticas bastante largas. A análise revéla numerosas manchas arredondádas de serpentina, provenientes, com toda a probabilidade, da alteração dos cristaes de olivina.

Os cristaes de biotite, observados em bastante quantidade, paréce terem feito diminuir a diálage em fórte proporção, facto que Rosenbusch, fundando-se nas observações de Eichstädt, acentúa; completam-lhe a composição inumeros cristaes de magnetite.

Gabro olivinico

A variedade d'este tipo de rochas colhida a E. de Mombeja (Beja) conserva, como as precedentes, a testura granular e o caráter acentuádamente básico das plagioclases; estes cristaes apresentam-se ainda sob a fórma de maclas polisintéticas, com largo afastamento das estrias carateristicas que permitem, em geral, determinar-lhes o angulo de extinção, bastante elevado, com grande aproximação. Na sua composição mineralógica predominam abundantes cristaes amarélo-esverdeados, de fórma sensivelmente hexagonal, ás vezes com fracturas curvilineas, de olivina que apresenta n'outros pontos da massa grãos arredondados, de contórnos irregulares; a fórte refrangencia e elevado relêvo permitem distinguil-a com toda a facilidade, dos outros mineraes componentes, além da grande percentagem de serpentinisação que apresenta, de preferencia na parte periférica, determinando a variedade da rocha. Os elementos secundários sam definidos por cristaes de biotite espalhados de espaço a espaço e de ortoclase com o fenómeno curioso da extinção ondulatória, já observado n'outras rochas; n'alguns d'estes cristaes predomina o comprimento sobre a largura, oferecendo numerosas extinções ondulatorias de sentido transversal. Este fenómeno léva a presupôr uma fórte pressão exercida sobre a rocha no momento ou em momentos sucessivos da sua consolidação.

Os exemplares da mesma variedade colhidos a SE. da Defeza (Evora), conservam identica composição mineralógica essencial, com alterações semelhantes da olivina, mas a testura é ligeiramente porfirica; a biotite, em maior proporção que na precedente, encontra-se em grande parte cloritisada. Os elementos acidentaes sam figurádos por cristaes mais ou menos irregulares de ilmenite.

a) Noritos

Fisiografia dos noritos

Sem se sair da peneplanicie alentejana observa-se ao N. da Fóz da Junqueira (Sines) uma outra variedade da familia dos gabros — *norito* — com uma testura bastante semelhante. Na composição mineralógica destácam-se, como elementos essenciaes, abundantes cristaes de plagioclase que os carateres óticos aproximam dos termos básicos da série; distinguem-n'os as geminações polisintéticas carateristicas, diferenciadas das notadas nos gabros descritos pela grande aproximação das estrias limitrofes das respetivas lamélas. Encontram-se ainda em proporção bastante elevada grandes cristaes esverdeados de hiperstena com o aspecto rugoso, proprio d'uma fórte refrangencia; destáca-os o seu dicroismo e o paralelismo das extinções ao comprimento dos cristaes. N'alguns individuos, porém, a extinção não é completa; apresentam entre os nicoes crusados partes claras, de contórnos mais ou menos irregulares, que fazem lembrar vestigios da enstatite.

Entre os elementos secundários vêem-se alguns cristaes de biotite [1] em que sa destácam bastantes traços de pirrotite e outros de ortoclase acidentada pelo fenómeno da extinção ondulatoria, que deixa supôr, como temos dito, uma fórte compressão do cristal; os vestigios da apatite sam bastante frequentes sob a fórma acicular.

b) Teschenites

Fisiografia

Estas rochas, bastante ráras, teem sido encontradas apenas na Silésia austriaca, no extremo W. do Caucaso

---

[1] A existencia de cristaes biotiticos n'esta variedade de rochas é considerada por Rosenbusch bastante rára; afirmações semelhantes sam feitas pelo eminente petrógrafo alemão a respeito do zircão que se não encontrou nos exemplares analisádos.

e na Escócia; em Portugal observam-se em Cesimbra e nas proximidades do Sobral de Mont'Agraço, representando as primeiras um tipo bem definido e as ultimas, apesar das grandes afinidades, uma fórma intermediaria, no dizer de Macpherson, entre estas e os ofitos das margas de A da Gôrda. O seu exame macroscópico revéla uma testura compacta (afanitica), côr bastante escura, permitindo, comtudo, distinguir n'um ou n'outro ponto pequenos cristaes brancos; apresenta fractura escamosa.

