

Ex. m. J. D. Tomagnini

FACULDADE DE PHILOSOPHIA NATURAL

CONTRIBUIÇÃO

PARA O

ESTUDO DAS ROCHAS DO PORTO

POR

José Marques Pereira Barata

*Tenente de Engenharia*

*Licenciado pela secção das sciencias physico-chimicas*

Com 6 estampas



COIMBRA  
Imprensa da Universidade  
1910

Sala	5
Gab.	1
Est.	1
Tab.	49
N.º	25



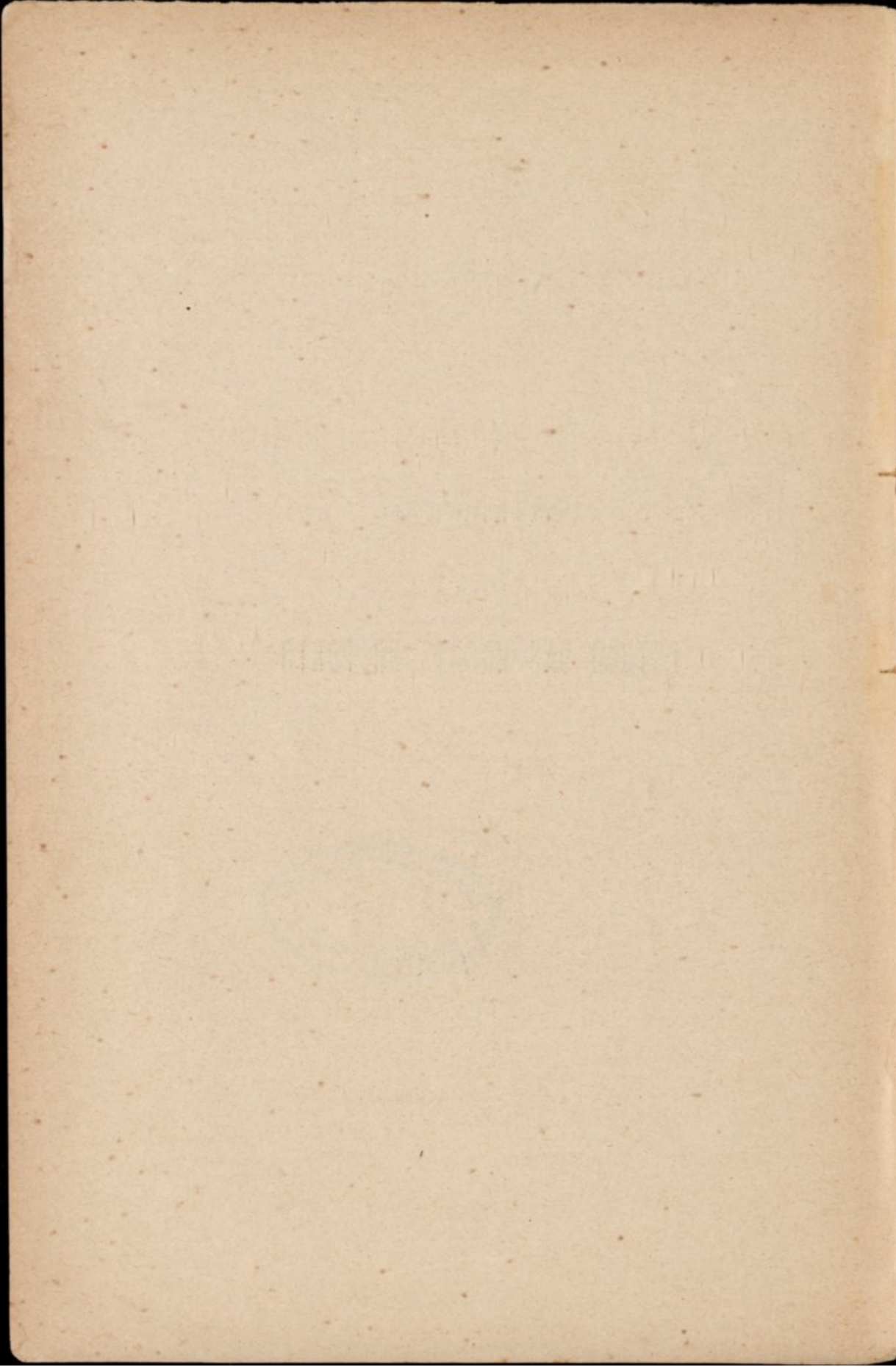
5  
1  
49  
25-

CONTRIBUIÇÃO

PARA O

ESTUDO DAS ROCHAS DO PORTO





FACULDADE DE PHILOSOPHIA NATURAL

---

CONTRIBUIÇÃO

PARA O

ESTUDO DAS ROCHAS DO PORTO

POR

José Marques Pereira Barata

*Tenente de Engenharia*

*Licenciado pela secção das sciencias physico-chimicas*

---

Com 6 estampas

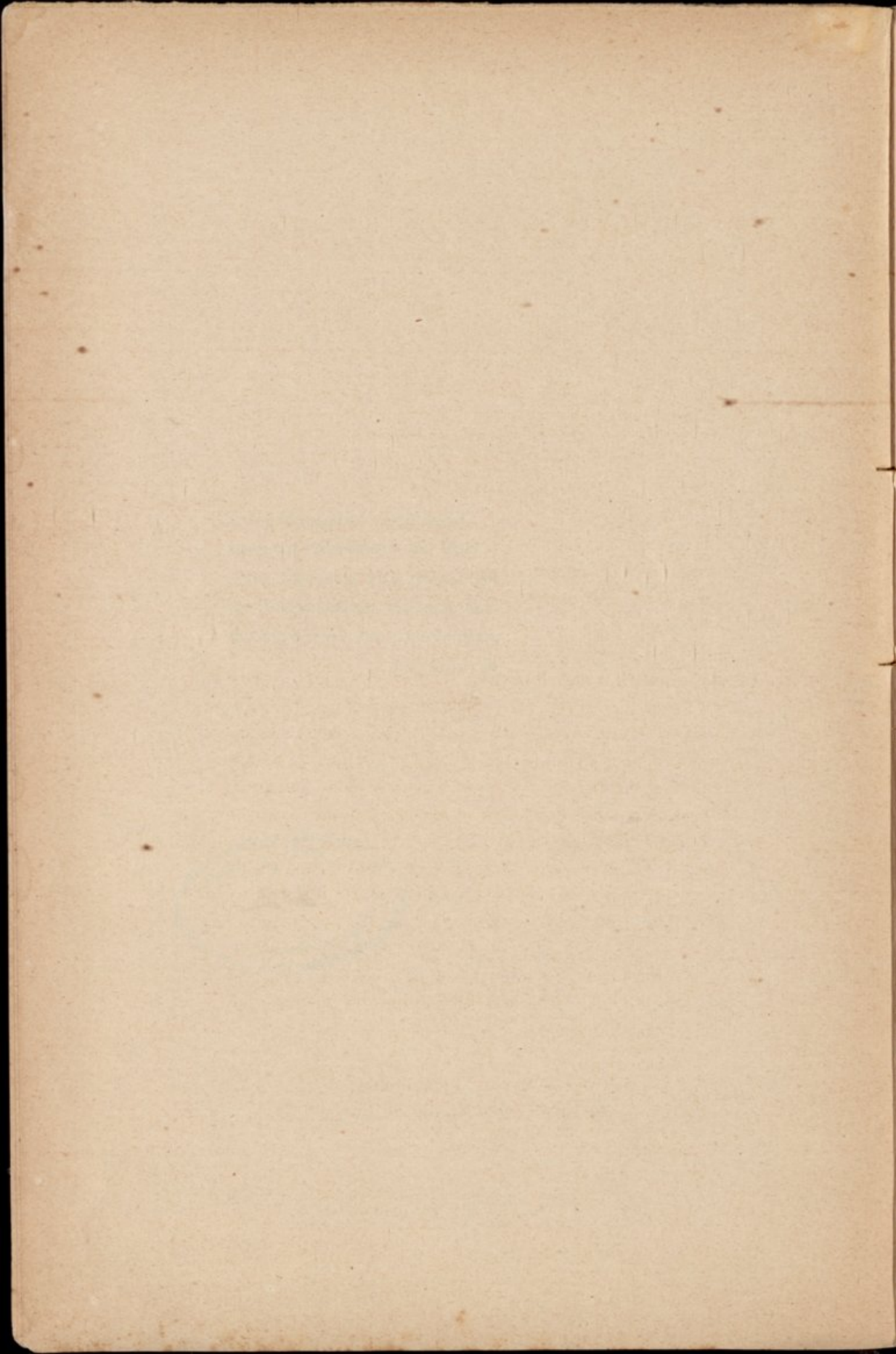


COIMBRA  
Imprensa da Universidade  
1910

R. 6329

*Dissertação inaugural para  
o acto de conclusões magnas  
na secção das sciencias phy-  
sico-chimicas da Faculdade de  
Philosophia da Universidade  
de Coimbra.*







## INTRODUÇÃO

O presente estudo trata de fixar a identidade mineralógica das espécies contidas em algumas rochas do Porto por meio de processos micrographicos.

Não trato aqui o estudo geologico da região do Porto quer no que respeita á natureza dos terrenos quer no que respeita á distribuição das massas rochosas e sua influencia reciproca, não só porque estas questões devem constituir objecto de investigações posteriores ao estudo microscopico mas ainda porque julgo o presente trabalho tarefa sufficiente em investigações desta natureza que são de technica delicada e embaraçosa.

Nesta orientação aproveitei, obtida auctorisação do respectivo director, a collecção de exemplares archivada no Museu de Geologia da Academia Polytechnica do Porto. Um ligeiro exame macroscopico indicou-me ser desnecessario submeter todos os exemplares ao exame microscopico. Por este motivo escolhi doze que em seguida vão indicados com numeros de ordem e localidade da colheita:

N.º 1 — 750<sup>m</sup>E da Igreja de Ramalde;

N.º 2 — 1.200<sup>m</sup> S20°E da Igreja de Lordello;

- N.º 3 — 2.000<sup>m</sup>S 20°O da Egreja de Lordello;  
 N.º 4 —       »       »       »       »  
 N.º 5 — Ponte de D. Luiz I (1);  
 N.º 6 — 200<sup>m</sup>N 40°O do Castello de S. João da Foz  
           do Douro;  
 N.º 7 — 1.400<sup>m</sup>N 20°O do Castello de S. João da Foz  
           do Douro;  
 N.º 8 — Rua de Gonçalo Christovam (2);  
 N.º 9 — Monte Pedral (3);  
 N.º 10 — 500<sup>m</sup>S 7°E do Castello do Queijo;  
 N.º 11 — 100<sup>m</sup>S 20°E       »       »  
 N.º 12 — Rua da Restauração (2).