Exame micrográfico

A análise microscópica do numero restricto de laminas observadas, provenientes do Fórte do Cavalo (Cesimbra) deixou perceber uma testura acentuádamente ofitica. Caraterisam-n'a longos cristaes castanho-escuros de anfibola, talhados, na sua maioria, segundo uma direção sensivelmente nórmal ao eixo vertical, como se deduz da fórma hexagonal da secção; nótam-se-lhe, com frequencia, traços da clivagem prismática e das hemitropias, bastante numerósas, segundo o ortopinacoide. Associam-se-lhe cristaes ligeiramente violáceos de augite, de contórnos, ás vezes, pouco nitidos, mas que permitem reconhecer com facilidade as secções hexa e octogonaes; n'alguns pontos os dois mineraes manifestam uma união tam intima que, apresentando d'um lado propriedades óticas carateristicas da anfibola, mostram do outro as da piroxena.

Preenchendo as malhas do tecido formado nótam-se cristaes de plagioclase que bastantes vezes interpenetram os precedentes e, em abundancia, grandes manchas, semelhantes ás do quartzo no granito, de analcime; a união d'estes mineraes é, por vezes, tam intima que só pela acção da luz polarisada é possivel distinguil-os. O feldsfato manifesta, em geral, vestigios d'um estado de decomposição adiantada; os seus cristaes, de grandes dimensões, revélam-se sob a fórma de maclas polisintéticas com um numero variavel de individuos geminádos e com angulos de extinção tam consideraveis que os aproximam da labradorite. A analcime apresenta os traços carate-

risticos d'uma clivagem cubica, não se tendo notado vestigios de nefelite de que Rosenbusch e outros petrógrafos, contra a opinião de Rohrbach, a considéra um produto d'alteração; [1] entre os nicoes crusados manifestou-se, d'um modo geral, inerte.

Como elementos acessórios nótam-se abundantes cristaes de apatite, uns de secções hexagonaes, outros sob a forma d'agulhas com terminações piramidaes, atravessando todos os elementos componentes da rocha; encontram-se ainda bastantes cristaes de biotite, na sua maior parte cloritisados e de magnetite e mais ráros, mas perfeitamente caraterisados pelo seu brilho metálico, os de pirite.

C. — Dolerite [2]

a) - Ofitos

Fisiografia

Este grupo de rochas eruptivas que os primeiros observadores ligavam aos dioritos, deixa no exame macroscópico a impressão d'uma mistura granular de hornblenda fibrosa, verde-escura ou completamente negra, e plagioclase; alguns exemplares manifestam uma tendencia bem acentuáda para a testura porfiroide. Aparecem os seus vestigios no extremo SW. e ao S. dos Pireneus, espalhando-se ainda pelas Asturias, pelo S. da Espanha e em Portugal; n'este país acidentam as orlas dos terrenos mesozoicos, caraterisando, em especial, as áreas tifónicas.

---

[1] Esta suposição levou, sem dúvida, os petrógrafos a considerarem esta rocha um gabro nefelinico, designação que Rinne acha preferivel á geográfica, por os exemplares provenientes de Teschen não apresentarem vestigios de nefelite.

[2] As laminas de diabáse que foi possivel obter apresentávam um tal estado d'alteração que, apesar do aumento de amplificação, a análise não distinguia os elementos constitutivos dos produtos d'uma tam interessante manifestação da actividade vulcanica no sólo português. N'este grupo as rochas ofiticas encontram as maiores afinidades; d'ahi a sua inclusão.

Definem a sua distribuição geográfica pelo país os diversos afloramentos, situados ao N. do Tejo, nas proximidades de Soure, áreas de Monte Redondo e Monte Real, de Leiria á Maceira, Batalha e Porto de Mós, S. Pedro de Muel, Famalicão, Roliça e Turcifal; na parte meridional manifestam-se os vestigios da sua erupção em Cesimbra, Sant'Iago de Cacem e na linha d'arenitos de Silves, na zona do sopé das serras do Algarve.

A edade da sua erupção tem originado inumeras discussões. N'algumas regiões a sua influencia metamórfica aumentou a riquêsa mineralógica das margas gipsosas de facies triadica; n'outras parécem contemporaneas dos ultimos movimentos orogénicos pirenaicos que assinaláram o final dos tempos numuliticos, sendo mesmo os ofitos de Cadix e Sevilha, na opinião de Macpherson posteriores a esta época, e os da Algéria acentuádamente terciários. N'outro capitulo d'este trabalho vimos como os geólogos procuram, pela interpretação dos fenómenos metamórficos e tectónicos, fixar a edade das rochas congéneres portuguêsas.