Destes exemplares, e ainda de outros que aqui não  
 vãos mencionados, tirei amostras que foram remetidas  
 á casa Voigt e Hochgesang de Göttingen. Esta casa  
 executou com grande perfeição os córtes delgados (4).

(1) O exemplar não tem outra indicação. Em minha opi-  
 nião deve referir-se ou á rocha dos encontros da ponte ou á  
 rocha, da margem esquerda, rompida numa grande trincheira  
 que dá começo á avenida Campos Henriques.

(2) O exemplar foi colhido na occasião do rasgamento da  
 rua. Percorrendo esta, encontra-se facilmente a rocha.

(3) Esta indicação é muito vaga; no Monte Pedral ha ro-  
 chas de natureza differente. Julgo que o exemplar deve ser  
 referido ao lanço da rua da Constituição que atravessa o  
 Monte Pedral.

(4) Como indicação para os que se dedicam a estes traba-  
 lhos direi que os córtes chegaram dois mezes depois da ex-  
 pedição das amostras e que o preço de cada cóрте, incluindo  
 todas as despezas, foi de 316 reis. Os córtes dos doze exem-  
 plares acima referidos, foram entregues em estojo apropriado  
 ao professor proprietario da cadeira de Mineralogia e Petro-  
 logia da Universidade.

\*  
\*   \*  
\*

O estudo foi executado com um microscópio Fuess que tinha o seguinte material accessorio:

uma lamina de mica  $\frac{1}{4}$  de onda;  
 uma lamina de gesso (vermelho de 1.<sup>a</sup> ordem);  
 um bisel compensador de quartzo;  
 uma ocular (n.º 3) negativa com reticulo;  
 uma ocular (n.º 2) micrometrica;  
 uma ocular de Calderon;  
 um nicol auxiliar para adaptar sobre a ocular;  
 tres objectivos: 0,4 e 7 de Fuess que se ajustavam na extremidade do tubo por meio de pinça.

Os objectivos 4 e 7 teem respectivamente 0,30 e 0,96 de abertura numerica.

Os augmentos obtidos na combinação dos objectivos com as oculares são os que constam do quadro seguinte:

		Objectivos		
		0	4	7
Oculares	2	30	88	225
	3	40	120	300

A disposição para o estudo era, partindo do espelho reflector:

*em luz parallela* — polarisador, preparação, objectivo 0 ou 4, analysador, ocular 2 ou 3, olho;

*em luz convergente*—polarizador, condensador, preparação, objectivo 7, lente convergente (Amici-Bertrand), ocular 3, analysador auxiliar, olho.

\*

\* \*

Não ha regras invariaveis na determinação dos mineraes ao microscopio; trata-se de colligir o maior numero de caracteres que identifiquem a especie. Neste sentido adoptei como norma de trabalho o methodo seguinte:

1.<sup>o</sup> *Exame do córte em luz natural por transparencia.* Este exame fornece alguns elementos importantes: indice de refração comparado de umas para outras especies mineraes, côr por transparencia, clivagens, diaphaneidade. Raras vezes este exame basta para identificar o mineral; assim, ha feldspathos com indice de refração proximamente igual ao do quartzo, este por sua vez tem um indice que differe muito pouco do indice do balsamo de Canadá em que estão montadas as preparações; a côr é muito variavel dentro da mesma especie ou é igual entre especies diferentes (oligisto e mica preta); as clivagens umas vezes são nitidas (micas, apatite) outras vezes estão alteradas ou só imperfeitamente se distinguem (feldspathos); a diaphaneidade é prejudicada em geral pelos productos accessorios e de alteração como é vulgarissimo na ortoclase.

2.<sup>o</sup> *Exame do córte em luz polarizada, só com o polarizador.* Este exame é importante porque faz saltar aos olhos do observador os mineraes polychroicos; é assim que se reconhece bem a mica preta, a turmalina.

No entanto ha mineraes (como o epidoto) que em córte delgado perdem o polychroismo quasi por completo; para estes, o polychroismo é um caracter incerto.

3.º *Exame do córte em luz polarisada parallela com os nicoes cruzados.* Este exame tem a vantagem de separar com nitidez os differentes mineraes que compõem a preparação como peças de um mosaico.

O córte delgado foi cortar os ellipsoides de elasticidade das especies mineraes, ou dos diversos individuos da mesma especie, segundo ellipses diversamente orientadas; por este motivo a birefringencia é diferente de secção para secção, mesmo quando se dá o caso de estarem contiguos dois individuos da mesma especie. Admittindo que a espessura da preparação é uniforme, teremos assim côres de polarisação differentes de um individuo para os contiguos e o mosaico apparece com uma nitidez e belleza excepcionaes. Nesta altura tem larga applicação o quadro das birefringencias de Michel Lévy, o vade-mecum do petrographo.

Este exame é o que consome mais tempo e o que fornece elementos de maior valor. Teem logar aqui os seguintes trabalhos de investigação: determinação da côr de polarisação, associações, epigenias, textura, determinação dos angulos de extincção em geral referidos ás clivagens, determinação dos signaes opticos das direcções de extincção e do signal optico da especie quando a orientação dos individuos o permittir, estudo das maclas. As inclusões dos mineraes apparecem aqui com maior nitidez; entretanto algumas podem ser bem observadas no segundo exame (zircão na mica).

A espessura das preparações estudadas varia de 1 a 2 centesimas de millimetro.

4.º *Exame do córte em luz polarisada convergente entre os nicoes cruzados.* Este exame é umas vezes um exame essencial para o estudo mais profundo das propriedades opticas v. g. para fixar o traço do plano dos eixos opticos, para examinar a situação relativa daquelle traço e das clivagens, para estudar a orientação do individuo, etc.; outras vezes é um exame de recurso para distinguir especies uniaxiaes de outras biaxiaes quando os caracteres em luz parallela não permitem diagnostico facil. É assim que o exame em luz convergente permite distinguir o quartzo da adularia ou mesmo da ortoclase quando as clivagens não são nitidas.

As figuras em luz convergente, estudadas nos córtes delgados, raras vezes mostram as curvas isochromaticas características. Pelo contrario, quasi sempre apresentam os braços da cruz negra ou os ramos de hyperbole como póde verificar-se nos mineraes da collecção estudada; isto basta para distinguir o character uniaxial ou biaxial dos mineraes.

O exame em luz convergente é vantajoso ainda para determinar o signal optico das especies. Em minha opinião este exame é, sob este ponto de vista, mais vantajoso que o exame em luz parallela.

\*

\* \*

As estampas contidas nesta dissertação teem por fim mostrar os mineraes tal como se encontram associados na natureza. Foram obtidas á luz do gaz num aparelho micro-photographico pertencente ao Laboratorio de Bactereologia annexo ao Hospital do Senhor

do Bomfim. Ao sabio professor da Escola Medico-Cirurgica do Porto, dr. Antonio Joaquim de Sousa Junior, director do Laboratorio, e ao habil e intelligente fiscal do Hospital, Augusto Pires Estrada, deixo consignada, como um dever, a gratidão pelo valiosissimo auxilio que me prestaram (1).

As seis estampas conteem phototypias das doze rochas atraz indicadas. A photographia incidiu umas vezes sobre associações caracteristicas dos mineraes, outras vezes sobre um mineral especial que dá nome á rocha, outras vezes sobre particularidades que era interessante photographar. Todas as phototypias podem ser verificadas no microscopio á luz natural sem que esta altere a photographia obtida pelo gaz. A reproducção photographica é fiel, salvo num particular: as imagens não se formam num plano e por este motivo os contornos das phototypias deixam alguma cousa a desejar visto ter-se focado a parte central do campo.

Era meu desejo cobrir as estampas com folhas transparentes onde indicasse os contornos dos mineraes, a exemplo do que está feito no *Atlas da Mineralogie Micrographique* de Fouqué et Levy. Por ter reconhecido grandes difficuldades na execução desta ideia, adoptei um systema analogo ao de Harker na sua *Petrology for Students*, indicando os mineraes pelos numeros do quadro da pagina 149 da *Mineralogie Micrographique*.

---

(1) As photographias foram phototypiadas na conhecida casa E. Biel e C.<sup>ª</sup>

\*  
\* \*

Para fechar a introdução, resta uma indicação bibliographica.

As obras mais estudadas e seguidas foram, além de algumas memorias e descripções:

*No estudo da optica crystallina*, o livro de F. Rinne (*Le microscope polarisant*) e o trabalho dos professores Duparc e Pearce da Universidade de Genebra (*Traité de technique mineralogique et petrographique*).

*Na investigação microscopica*, o livro já citado de Fouqué et Levy, o de Harker, e ainda os estudos de Levy sobre a determinação dos feldspathos.