Ofitos da Nazaré

A composição mineralógica d'estas rochas aproxima-as do grupo das rochas diabásicas sem se lhe assemelharem comtudo, sob o ponto de vista estrutural que pela penetração reciproca dos diversos elementos componentes lembra um pouco os schistos cristalinos. A análise micrográfica d'algumas rochas de S. Bartolomeu da Nazaré revéla a existencia d'um grande numero de cristaes alongados de plagioclases bastante claras, geminádos segundo a lei da albite, formando maclas polisintéticas com três ou mais individuos; o alongamento d'estes cristaes verifica-se geralmente segundo uma direção paraléla ao plano de geminação das diversas lamélas (braquipinacoide), deixando supôr pelo seu angulo de extinção relativamente elevado a existencia da labradorite, em grande parte bastante alterada. A ligação d'estes cristaes fórma, a bem dizer, o vigamento e os elementos de primeira consolidação da rocha, dando-lhe uma testura ofi-

tica, que n'alguns pontos apresenta um aspecto porfirico.

Nos intervalos deixados pelo crusamento dos feldspatos observam-se cristaes esverdeados de augite, ligeiramente dicroica, manifestando nos exemplares mais perfeitos os traços do lascádo que fórmam os angulos quasi rectos (87°) carateristicos; entre os nicoes crusados polarisa fórtemente, apresentando a extinção quando a secção principal do polarisador fórma com as linhas do contôrno angulos de 35° a 37°. Junto aos limites da piroxena encontram-se numerósos fragmentos, de configuração mais ou menos irregular, de magnetite, que se acham dispersos por toda a rocha e ilmenite, transformada em geral, em leucoxena; estes cristaes cobrem e interpenetram, em parte, a augite, formando como que inclusões de constituição a que se associam n'alguns cristaes as impuresas provenientes da alteração da piroxena.

Acessoriamente nótam-se alguns cristaes de ortoclase, em parte caolinisados e geminádos segundo a lei de Carlsbad, acompanhada n'alguns pontos pela microclina e com frequencia interpenetrada por fragmentos de quartzo, de que aparecem vestigios por toda a massa; observam-se ainda numerósas agulhas de apatite e fragmentos de granada, representada d'uma fórma mais nitida por um cristal de melanite.

Variedades de Leiria

Nas rochas congéneres de Monte Redondo (Leiria) mantem-se a testura e a naturêsa dos feldspatos e da piroxena e bem assim das inclusões de magnetite, parcialmente transformada em hematite; a augite apresenta alguns cristaes geminádos segundo o ortopinacoide, outros bastante cloritisados na parte central. Nótam-se ainda alguns cristaes de ortoclase bastante alterados, disposição que se reproduz nas plagioclases; acidentam os feldspatos inclusões de quartzo cujos cristaes se espalham com intensidade variavel pelos diversos pontos da massa. Acessoriamente encontram-se numerosas agulhas d'apatite e alguns cristaes de biotite cloritisada.

Em algumas d'estas rochas encontram-se fragmentos em que, em vez da testura ofitica se observa, pelo contrário, um aspecto e composição mineralógica semelhantes aos do granito, confirmando a indicação de Lapparent d'este tipo petrográfico representar uma fórma de passagem ou de transição. Caraterisam-n'a abundantes cristaes de ortoclase e quartzo e alguns farrápos castanhos de biotite; acessoriamente aparecem na sua constituição pequenos fragmentos de magnetite, ligeiros vestigios de plagioclase e ausencia de piroxena.

A testura ofitica mantem-se nos ofitos da Roliça (Obidos) em que a augite apresenta n'alguns individuos o fenómeno da uralitisação, tam carateristico das rochas francêsas, congéneres; além d'este fenómeno d'alteração encontram-se ainda bastantes cristaes secundarios de clorite e como mineraes acessórios a magnetite, leucoxena e agulhas de apatite em regular quantidade.

Estes ofitos aproximam-se do tipo norte-pirenaico definido pela riquêsa em plagioclase, mas os de S. Pedro de Muel (Pinhal da Marinha Grande) pelo aumento das proporções de augite, assemelham-se bastante ao outro tipo de Rosenbusch em que predomina a piroxena; os feldspatos com maclas de três individuos conservam a sua disposição estrutural nórmal, mas o angulo de extinção é inferior ao das precedentes, parecendo aproximar-se mais do da andesite. A augite manifesta n'uns pontos o fenómeno da uralitisação, substituido n'outros pelo da cloritisação; acompanham estas alterações cristaes de ferro titanádo, transformado em leucoxena. Bastantes cristaes de olivina, em grande parte, serpentinisados, acidentam a rocha, tendo ainda como elemento acessório da sua composição alguns cristaes de quartzo, ortoclase e apatite.