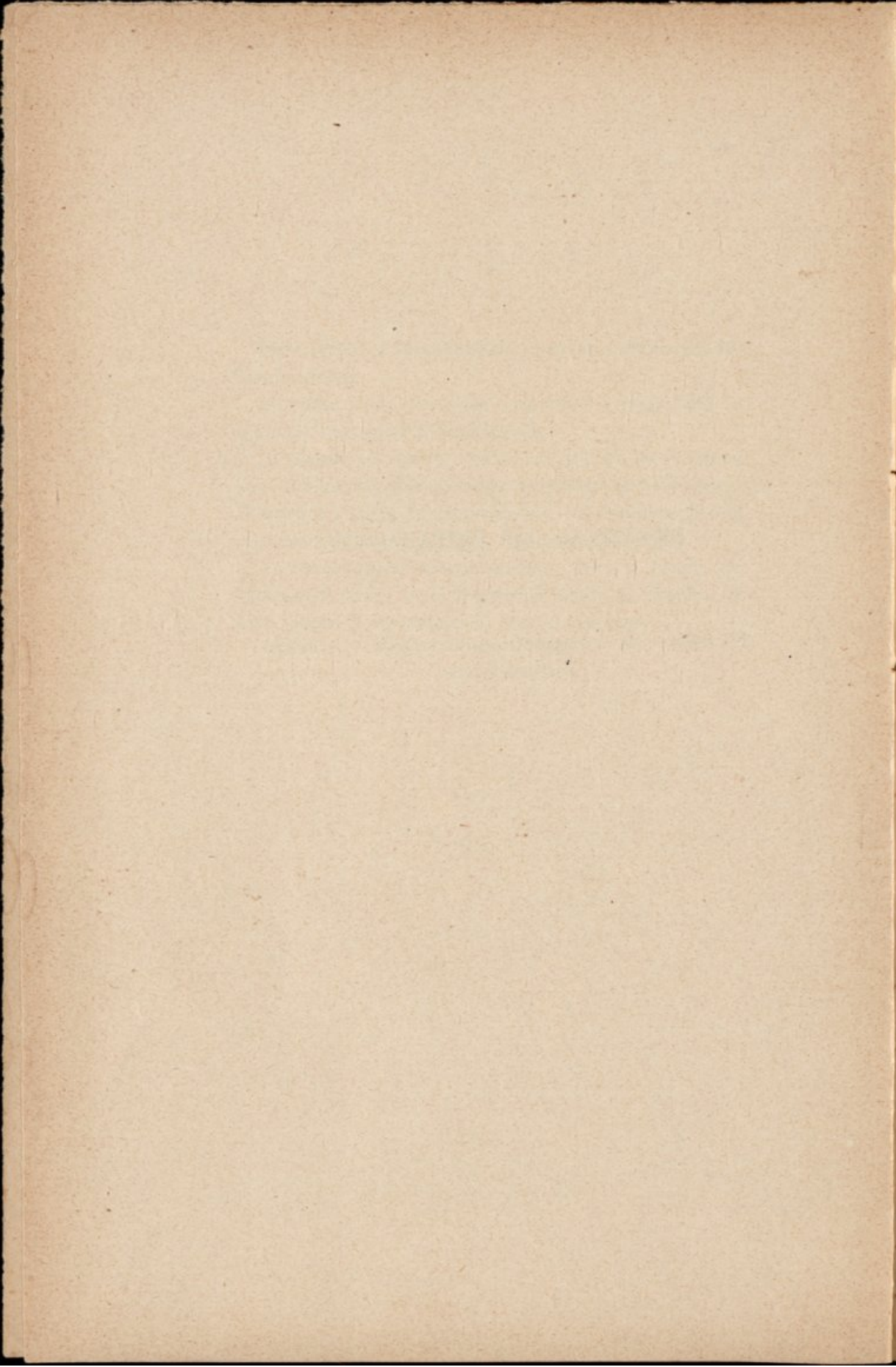
---



DESCRIÇÃO DAS PREPARAÇÕES

---

Ensaio de classificação das rochas  
estudadas



N.º 1

### 750<sup>m</sup>E da Igreja de Ramalde

Rocha de tom geral cinzento-amarellado claro, de grão semi-fino, pouco coherente. Tom pardacento nos grãos de quartzo sobre um fundo feldspathico mais esbranquiçado. Pontuações de mica verde escura e junto desta pequenas laminas brilhantes de mica branca. Muito kaolinizada. De onde a onde manchas amarelladas de limonite. Estructura massiça.

#### A. Mineraes essenciaes

##### Mica preta

Em luz natural chama immediatamente a attenção pela sua côr acastanhada escura. Existe em grande proporção em secções perpendiculares a  $p$  e noutras obliquas a  $p$ , revelando todas a clivagem  $p$  característica. As primeiras são muito polychroicas, as segundas menos que as primeiras. Em todas ellas o maximo de absorpção dá-se quando a clivagem coincide com o plano principal do polarisador; nas secções perpendiculares a  $p$  as côres variam do acastanhado escuro (clivagem em coincidencia com o plano principal do polarisador), ao amarello muito claro (clivagem per-

pendicular ao mesmo plano); nas secções obliquas a  $p$  as côres variam respectivamente do acastanhado escuro ao claro.

O mineral apresenta grande numero de nucleos escuros que são pontos de absorpção maxima em que a substancia está mais condensada. Estes nucleos chegam a desaparecer nas posições de minima absorpção. As clivagens e os nucleos escuros vêem-se nitidamente como na Fig. 1 da Est. III e na Fig. 2 da Est. V.

Entre os nicos cruzados as extincções fazem-se segundo os traços de  $p$ . A côr de polarisação é visinha do tom que apresenta em luz natural e sempre com a iriação caracteristica. Com a lamina de gesso verifica-se que a direcção de clivagem é de menor elasticidade que a direcção perpendicular.

Em luz convergente nota-se, nas secções perpendiculares a  $p$ , as caracteristicas dum córte paralelo ao plano dos eixos opticos. Observa-se uma cruz negra muito larga, occupando quasi o campo de microscopio, que, á menor deslocação da platina, se converte em duas hyperboles. Destas só uma persiste algum tempo no campo: é a que indica a direcção da bissectriz aguda. Todos estes caracteres concordam com os da mica preta normal (*biotite*) que tem os eixos opticos no plano  $g^1$  e a bissectriz aguda negativa.

As secções de mica preta teem contornos polygonaes complicados e quasi todas estão alteradas, algumas quasi completamente. Os productos de alteração são: *mica branca* e *chlorite*; em algumas secções aquella chega a epigenisar a mica preta quasi por completo, de fórmula que da mica preta resta apenas um pequeno fragmento no meio de uma grande secção ou plaga de mica branca. A chloritisação é menos avançada.

### Mica branca

Apparece em maior proporção que a preta, umas vezes como elemento essencial, outras vezes como elemento de alteração.

Em luz natural é transparente, incolor e não é polychroica. Entre os nicoes cruzados e em luz parallela apresenta côres de polarisação muito vivas em que predominam o amarello, o carmin e o azul. As extincções fazem-se segundo os traços de clivagem.

As secções, em bellas plagas, são, em geral, perpendiculares a  $p$ ; reconhece-se como na Fig. 1 da Est. III o parallelismo caracteristico das lamellas de mica branca o que bastaria, sem recorrer ás clivagens, para a distinguir da calcite, do talco e da sericite.

Em geral, a mica branca epigenisa a mica preta e altera o feldspatho como na Fig. 2 da Est. I.

### Quartzo

É o mineral que, em luz natural, se mostra o mais limpido dentre todos os que compõem a preparação (Fig. 1, Est. I).

Ha plagas normaes ao eixo que, em luz parallela, ficam sempre extintas entre os nicoes cruzados; em luz convergente dão a cruz negra, immovel para qualquer posição da platina.

Ha outras quasi normaes ao eixo; estas dão a cruz de braços deseguaes que se desloca no campo mostrando sempre o centro da cruz.

Ha outras com o eixo optico fóra do campo do microscopio; estas mostram, em luz convergente, o mo-

vimento alternado dos braços da cruz que se deslocam paralelamente aos fios do reticulo.

Para as segundas e para as terceiras é possível sempre determinar as posições de extinção partindo da figura de interferencia e para todas ellas é possível verificar com a lamina de gesso o apparecimento do azul nos quadrantes positivos. O quartzo é effectivamente positivo.

A côr de polarisação está no começo da 1.<sup>a</sup> ordem de Newton.

A fórma das secções é variavel. Umaz vezes o quartzo apresenta-se em plagas granitoides sem contornos definidos (a maioria das secções da Fig. 1, Est. I) moldando os outros elementos da rocha; outras vezes apresenta secções de fórma arredondada do typó granulitico. Na Fig. 1, Est. I, vê-se junto da mica preta uma secção de quartzo, ao lado esquerdo, que permite ler angulos de 120°. Esta secção é normal ao eixo: é o *quartzo bipyramidado*.

O quartzo é rico em inclusões liquidas dispostas em fiadas ligeiramente curvas. Nesta preparação não consegui vêr nitidamente a característica bolha movel talvez por virtude do pequeno augmento de que dispunha (300 diametros); reconhece-se bem a côr levemente azulada destas inclusões.

Ha ainda outras inclusões, com acção sobre a luz polarisada (*rutilo?*) em prismas finissimos, e outras com fórma de *crystaes negativos*.

Em algumas plagas vêem-se aggregados de *crystaes* com vivas côres de polarisação, em feixes, que attribuo á *sillimanite* e que caracterisam o *quartzo sillimanitizado*.

## Ortoclase

É abundante e, como regra, pouco limpida quando observada em luz natural por virtude dos productos de alteração que a cobrem. A alteração é de tal fórma (Fig. 1, Est. I) que chegam a desaparecer as clivagens faceis porque a alteração caminha ao longo destas e vae ainda encher as inclusões do mineral.

As alterações principaes são: *mica branca e kaolim*. A mica branca apparece em estilhas (algumas de apparencia sericitica) no seio do feldspatho; é abundante. O kaolim cobre, como poeira, as plagas de feldspatho. É occasião de notar uma particularidade interessante da kaolinisação: parece ás vezes que aquella poeira poupou as clivagens já preenchidas por outros productos de côr esbranquiçada entre os nicoes cruzados e encheu de preferencia os intervallos entre clivagens. Esta particularidade é commum ás plagiolases.

Vêem-se na preparação algumas maclas de Carlsbad, uma dellas em *associação micropertthica* (albite em veias approximadamente parallelas no seio da ortoclase) e ainda em *associações micrographicas* ou *pegmatoides* (quartzo no seio da ortoclase).

A ortoclase fórma tambem o fundo dos crystaes de *microclina* que se reconhecem pelo reticulado caracteristico das suas lamellas.

Ha ainda na preparação um numero relativamente grande de crystaes de ortoclase que não pertencem a nenhuma das especies referidas. São secções que á primeira vista se confundem com o quartzo: grande limpidez, pouco alteradas, não macladas, sem clivagens e com inclusões. Em luz parallelas e com os nicoes cru-

zados dão côr de polarisação differente da do quartzo mas muito proxima. Em luz convergente indicam claramente que se trata de crystaes biaxiaes: umas vezes são ramos de hyperbole que passam no campo do microscopio e que, em logar de se deslocarem parallelamente aos fios do reticulo, vão esconder-se em algum dos quadrantes; outras vezes é a cruz negra que se desdobra em hyperboles. Attribuo estas secções não á ortoclase propriamente dita mas a um estado intermedio entre a *adularia* e a *sanidina* (1).

#### Feldspathos triclinicos

Na determinação das plagioclasses procurei sempre obter secções da zona perpendicular a  $g^1$ ; são as mais faceis de verificar e as que conduzem a resultados mais seguros. Os methodos de egual intensidade luminosa nas lamellas hemitropes favorecem o trabalho.

O primeiro crystal polysynthetico que observei deu  $14^\circ$  proximamente no angulo de extincção: é precisamente o caso de indeterminação entre as *albites* e as *andesites acidas*. Recorri então a um agrupamento de dois individuos maclados segundo a lei de Carlsbad formados cada um delles por lamellas macladas segundo a lei da albite. Aquelles dois individuos mostram-se claramente na posição a  $45^\circ$  dos fios do reticulo; partindo daqui, a differença das extincções das

---

(1) Devemos mencionar nesta altura a existencia de grande numero de bolhas de ar que cobrem estes e outros elementos da preparação.



lamellas em individuos differentes fez eliminar a albite. Trata-se pois duma *andesite acida* (1).

Na preparação apparecem ainda crystaes de *oligoclase* maclados segundo a lei da albite e bem constituídos. Para estes, as extincções são proximas de 5° na zona de symetria.

Apparecem ainda filetes de plagioclase junto da microclina cuja identificação é difficil não só por virtude da alteração mas ainda pela finura extrema das lamellas. Attribuo-os á *albite* visto esta associação ser, segundo todos os auctores, um caso geral.

Na Fig. 1, Est. I, apparece uma secção parallelogrammica duma plagioclase com relevo accentuado.

## B. Mineraes accessorios

### Apatite

Attribuo á apatite alguns crystaes de primeira consolidação dispersos pela rocha. Ha um signal petrologico de identificação da apatite que se reconhece em alguns prismas incluídos nos elementos essenciaes: é a linha escura ao longo do eixo do prisma ou a pontuação escura no centro da secção hexagonal.

A côr, em luz natural, é levemente azulada e dum dichroismo fraco. A côr, em luz polarisada, é o azul esbranquiçado.

---

(1) Devo dizer que a determinação da andesite foi verificada innumeras vezes com os recursos de investigação de que dispunha, não sendo possivel verificar este resultado com instrumentos mais aperfeiçoados e indispensaveis.

### Zircão

Em crystaes pequenissimos no seio das micas como na Fig. 1 da Est. III e na Fig. 2 da Est. V.

É transparente; côres de polarisação muito vivas mas difficeis de distinguir por causa das iriações da mica. Relevos fortes, o que origina o circulo negro caracteristico. Quando incluso na mica preta mostra bem as aureolas polychroicas caracteristicas como se vê nas figuras já citadas.

### Magnetite

Apparece na mica preta e na branca e ainda nos feldspathos. São crystaes negros, alguns com fórmulas polyedricas accentuadas sem acção sobre a luz polarizada; outras vezes a magnetite fórma os bordos das secções de mica como se esta tivesse exercido acção sobre a magnetite.

## C. Productos de alteração

### Mica branca

Já fallámos da mica branca como elemento essencial e de primeira constituição. Mas ha secções de mica branca que indicam claramente a sua origem como producto de transformação da mica preta. Observa-se nesta rocha o phenomeno photographado na Fig. 1 da Est. III: uma associação das duas micas, com a mesma orientação de lamellas e as mesmas inclusões. Ha secções de mica preta com grandes inclusões de base vi-

trea tendo no interior *crystallites* forrando as paredes da inclusa; estas inclusões observam-se ainda na mica branca. A mica branca epigenisa ainda o feldspatho.

#### Chlorite

É o mineral verde que acompanha as secções de mica preta. Pouco dichroica mas sempre nos tons verdes; o seu maximo de absorpção dá-se quando o da mica. A chloritisação está pouco avançada: é o primeiro estado da alteração. A mica tornou-se verde, menos dichroica e a chlorite conserva a orientação crystallina da mica; entretanto percorrendo a preparação encontra-se uma secção de chlorite com a disposição radiada das suas fibras.

#### Sillimanite

É principalmente um producto de alteração dos feldspathos. Aparece em feixes de lamellas divergentes ou em fitas formadas por prismas topo a topo enrolando-se caprichosamente e introduzindo-se pelos elementos da rocha. As côres de polarisação são analogas ás da mica branca.

#### Limonite

É relativamente abundante como alteração da magnetite que se torna translucida nos bordos das secções e apparece amarellada em luz natural.

## Kaolim

Já referimos a sua presença, em grande quantidade, alterando o feldspatho.

A estrutura da rocha mostra que todos os elementos essenciaes são em grãos visiveis a olho nú, desenvolvidos egualmente em todos os sentidos. É a *estructura macissa*. O exame microscopico mostra a *textura holocrystallina*, e ainda revela que alguns elementos (apatite, magnetite, zircão, algum quartzo e plagioclases) são *idiomorphicos*, emquanto outros (micas, a maioria do quartzo e feldspathos monoclinicos) affectam a forma de plagas irregulares moldando-se aos elementos contiguos.

Attendendo aos caracteres já descriptos, julgo esta rocha uma transição do granito para o granulito; e, para lembrar a plágioclase caracteristica, podemos classificar-a como um *granito*, passando a granulito, *andesitico*.

Os factos principaes que nesta rocha chamam a attenção do observador são: a *textura granitica*, as *associações pegmatoide e micropertthitica*, os *nucleos escuros* da mica preta e as *aureolas polyeroicas* em volta das inclusões de zircão, a *alteração da mica* (chloritisação e transformação em mica branca).

Vid. Est. I, Fig. 1.

1.200<sup>m</sup>S 20<sup>o</sup>E da Igreja de Lordello

Rocha de tom geral pardacento; o fundo feldspathico pouco alterado. Grão fino, mais coherente que a antecedente. As pontuações de mineraes escuros muito abundantes. O tom amarellado da limonite menos abundante que na antecedente. Estructura massiça.

## A. Mineraes essenciaes

Esta rocha não differe da antecedente nos mineraes essenciaes; por isso faremos menção apenas daquillo que merece a attenção do observador.

A *mica preta* apresenta particularidades interessantes. Encontram-se algumas secções parallelas á base, sem polychroismo, sempre extinctas entre os nicos cruzados.

Mas o facto mais curioso a observar é a transformação da mica preta em *productos chloritosos*, podendo examinar-se na preparação quasi todos os estados de transformação desde a mica preta normal á *chlorite* photographada ao centro da Fig. 2 da Est. I. Ao principio a mica começa a tornar-se verde em algumas lamellas; á medida que vae progredindo a mu-

dança de côr vão apparecendo pequenos prismas escuros que se dispõem em varias direcções parecendo, como na figura citada, que aquelles prismas se cruzam de preferencia num angulo que faz lembrar o angulo da clivagem da amphibola; de facto, se não fosse a observação cuidadosa de todos aquelles successivos estados de transformação, o mineral photographado ao centro da figura referida poderia ser tomado como uma amphibola alterada cujas clivagens estivessem sublinhadas por productos ferruginosos. Sobre a natureza daquelles prismas escuros, inclino-me a considerar uns como productos ferruginosos (*magnetite* e *pyrite de ferro*), outros como *rutilo*; effectivamente, examinando com a lamina de gesso alguns delles, observa-se que não são absolutamente isotropicos, antes accusam uma leve birefringencia por virtude da mudança de côr em quadrantes successivos.

Alguns grãos de *quartzo* apresentam a *extincção ondeante*.

As associações dos mineraes, e alteração dos feldspathos são como na rocha antecedente.

Nas plagioclases verifica-se a *oligoclase* e a *albite* (1).

---

(1) Julgo conveniente prevenir o observador contra algumas soluções de continuidade que se observam na preparação. Como foram feitas ao executar o córte delgado ficaram com algum pó de esmeril. São faceis de conhecer ao microscopio.

ESTAMPA I

## ESTAMPA I

### Fig. 1

*Granito andesítico, 750<sup>m</sup>E da Igreja de Ramalde  
(40 diametros)*

A photographia mostra o quartzo (1), mica branca (2), a ortoclase (3) coberta pelo kaolim, a mica preta (19) pouco chloritizada mostrando os traços de clivagem, a oligoclase (6) tambem kaolinizada. Contiguo á mica preta e ao fundo desta vê-se um crystal parallelogrammico que attribuo a uma plagioclase; o seu relevo é maior que o do quartzo que a cerca; o exame em luz convergente parece indicar que se trata de uma face quasi parallela a  $g^1$ ; este crystal pertence, muito provavelmente, a uma andesite. As pontuações mais escuras da photographia são em parte devidas ao kaolim e productos de alteração do feldspatho e em parte á magnetite.

### Fig. 2

*Granito, 1.200<sup>m</sup>S 20<sup>o</sup>E da Igreja de Lordello  
(80 diametros)*

Ao centro da photographia vê-se um crystal de chlorite com inclusões de productos ferruginosos e rutilo (?); resultou da alteração da mica preta. O seu aspecto lembra o de uma amphibola alterada cujas clivagens fossem sublinhadas por productos ferruginosos; observando com cuidado nota-se uma só clivagem na direcção longitudinal e ainda se vê que as inclusões escuras se dispõem em todos os sentidos. A parte superior da figura mostra uma associação de feldspatho (alterado) e quartzo (limpido). Ao fundo da figura está a oligoclase (6) tambem alterada; verifica-se na figura que as pontuações escuras da alteração seguem o parallelismo das lamellas. Ao lado direito grandes plagas de mica branca (2) e ao esquerdo a ortoclase kaolinizada.