As análises dos ofitos portuguêses acabadas de expôr não confirmam a fórte proporção de analcime, com pequenos fragmentos de quartzo nos intervalos deixados pelos feldspatos, que Rosenbusch considerava carateris-

tica d'este tipo de rochas eruptivas [1]; as laminas observadas não apresentam mesmo o mais ligeiro vestigio da existencia d'este mineral que as observações de Rohrbach lévam a supôr, um produto d'alteração do proprio feldspato. Rosenbusch e outros petrógrafos, porém, não admitem uma tal origem, sendo natural que o contacto d'estas rochas e das teschenites que, como vimos, representam, em geral, produtos dos mesmos fócos vulcanicos, estabelecesse fórmas de transição entre as duas variedades petrográficas; paréce justificar esta suposição o facto do mestre da petrografia alemã que analisou apenas as rochas d'uma região bastante restricta (Monte Real e Leiria) estabelecer a conclusão de que os ofitos portuguêses sam membros directos da série teschenitica [2].

II — TIPO PORFIRICO

Dioritos porfiroides

Porfiritos dioriticos

Em Arronches, junto aos Degolados e em Adães, nótam-se rochas eruptivas de testura porfirica em que predominam fenocristaes de feldspatos calcosódicos em que, apesar da grande alteração, se observa a estriação carateristica das maclas polisintéticas; conteem, por sua vez, abundantes produtos cloriticos, provenientes da alteração de cristaes de biotite, a maioria dos quaes conserva ainda vestigios bem evidentes do seu lascádo. Completam-lhe a composição cristaes de quartzo, pouco abundantes e de fórmas irregulares, além d'alguns mais ráros

---

[1] Rosenbusch (H.)—*Mikroskopische Physiographie*, Bd. II, zweite Hälfte, pag. 1:244.

[2] N'uma série interessante de análises micrográficas realisadas por Macpherson sobre os ofitos do Algarve não se encontra a mais ligeira referencia á existencia da analcime; estas observações de valor incontestavel sam um poderoso argumento justificativo da suposição indicada.

de ortoclase; a pasta que os envolve oferece um aspecto vitreo.

Entre o regato do Monte de Patos e o Monte da Maroteira foram colhidos exemplares d'outra variedade porfiritica, que conserva a testura da precedente. Da sua pasta vitrea destácam-se cristaes de plagioclase de grandes dimensões em que se encontram associadas as leis de geminação da albite e de Carlsbad; alguns individuos manifestam o fenómeno interessante da extinção ondulatoria, tam frequente nas rochas eruptivas portuguêsas.

Apresenta tambem abundantes cristaes esverdeados de anfibola, em grande parte, cloritisada, dicroicos e polarisando fórtemente; algumas secções deixam perceber, com a maior nitidez, na parte central, em especial, a estriação carateristica do lascádo da fórma primitiva. Dos elementos acessórios observam-se alguns cristaes de grandes dimensões de ortoclase, pouco frequentes, geminádos segundo a lei de Carlsbad, com inclusões da mesma naturêsa da pasta; a apatite sob a fórma d'agulhas e de pequenos cristaes hexagonaes secções de cristaes cubicos de magnetite com bastantes vestigios de alteração, reveládos nos veios ferruginosos que atravessam os outros mineraes.

Os exemplares das proximidades do Monte de Makabran pertencem, como os antecedentes, ao grupo dos porfiritos dioriticos, conservando identica testura; da sua pasta vitrea destácam-se egualmente grandes fenocristaes de plagioclase em que, apesar de bastante alterados, é possivel distinguir as maclas polisintéticas, segundo a lei d'albite. Estes cristaes apresentam um angulo de extinção de muito fraca obliquidade que os aproxima dos feldspatos ácidos; alguns individuos conservam na sua parte central o feldspato sem o mais pequeno vestigio de alteração que nas orlas se manifesta pelos produtos de caolinisação e ainda pela muscovite, posta em evidencia pela sua fórte polarisação.

Na sua composição encontram-se egualmente alguns

cristaes de ortoclase, geminádos segundo a lei de Carlsbad e de anfibola, como elementos secundarios; acidentalmente aparecem, em bastante quantidade, traços de ferro sob a fórma de ilmenite, na sua maior parte transformada em leucoxena, de pirite e magnetite.