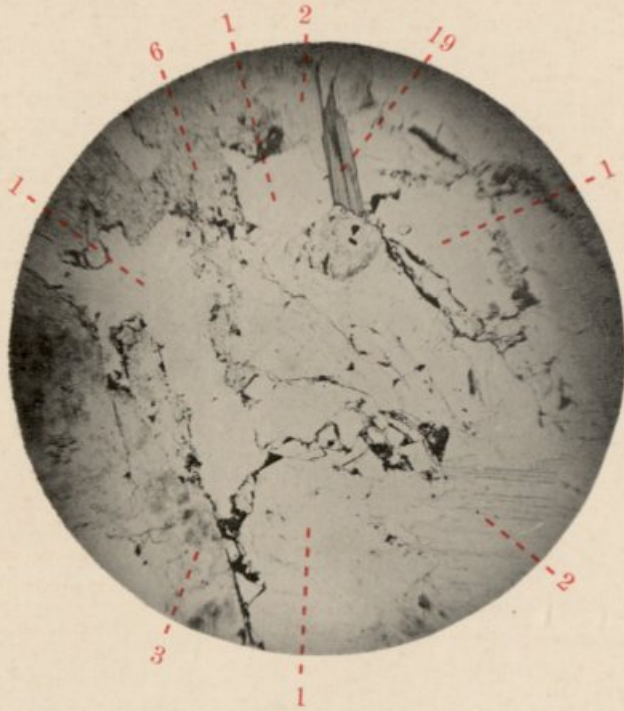


Fig. 1

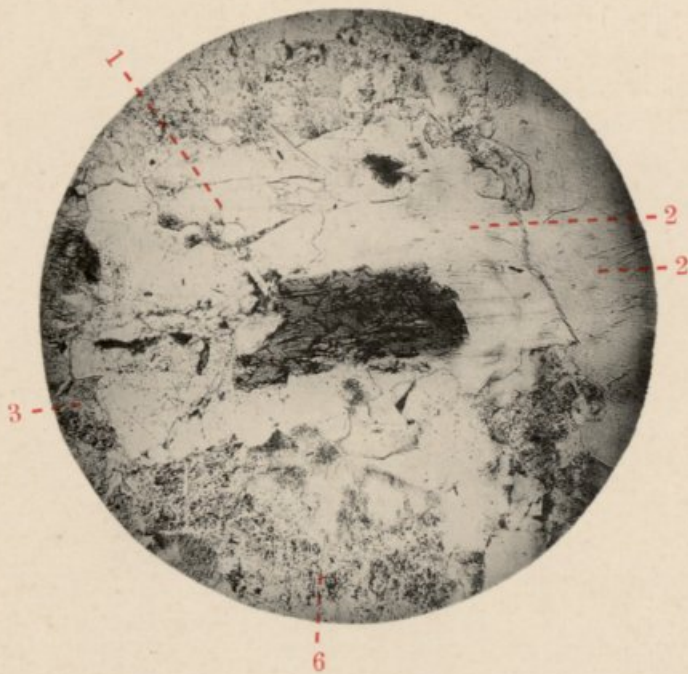
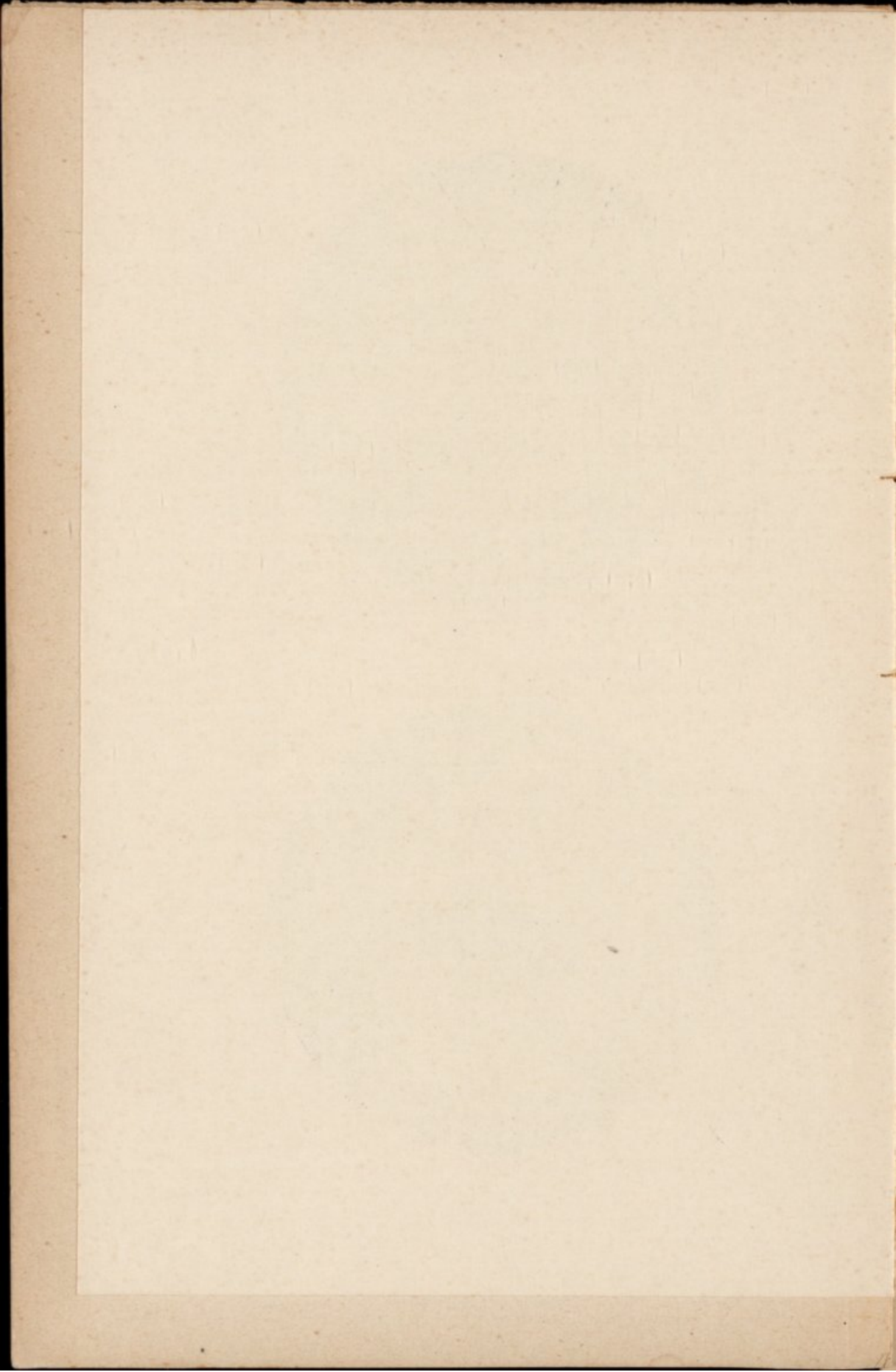


Fig. 2



### B. Mineraes accessorios

Os mesmos que na preparação antecedente. São menos frequentes as aureolas polychroicas em volta do zircão o que era de esperar visto a mica preta ter soffrido maiores alterações.

### C. Productos de alteração

Os mesmos que na rocha antecedente. A alteração da mica dá origem tambem a alguma magnetite e a *polarisações de aggregado* devidas á formação de productos mal diferenciados em que muito provavelmente entram *carbonatos*.

---

Esta rocha é um *granito*, passando a granulito.

Os factos principaes que chamam a attenção do observador são, além dos já citados na primeira rocha, a *decomposição da mica preta* e algumas plagas de ortoclase onde se distinguem as clivagens com mais nitidez que a antecedente.

Vid. Est. I, Fig. 2.

N.º 5

### 2000<sup>m</sup>S 20<sup>o</sup>O da Igreja de Lordello

Rocha de tom geral cinzento, muito dura, fractura sub-conchoidal. De onde a onde grãos amarellados de pyrite de ferro.

#### A. Mineraes essenciaes

##### Quartzo

Póde dizer-se que quasi toda a preparação é formada por grãos de quartzo a ponto de ser facil considerar esta rocha como a rocha de quartzo ou como *quartzito*. Devemos porém attender aos caracteres seguintes: 1.º ha grãos de quartzo de duas especies inteiramente distinctas: *grãos muito grandes* com numerosas fiadas de inclusões visiveis na Fig. 1 da Est. II e *grãos microscopicos* que só se tornam visiveis entre os nicoes cruzados e que parece terem sido formados ao longo dos bordos dos outros grãos; 2.º todo o quartzo tem a *extincção ondeante*; 3.º os grãos de quartzo mostram uma *disposição orientada* que é revelada ainda por *estilhas de mica* muito alterada que se vêm na preparação.

### Ortoclase

Descobrem-se alguns crystaes de ortoclase mas em proporção muito pequena.

### B. Mineraes accessorios

#### Pyrite de ferro

É abundante. Na Fig. 1, da Est. II vê-se ao centro um aggregado de crystaes de *pyrite de ferro*. Tapando com a mão a entrada da luz no polarizador pôde observar-se, em luz reflectida, a côr amarellada da pyrite muito differente da côr azulada da magnetite. Pela preparação vêem-se dispersos innumerous crystaes de pyrite.

#### Mica preta

Apparecem algumas estilhas e uma inclusão muito longa que se pôde ver, mesmo á vista desarmada, examinando a preparação por transporencia. Esta inclusão parece ter sido injectada por uma rocha visinha.

### C. Productos de alteração

Citaremos a *limonite* e os já conhecidos productos de decomposição da mica.

---

Ao classificar esta rocha devemos attender á circumstancia de estar no terreno junta ou encravada na

rocha n.º 4 que vamos descrever e que é uma rocha nitidamente schistosa. Attendendo ainda á disposição orientada dos seus elementos, classificaremos a rocha em estudo não como um quartzito mas sim como uma transição para o *schisto quartzitico*. É frequente na natureza esta associação dos schistos crystallinos, ou antes, a passagem dos schistos crystallinos propriamente ditos ao schisto quartzitico; observa-se com facilidade em quasi todas as regiões schistosas.

O facto mais importante que chama a attenção do observador é a interposição de pequeninos grãos de quartzo entre os grãos de maiores dimensões; este phenomeno liga-se, com probabilidade, a acções metamorphicas.

Vid. Est. II, Fig. 1.

2000<sup>m</sup>S 20°O da Igreja de Lordello

Rocha schistosa, eminentemente ferruginosa, em capas alternadamente distintas. Umas de côr cinzenta escura, coherentes, outras de côr amarellada, devida á abundancia de limonite, já em grande avanço de decomposição.

A. Mineraes essenciaes

São os elementos essenciaes do schisto crystallino:

a) o *quartzo*, sob o typo granulitico, em globulos arredondados, com poucas inclusões, dando em luz polarisada bellos exemplos de *extincção ondeante*;

b) a *ortoclase*, em grãos de dimensões comparaveis ás do quartzo. O quartzo e ortoclase apparecem ainda em associação microgranulitica (Fig. 2, Est. II) juntamente com a mica preta e productos de alteração;

c) a *mica preta*, em estilhas dispersas pela preparação, transformada em mica branca e alguns productos chloritosos. O seu polychroismo é muito pequeno e o estudo da mica preta é difficil porque a limonite abraça quasi todos os elementos da rocha.

Na preparação ha grandes soluções de continuidade: o córte delgado rasgou os elementos e separou-os. O

microscopio accusa bem estas grandes lacunas algumas das quaes vão photographadas na figura referida.

A preparação que não foi feita transversalmente á direcção da schistosidade, accusa entretanto regiões menos alteradas com grãos de maiores dimensões e outras mais alteradas, mais abundantes em productos ferruginosos. É o que se nota na figura respectiva.

#### B. Mineraes accessorios

É principalmente a *pyrite de ferro*. Em grãos crystallinos de varias dimensões, alguns alinhados ou orientados em movimento fluidal. A sua percentagem é muito grande, o que leva a suppor que na região passam ou passaram aguas sulfurosas.

#### C. Productos de alteração

Citaremos a *limonite* que é abundantissima e que consideramos como resultado da hydratação dos productos ferruginosos. É a limonite que dá á preparação o tom amarellado que é abundante em toda ella.

A extensão do deposito de limonite conhece-se bem em luz reflectida; basta tapar a entrada do polarizador para se notar a côr amarellada, mais ou menos acinzentada, característica.

---

Classificamos esta rocha como um *schisto crystallino* eminentemente ferruginoso.

Os factos principaes a observar na preparação são: a *abundancia do deposito limonitoso* e a maneira como



ESTAMPA II

## ESTAMPA II

### Fig. 1

Rocha de transição para o *schisto quartzítico*,  
2.000<sup>m</sup>S 20°O da Igreja de Lordello  
(80 diâmetros)

A photographia mostra um aggregado de grãos de quartzo, alguns (1) de dimensões relativamente grandes. O exame entre os nicos cruzados mostra que entre aquelles grãos ha outros, de quartzo tambem, mas de dimensões muito menores, enchendo o intervallo entre os primeiros. A figura mostra grande numero das inclusões do quartzo. No centro vê-se um aggregado de grãos de pyrite de ferro; toda a preparação é coberta por crystaes muito pequenos de pyrite que parecem irradiar do aggregado central.

### Fig. 2

*Schisto crystallino*, 2.000<sup>m</sup>S 20°O da Igreja de Lordello  
(80 diâmetros)

A figura denuncia as duas faxas ou capas a que me refiro no texto: uma mais coherente onde se vê a ortoclase (3) e outra muito alterada onde entra o micrógranulito (51). A letra S indica lacunas ou espaços vãos no corte delgado. A photographia indica ainda a extensão do deposito limonitoso e a abundancia de grãos de pyrite; todos estes productos ferruginosos formam a parte escura da photographia.

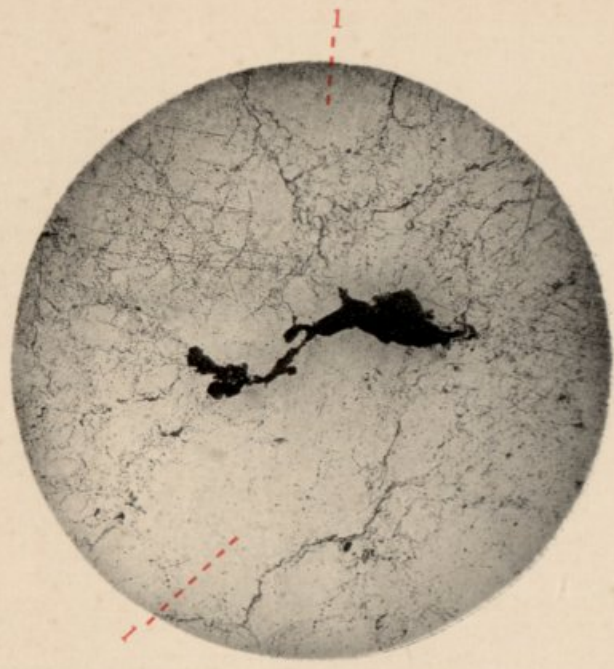


Fig. 1

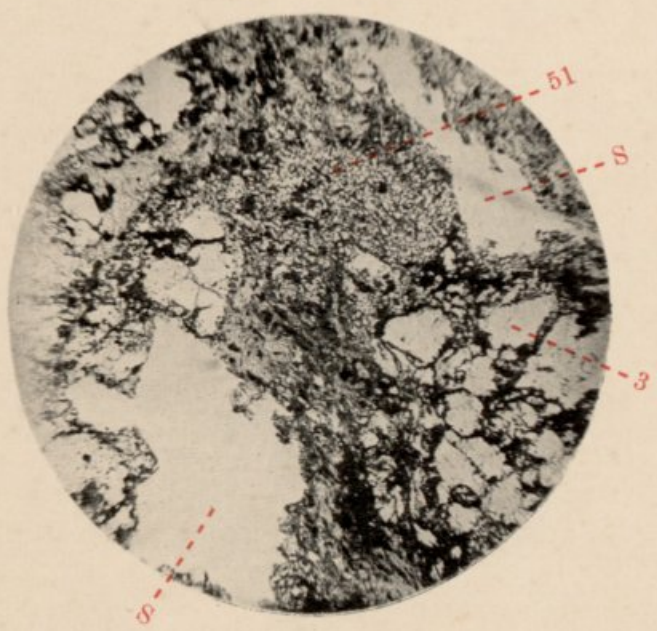
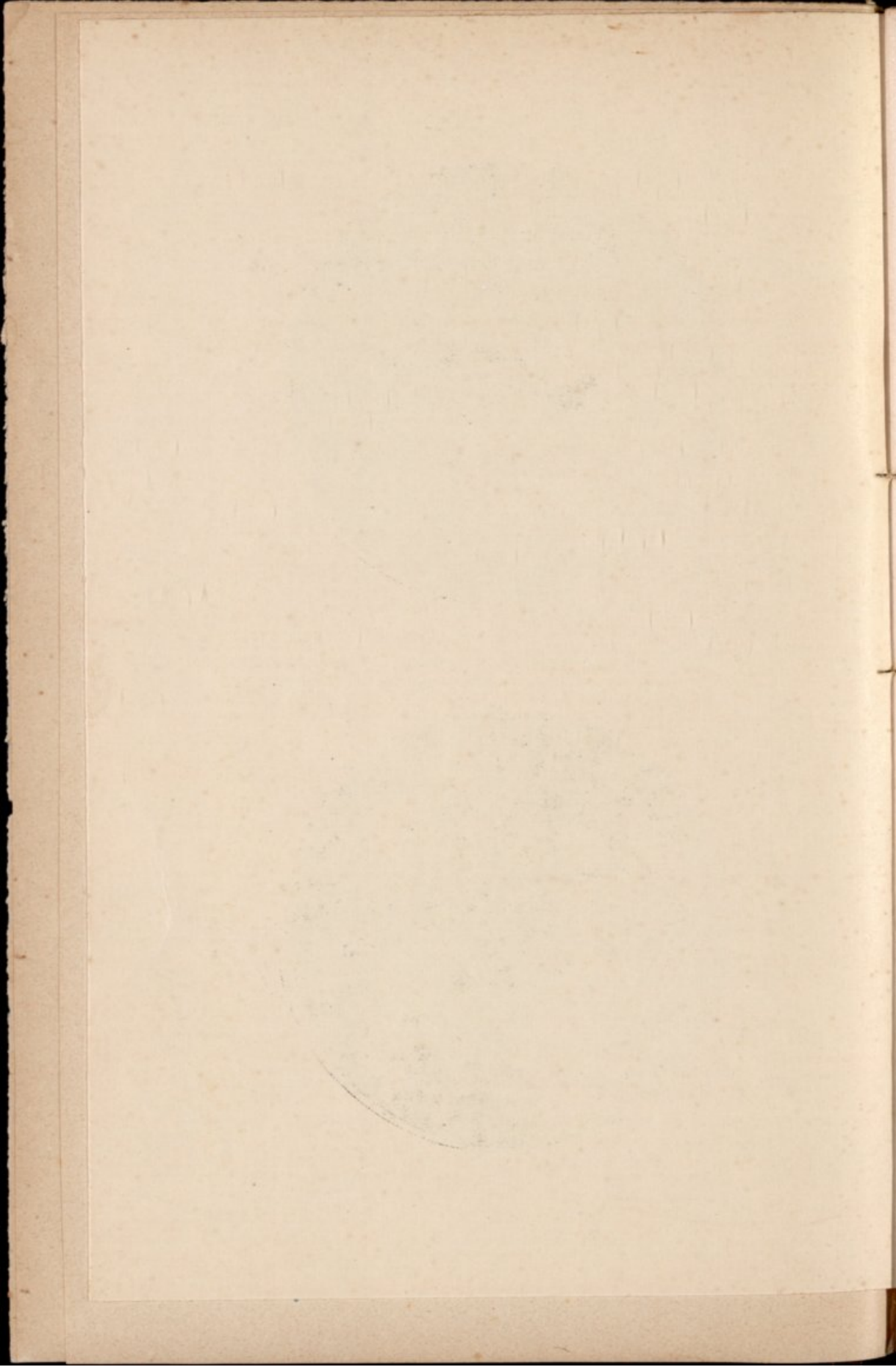


Fig. 2



este vae abraçando quasi todos os elementos da preparação, a *textura fluidal* que se observa em algumas regiões da preparação e que é denunciada não só pela orientação de alguns elementos mas ainda pelo arrastamento dos granulos de pyrite.

Vid. Est. II, Fig. 2.

## Ponte de D. Luiz I

Rocha analoga aos granitos da Estampa I; é um *granito* como elles. Vamos entretanto sublinhar os factos que merecem menção.

Esta preparação é muito conveniente para a observação da *ortoclase*, *microclina*, *micropertite*, *maclas da albite* e *periclina* porque estes mineraes e associações são bem visiveis nesta preparação. Assim, observam-se melhor as clivagens da ortoclase, o reticulado caracteristico das lamellas de microclina, a associação micropertitica e finalmente vê-se numa oligoclase bem constituida a associação das maclas da albite e da periclina; aqui as quatro series de lamellas hemitropes extinguem-se simultaneamente duas a duas.

Apparece como elemento accessorio nesta preparação o mineral que vae designado com o n.º 20 na Fig. 1 da Est. III. Entre os nicoes cruzados o mineral apresenta uma pseudo-isotropia optica; entretanto a interposição da lamina de gesso denuncia uma leve birefringencia por virtude do apparecimento do azul e amarello em quadrantes alternados emquanto se faz a rotação da platina. O mineral é incolor, com inclu-

sões ferruginosas, fendido em varias direcções que não lembram clivagens; o seu aspecto é rugoso e com relevo accentuado. As inclusões ferruginosas atacam o mineral do centro para a periphéria onde formam um envolvero continuo mas irregular. Não obstante a falta das clivagens características julgo o mineral em estudo uma pyroxena alterada (*diopside?*).

Desta fórma o *granito* será da variedade *pyroxenica*.

Vid. Est. III, Fig. 1.