Um pouco para ESE. da mesma região os porfiritos dioriticos, de testura identica, apresentam variações na sua composição mineralógica. Os fenocristaes de plagioclase, muito abundantes, acham-se bastante alterados; manifestam tambem o fenómeno da extinção ondulatória, consequencia, por certo, de fórtes pressões suportadas pela rocha. Os cristaes acastanhados de anfibola apresentam-se, em parte, cloritisados, fenómeno que se reproduz n'alguns individuos de augite que, acessoriamente, aparecem na massa rochosa; nótam-se ainda alguns cristaes isolados de ortoclase e de magnetite.

A variedade das proximidades da Herdade do Alpendre (Evora) oferece identica testura e as plagioclases com angulos de extinção de pequena obliquidade que as aproximam da oligoclase. Alguns cristaes d'anfibola, bastante dicroicos, deixam perceber nas suas secções hexagonaes paralélas ao ortopinacoide os traços bem acentuádos do lascádo segundo o clinopinacoide; outros de contórnos bastante irregulares conservam a parte central muito redusida sem vestigios de alteração que se manifestam sob a fórma de ortoclase bastante alterada, de quartzo e de magnetite.

Variedade porfirica-microlitica

A variedade encontrada para E. de Covas Ruivas difére um pouco das precedentes pela disposição estrutural; poder-se-ha talvez classificar de *porfirica microlitica*. Fórmam a rocha numerósos fenocristaes de plagioclase em que, apesar do estado bastante adiantado de alteração, é possivel distinguir as estrias carateristicas das maclas polisintéticas; entre estes cristaes observam-se, a bem dizer, correntes de flutuação dos microlitos constitutivos da pasta, sendo muito dificil de fixar a naturêsa do feldspato que os constitue. Além dos cristaes d'augite

bastante alterados, mas com fórte polarisação, observam-se ainda alguns cristaes, com a secção em fórma de losango em que as faces do prisma fórmam entre si angulos de 120° como nas anfibolas; apresentam-se, em geral, cobertos pelos produtos d'alteração [1] e com vestigios de ferro.

Facies ofitica

Nas variedades encontradas para S. 70° E. do Monte Bolaima, perto do rio d'Odivélas (Ferreira, Beja), a testura não é, por sua vez, nitidamente porfirica; n'alguns pontos manifesta uma disposição sensivelmente ofitica, podendo sem grande esfôrço, agrupar-se sob a denominação da precedente. Os seus fenocristaes sam constituidos por plagioclase em grande abundancia e bastante alterada; a determinação dos angulos de extinção revéla uma obliquidade muito fraca que a aproxima da oligoclase, apresentando tambem os vestigios das geminações polisintéticas, mas com afastamento muito diminuto das estrias e pequeno numero de gémeos (em geral, três individuos).

A análise põe ainda em relêvo a abundancia de cristaes esverdeados de augite que uma fórte polarisação e grande dicroismo distinguem; na massa rochosa acha-se disperso, em elevada proporção, o ferro titanádo, em grande parte transformado em leucoxena. Os elementos acessórios da composição mineralógica sam representados por inumeras agulhas de apatite, alguns cristaes de quartzo e de ortoclase e ainda traços de produtos cloriticos.

No vale de Cardeira, entre a linha do caminho de ferro do sul e sueste e a Herdade do Carvalhal (Beja), existe outra variedade de testura porfirica; os seus feno-

---

[1] A calcite fórma a maior parte d'estes produtos como se verificou pela acção do ácido cloridrico sobre um fragmento da rocha.

cristaes sam representádos, além dos feldspatos triclinicos nitidamente definidos, por abundantes cristaes ortorombicos de andalusite. Essencialmente pléocroica apresenta a côr esverdeada nas secções, talhadas, com frequencia, segundo uma direcção nórmal ao eixo vertical; alguns vestigios d'alteração deixam antevêr a formação de escamasitas de mica.

Os elementos acessórios da sua composição sam figurádos por alguns cristaes de ortoclase e quartzo que entram ao mesmo tempo na constituição da pasta fundamental marcando o segundo tempo da consolidação da rocha.