N.º 6

200<sup>m</sup>N 40°O do Castello de S. João  
da Foz do Douro

Rocha de estructura macissa, de côr cinzenta esverdeada muito escura; em algumas superficies da fractura revela uma disposição zonada dos elementos componentes. Esta rocha é banhada pelo mar. Muito dura.

**Elementos essenciaes e accessorios**

Os mesmos do granito; entretanto esta rocha é um granito de nova especie como veremos depois de fazer a sua descripção microscopica.

O primeiro phenomeno micro-petrographico a observar é a *profunda alteração da mica preta*. Percorra-se a preparação sempre junto dos bordos e, em certa altura, encontraremos uma multidão de *pequeninos prismas verdes* aciculares envolvendo um pequeno numero de plagas de mica muito polychroica, um grande numero de cristaes escuros de pyrite e magnetite e ainda grandes plagas duma substancia esbranquiçada com laivos acastanhados que, em luz polarisada e entre os nicoes cruzados, dão a polarisação de aggregado.



Os prismas a que acima me refiro vão apparecer na photographia na direcção norte-sul ao lado esquerdo onde são designados pelo n.º 37. Naquelle conjuncto notam-se ainda crystaes de côr esverdeada: são crystaes de oxydo de ferro. Todo este conjuncto é um producto, já muito avançado, da decomposição da mica preta.

Aquelles crystaes prismaticos esverdeados que apparecem em grande profusão devem ser referidos á *chlorite* e não á substancia que alguns auctores attribuem á *viridite* visto esta apparecer em associações onde domine a serpentinisação que neste logar não encontramos.

A *magnetite* é aqui um producto de alteração da mica e vae apparecer na photographia em crystaes escuros.

Outro phenomeno a registar é a *disposição zonada* dos elementos. Tomando a preparação e examinando-a com a lupa reconhece-se já a orientação zonada dos elementos que o microscopio mais claramente vae denunciar.

Vêem-se ainda nesta preparação grande numero de *fendas* que atravessam as plagas de quartzo e ortoclase e que estão preenchidas com elementos micaceos e seus derivados. Deve registar-se que a orientação destas fendas é approximadamente *normal* á disposição zonada ou ao emmaçamento dos elementos. É o que a photographia mostra: nella vêem-se approximadamente na direcção leste-oeste as fendas a que me refiro, ao passo que os elementos corados em luz natural tomam a disposição norte-sul. Attribuo estas fendas a pressões exercidas sobre a rocha.

A presença da *pyrite de ferro* nesta rocha torna a

lembrar, como para a rocha n.º 4, a acção de aguas sulfurosas.

Esta rocha é um *granito gneissico* ou *gneiss* ferruginoso.

Na Fig. 2 da Est. III observa-se a orientação paralela dos elementos; vêem-se estilhas de mica preta, resultado da desagregação das grandes plagas de mica. O exame mostra que este *gneiss* não deve ser considerado como uma rocha que deva a sua estructura directamente a uma origem ignea mas antes como uma rocha metamorphisada pelo calor e por acções mechanicas.

Os factos principaes a estudar nesta preparação são: a *profunda alteração da mica* e a *disposição zonada* em conjugação com a disposição das fendas.

Vid. Est. III, Fig. 2.

ESTAMPA III

### ESTAMPA III

#### Fig. 1

*Granito pyroxenico* (?), Ponte D. Luiz I  
(80 diametros)

A photographia mostra uma associação caracteristica de mica preta (19) e branca (2). Estes dois mineraes estão em orientação crystallina perfeitamente analogica; as lamellas continuam-se parallelamente, a extinção dá-se ao mesmo tempo para ambos. Insistimos nos nucleos escuros da mica preta e nas aureolas em volta do zircão. A figura mostra ainda o diopside (?) (20), a oligoclase (6) e a ortoclase (3) com pontuações opacas de kaolim e mica branca.

#### Fig. 2

*Gneiss*, 200°N 40°O do Castello de S. João da Foz do Douro  
(80 diametros)

O fundo da photographia é formado por quartzo e feldspato cortados por fendas que correm approximadamente na direcção leste-oeste. Nota-se ainda a disposição zonada, na direcção norte-sul, das estilhas de mica preta (19) e dos productos chloritosos (37) que resultam da alteração da mica. Os mineraes escuros são magnetite e pyrite de ferro.

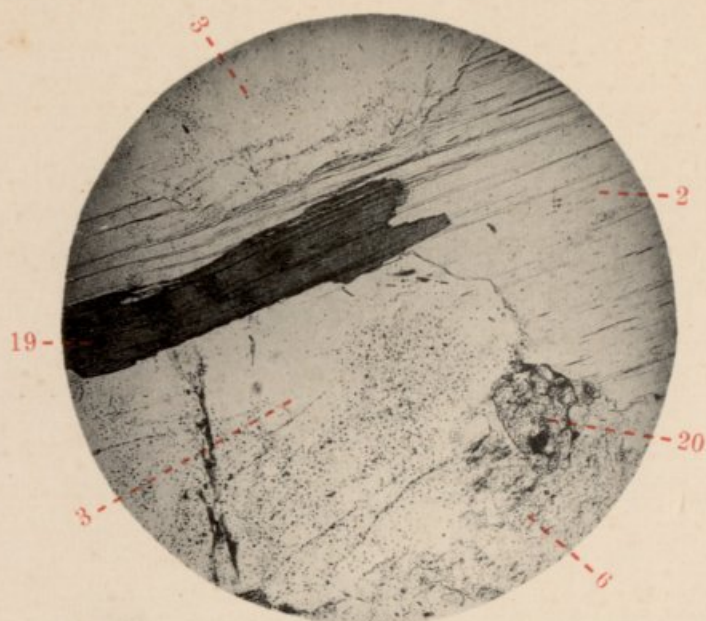


Fig. 1

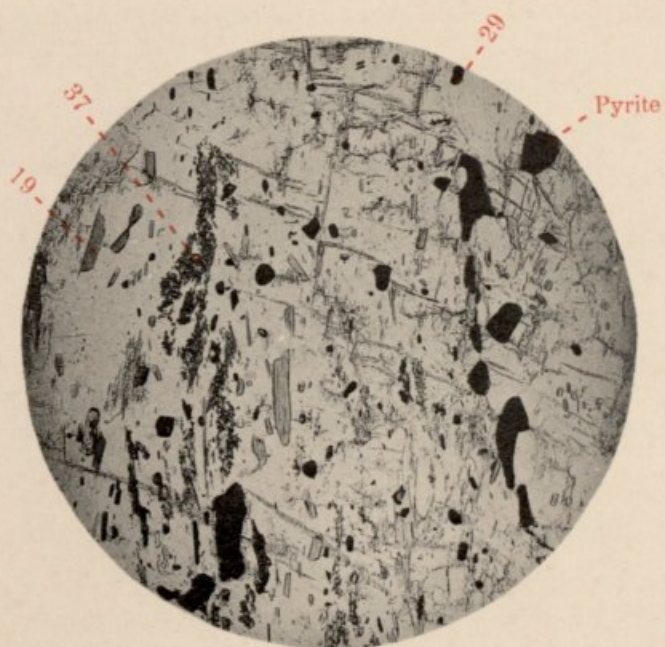
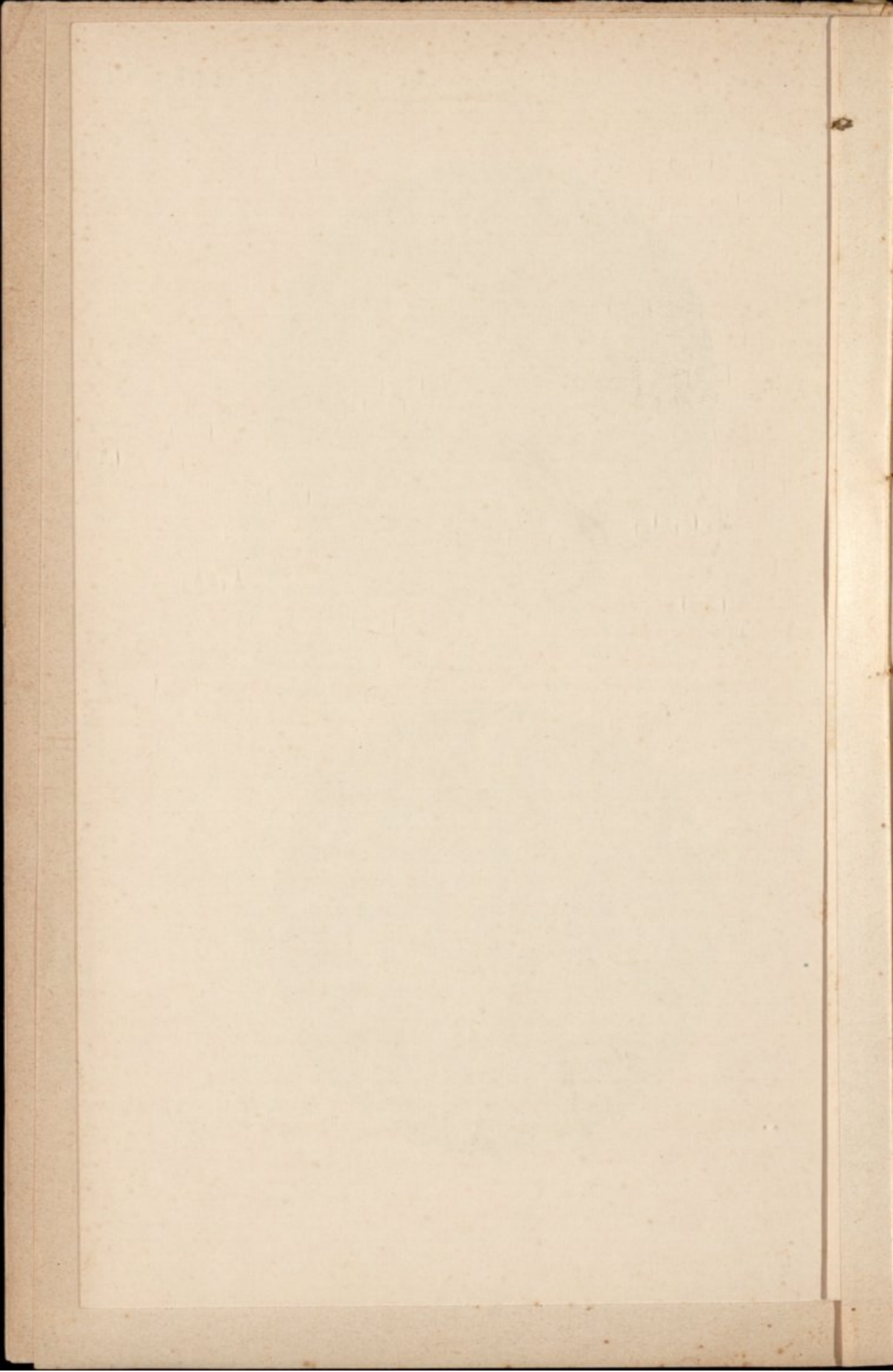


Fig. 2



N.º 7

1400<sup>m</sup>N 20<sup>o</sup>O do Castello de S. João  
da Foz do Douro

Esta rocha apresenta os mesmos caracteres macroscopicos da antecedente.