CAPITULO IV

Observações micrográficas das rochas portuguêsas

ROCHAS COMPACTAS

α) Rochas de côres claras, geralmente feldspáticas

I — TIPO NÃO PORFIRICO

A. — Felsites

A côr das rochas compactas é o fundamento natural da sua divisão em dois grupos em que se reflete, ainda que d'um modo indirecto, a composição mineralógica; variando, porém, aquéla propriedade com o observador é, por vezes, dificil, sem o auxilio do microscópio, de reconhecer o grupo a que pertence um determinado exemplar petrográfico. O grupo felsitico abrange as rochas feldspáticas compactas correspondentes aos magmas internos que em condições fisicas e geológicas diferentes produsiram as rochas granulares de tipos granitico e sienitico; a presença ou ausencia do quartzo e a naturêsa do feldspato predominante sam os carateres determinativos das suas diversas variedades.

a) — Traquites

Fisiografia das traquites

Na região de Montemór, situada entre Loures e Canéças, encontra-se outro tipo de rochas eruptivas; a sua testura *traquitica* aproxima-as dos pórfiros de que se dis-

tinguem, em geral, pelo seu aparecimento em épocas geológicas mais recentes. D'um magma fundamental cuja naturêsa e estrutura intima o exame macroscópico não permite distinguir, destácam-se abundantes fenocristaes de feldspatos potassico e calcosódicos, de biotite e ainda, em menor proporção, de magnetite; além das plagioclases nótam-se, em especial, entre os primeiros alguns cristaes simples de ortoclase e de sanidina que predominam, apresentando maiores dimensões e um achatamento, em geral, segundo o clinopinacoide.

Sob uma ampliação mais fórte, a pasta envolvente resolve-se n'um grande numero de microlites de sanidina, que n'um ou n'outro ponto da rocha afectam uma disposição fluidal; as restantes substancias dos fenocristaes, principalmente os feldspatos e as micas, sam representadas, por sua vez, n'esta pasta mas em proporções mais restritas. A ausencia de cristaes de quartzo na composição mineralógica d'esta rocha e o caráter alcalino dos feldspatos predominantes tórnam este tipo petrográfico equivalente aos sienitos das rochas granulares.

Ortofiro augitico

As rochas eruptivas da região de Cintra apresentam variedades que a constituição mineralógica e a testura aproximam d'esta familia petrográfica; pertencente, por certo, a uma época geológica mais remóta os seus carateres lembram os dos antigos pórfiros sieniticos de que manifestam a disposição estrutural e os vestigios, em proporções insignificantes, do quartzo. Os seus fenocristaes conteem uma elevada percentagem de feldspatos em que, apesar do grau de alteração bastante adiantado, é possivel notar, sem dificuldade, o predominio da ortoclase; associam-se-lhe os cristaes de augite de côr escura e fórte angulo de extinção, além de grande quantidade de traços de biotite, uns sob a fórma, a bem dizer, de farrápos, outros sob a de cristaes, de contórnos aproximadamente hexagonaes.

Os elementos essenciaes das rochas congéneres leváram os petrógrafos a estabelecer para este grupo a desi-

gnação geral de *ortofiros*, distintos como as traquites de que sam o equivalente antigo, pela naturêsa do elemento fémico; a composição d'este exemplar que podemos designar um *ortofiro augitico* oferéce ainda bastantes cristaes hexagonaes de apatite, uns talhados segundo a base, outros segundo as faces do prisma. A pasta fundamental envolvente é constituida por microlites da naturêsa dos fenocristaes em que uma ampliação mais fórte deixa perceber, por sua vez, o predominio dos feldspatos.

II — TIPO PORFIRICO

A. — Pórfiro felsitico

Fisiografia

Afastada um pouco para NE. do Monte do Rio Sêco (Arronches) observa-se uma variedade de rochas porfiroides cuja testura não manifesta uma facies tam nitidamente porfirica como a do tipo correspondente das rochas graniticas; n'uma pasta aparentemente vitrea a análise microscópica distingue pequenos cristaes de quartzo e de feldspato que refletem, por certo, o segundo tempo de cristalisação do magma. O primeiro tempo é representado por grandes cristaes d'ortoclase, geminados, em geral, segundo a lei de Carlsbad, e alguns com ligeiros vestigios de alteração; os elementos secundários da sua composição mineralógica sam marcados por bastantes cristaes opacos de magnetite com traços muito apreciaveis de decomposição que se revéla d'um modo incontestável pelo tom avermelhado da pasta envolvente e do feldspato. Nótam-se ainda frequentes cristaes esverdeados de anfibola, caraterisados pelo seu elevado dicroismo e por um angulo de extinção aproximadamente de 18°.

Alguns exemplares d'esta rocha, analisados por Rosenbusch, levaram o eminente petrógrafo alemão a consideral-a uma porfirite quartzo-dioritica; a pequena percentagem, porém, de plagioclase observada na sua composição petrográfica e a disposição estrutural dos seus

elementos constitutivos permitem, talvez, supôl-a, com suficiente nitidez, um *pórfiro felsitico* [1].

β) Rochas de côres escuras, geralmente ferro-magnésicas

I — TIPO NÃO PORFIRICO

B. — Basaltos

Analogia detrográfica

Este grupo de rochas encontra-se abundantemente espalhado por toda a parte do globo sob uma grande variedade de fórmas; representando entre as rochas compactas os tipos dioritico, gabrico e doleritico das rochas granulares, a sua formação predomina em Portugal, como tivemos ocasião de observar, nas proximidades de Lisbôa.

Os periodos carateristicos das suas erupções variam, de região para região, desde a época actual, assinaláda por algumas manifestações paroxismaes do Etna e dos vulcões das ilhas Sandwich até aos mais antigos tempos geológicos; a nossa carta geológica considéra o seu aparecimento sincrónico do periodo eoceno, parecendo, comtudo, a confusão em varios pontos do país das regiões basáltica e ofitica justificar a suposição de pertencerem ambas as rochas á mesma fase eruptiva.

Exemplares de Paço d'Arcos

As rochas d'este grupo destácam-se no exame macroscópico por uma côr escura e pelo seu aspecto homogeneo e compacto que a análise microscópica não confirma. N'alguns exemplares, colhidos em Paço d'Arcos, nótam-se como elementos componentes essenciaes a plagioclase, a

---

[1] As diversas rochas não conservam, em geral, uma uniformidade de composição e de testura em toda a extensão dos afloramentos respectivos; n'estas condições não admira que duas laminas da mesma rocha apresentem tal variabilidade de carateres que levem observadores diferentes a divergir mais ou menos na classificação petrográfica.

augite e a olivina, manifestando no seu agrupamento a disposição estrutural designada por Rosenbusch sob o nome de *hypidiomórfica granular*.

O feldspato bastante básico não deixa perceber bem pelos seus contórnos mal definidos a fórma geometrica do cristal; o seu angulo de extinção de 23° aproximadamente, lembra a labradorite em maclas polisintéticas, segundo a lei da albite, mas sem a estrutura zonar tam carateristica das andesites que Mac Pherson encontrou, com bastante frequencia, nos basaltos do Algarve. Não manifestava vestigios d'alteração, mas n'um ou n'outro ponto colorações devidas aos produtos de decomposição dos outros mineraes constituintes, em especial, dos compostos do ferro.

Os elementos fémicos sam representádos por grande numero de cristaes violáceos de augite, de secção, em geral, hexagonal, com um angulo de extinção bastante obliquo (superior a 40°); com frequencia nótam-se alguns d'estes cristaes geminádos segundo a lei comum. Em não menor quantidade observam-se, por sua vez, cristaes amarélo-esverdeados de olivina, em geral de contórnos irregulares, mas de quando em quando de secção hexagonal; caraterisa-os ainda a fórte refrangencia manifestada no seu consideravel relêvo e os tons vermelho e verde das côres de polarisação superiores em brilho ás da augite. Estes cristaes apresentam, na sua maioria, fenómenos acentuádos de alteração; traduzem-n'os as largas orlas verde-escuras de serpentina e vermelho-escuro do ferro em que se decompõem.

Os elementos secundários da composição sam representados por abundantes cristaes de magnetite em grãos irregulares e ainda sob a fórma de octaédros que rodeiam, em geral, os cristaes de augite e de olivina, imprimindo a côr á rocha; parte d'estes cristaes encontram-se transformados em hematite e limonite que deixa manchas amareládas sobre aqueles mineraes. Os cristaes de apatite sam bastante ráros, sendo mais frequentes os seus vestigios redusidos a pequenas agulhas.

II — TIPO PORFIRICO

Basaltos porfiroides

Variedade do Moinho das Cruses

A análise dos exemplares colhidos na estrada que se dirige da Ajuda a Queluz, junto ao Moinho das Cruses, revéla uma testura acentuádamente porfirica, definida por grandes fenocristaes de olivina e augite; n'algumas preparações a olivina não manifesta o mais ligeiro vestigio d'alteração, ao passo que n'outras bastantes fragmentos ou mesmo cristaes inteiros encontram-se serpentinisados por completo. Numerósos cristaes de magnetite, de pequenas dimensões, e de ilmenite, sem a sua transformação carateristica, rodeiam os fenocristaes que, n'um ou n'outro ponto, apresentam ainda manchas castanho-claras de limonite.

Envolve estes cristaes uma pasta fundamental de facies miarolitica bastante fina; um aumento do poder amplificante permite reconhecer na sua constituição pequenos cristaes de plagioclase e bastante magnetite que imprime a côr á rocha.

Exemplares do Penedo

Identica testura se nóta nos exemplares do Penedo (Cascaes) em que aos fenocristaes de olivina e augite se associam alguns, em pequeno numero, de plagioclase que as propriedades óticas aproximam da oligoclase; alguns cristaes de augite, violáceos e de grandes dimensões, apresentam-se geminádos segundo a lei comum, outros atravessados por veios de magnetite que se encontra espalhada com abundancia por toda a massa da rocha. Os cristaes de olivina, de pequenas dimensões, manifestam vestigios bem acentuádos de serpentinisação.

A pasta envolvente conserva o caráter miarolitico da variedade precedente; na sua constituição é possivel destacar, além da magnetite, pequenos cristaes de oligoclase, de augite e de olivina, sem ser possivel distinguir traços de substancia vitrea.

As análises dos basaltos portuguêses, acabadas de descrevêr, confirmam as observações interessantes feitas por Macpherson no seu estudo das rochas eruptivas dos terrenos secundários situados ao S. do Sado; caraterisa-lhes os tipos estruturaes, porfirico e não porfirico, uma facies acentuádamente feldspática que, atribuida pelo geólogo espanhol a todas as rochas congéneres que acidentam o sólo do país ao N. do Tejo, contrasta, d'um modo notavel, com o caráter nefelinico manifestado pelos basaltos do Algarve.

BIBLIOGRAFIA

Haug (Émile) — *Traité de géologie* — Paris, 1907-1911.

Lapparent (Albert de) — *Traité de géologie*, 4.ième édition — Paris, 1900.

Meunier (Stanislas) — *L'évolution des théories géologiques* — Paris, 1911.

Launay (L. de) — *La science géologique* — Paris, 1905.

Miron (François) — *Étude des phénomènes volcaniques* — Paris, 1903.

Lacroix (A. de) — *La Montague Pelée et ses éruptions* — Paris, 1904.

Lapparent (Albert de) — *Volcans et tremblements de terre* — Paris, 1912.

Meunier (Stanislas) — *Les convulsions de l'écorce terrestre* — Paris, 1910.

Cortese (Emilio) — *Planetologia* — Milano, 1913.

Nery Delgado (J. F.) — *Considérations générales sur la classification du système silurique*, in Com. serv. geol. de Portugal, T. IV — Lisboa, 1901.

Choffat (Paul) — *Age du granite de Cintra*, in idem, T. I — Lisboa, 1883-87.

Choffat (Paul) — *Nouvelles données sur les vallées tiphoniques* — Idem, idem.

Abendanon (E. C.) — *Considérations sur la composition chimique et minéralogique des roches éruptives, leur classification et leur nomenclature* — La Haye, 1913.

Berwerth (Fritz)—*Mikroskopische Strukturbilder der Massengesteine*—Stuttgart, 1898-1900.

Cross, Iddings, Pirsson, Washington — *Quantitative classification of igneous rocks*—Chicago, 1903.

Harker (Alfred)—*Petrology for students*—Cambridge, 1902.

Jannettaz (Ed.)—*Les roches*—Paris, 1900.

Iddings (Joseph)—*Igneous rocks*—New-York, 1909.

Macpherson (D. J.)—*Estudo petrographico das ophites e teschenites de Portugal*, in Com. serv. geol. de Portugal, T. I.

Macpherson (D. J.)—*Étude des roches éruptives recueillies dans les affleurements secondaires au sud du Sado*, idem.

Michel Lévy (A.)—*Structures et classification des roches éruptives*—Paris, 1889.

Pirsson (Louis)—*Rocks and rock minerals*—New-York, 1909.

Reinisch (Reinhold)—*Petrographisches Praktikum*—Berlin, 1904.

Rinne (F.)—*Étude pratique des roches* (tr. fr.)—Paris, 1905.

Rosenbusch (H.)—*Elemente der Gesteinslehre*—Stuttgart, 1901.

Rosenbusch (H.)—*Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine*—Stuttgart, 1908.

INDICE

Principaes erratas

Pag.	Linha	Onde se lê	Deve lêr-se
5	23	*leváram-nos*	*leváram-n'os*
23	5	*leniticulares*	*lenticulares*
25	1	*embutidos*	*embutidas*
34	3	*conolusões*	*conclusões*
35	37	*crs-*	*cris-*
41	21	*do elaborado*	*da elaborada*
43	7	*Tipo porfirico*	*Tipo não porfirico*
43	9	*a — Granito*	*A — Granito*
43	14	*mineralgóica*	*mineralógica*
52	31	*constituidos*	*constitutivos*
64	2	*cm*	*em*
66	21	*hexagonaes secções*	*hexagonaes e secções*
74	8	*detrográfica*	*petrográfica*
79	11	Montague	Montagne