Esta rocha é um *gneiss* como a antecedente mas o corte delgado foi feito na direcção do emmaçamento dos elementos. É assim que o exame microscopico do corte respectivo, em parte photographado na Fig. 1 da Est. IV, não apresenta indicios da estrutura zonada.

Esta rocha está profundamente decomposta mas a decomposição progrediu de maneira differente da anterior. Assim o *feldspatho*, em grandes plagas, apresenta, além da kaolinisação, a alteração em mica branca; é curioso observal-a na plagioclase onde as pequeninas lamellas de mica branca seguem o parallelismo das lamellas hemitropes.

A *plagioclase* é muito abundante em grandes *crystaes* cuja observação é instructiva. Vêm-se maclas de albite combinadas com as da periclina, mostrando a extincção aos pares de quatro series de lamellas;

observa-se que a extincção dum dos pares não é simultanea, facto que a theoria explica. Vêem-se cortes de plagioclases em direcção obliqua ao plano de macla e outros em direcção quasi perpendicular; por estes pode concluir-se que a plagioclase é *oligoclase* ou muito proxima desta.

A decomposição da *mica preta* não segue como na rocha antecedente; parece que a chloritisação parou em certa altura e que a mica foi absorvida pelos elementos visinhos, lamella por lamella, de forma a verem-se lamellas isoladas no seio da preparação. No centro da Fig. 1 da Est. IV vêem-se claramente lamellas dispersas de mica preta rodeadas por productos ferruginosos que attribuo á *pyrite de ferro*.

Encontra-se no seio da preparação um crystal de ortoclase cujas clivagens foram preenchidas por *productos esbranquiçados* que sobresaem nitidamente quando o mineral está extinto. É provavel que estes productos provenham da alteração da mica preta.

O *quartzo* apresenta-se limpido em granulos ou crystaes arredondados, em menor proporção que o feldspatho. Parte do quartzo apparece ainda no seio do feldspatho como producto de consolidação posterior ao mineral envolvente; pela sua fórma e extincção attribuo-o a *quartzo de corrosão*.

Vid. Est. IV, Fig. 1.



N.º 8

### Rua de Gonçalo Christovam

Esta rocha apresenta a estructura macissa e os caracteres macroscopicos de um granito muito alterado.

A rocha granitica da rua de Gonçalo Christovam não differe dos granitos de Ramalde e Lordello já descriptos. Entretanto sob o ponto de vista micro-petrographico apresenta duas particularidades interessantes.

A primeira é a chloritisação da mica preta effectuada de tal maneira que a preparação microscopica offerece varios exemplares de chlorite caracteristica. No centro da Fig. 2 da Est. IV vê-se um destes exemplares. A *chlorite* apparece formada por fibras entrelaçadas umas nas outras de fórma que os seus folhetos ou lamellas não são parallelas como os da mica donde ella derivou. Com o objectivo 7 reconhece-se a *estructura fibrosa* com innumeradas radiações.

A segunda é a formação de *productos carbonatados*. O apparecimento destes deve explicar-se pela presença de feldspathos calcicos. Ha algumas secções de mica completamente transformadas em plagas que, entre os

nicoes cruzados, apparecem com iriações cinzentas, rosadas e azuladas que indicam a formação de calcite ou aragonite á custa dos elementos da rocha. Não ha indicios das clivagens faceis da calcite ou da aragonite.

Vid. Est. IV, Fig. 2.

ESTAMPA IV

## ESTAMPA IV

### Fig. 1

*Gneiss*, 1,400<sup>m</sup>N 20°O do Castello de S. João da Foz do Douro  
(80 diametros)

O cóрте delgado não foi feito na direcção perpendicular ao emmaçamento. Ao centro da figura vêem-se lamellas de mica preta muito decomposta cercadas por productos ferruginosos. A figura mostra ainda grandes plagas de ortoclase (3) e oligoclase (6) cercando a mica. As pontuações escuras que se vêem na ortoclase e ainda na plagioclase são devidas mais á formação da mica branca do que á kaolinisação.

### Fig. 2

*Granito*, Rua de Gonçalo Christovam  
(80 diametros)

Ao centro da figura vê-se um crystal de chlorite proveniente duma plaga de mica preta; no seio das fibras de chlorite ha ainda algumas lamellas de mica preta muito polychroica. Em S está um rasgamento no cóрте delgado e junto delle granulações chloritosas (37) contiguas a um outro crystal de chlorite. A figura mostra ainda a mica branca (2), o quartzo (1) e a ortoclase (3).

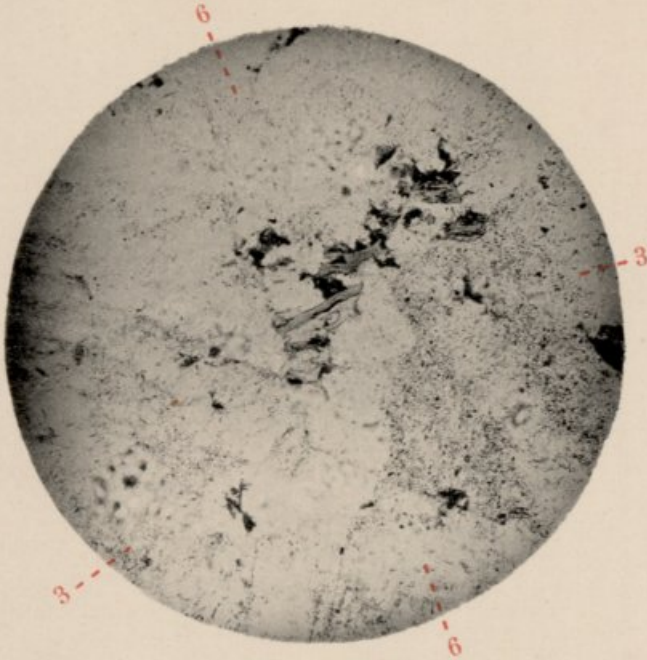
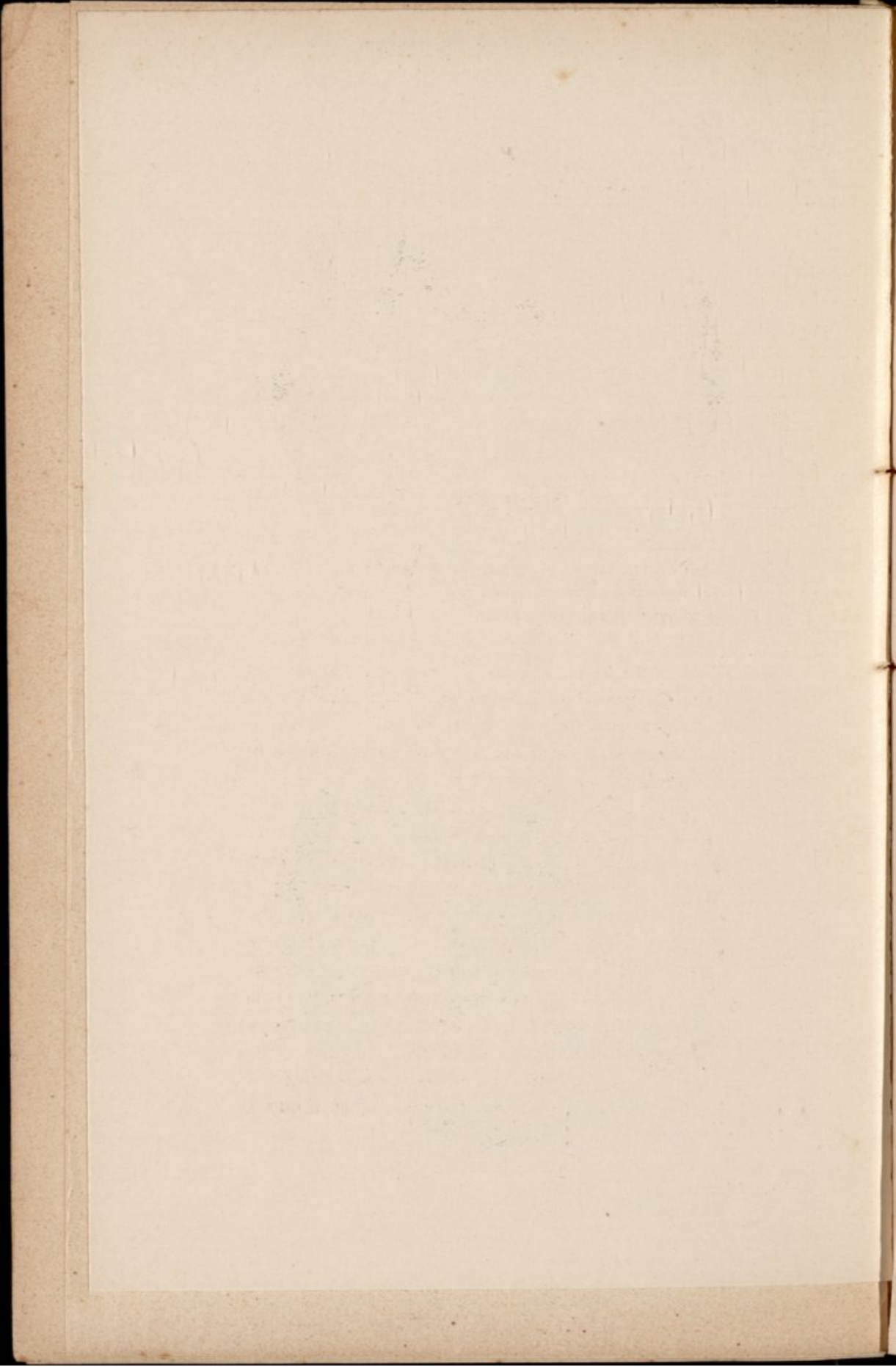


Fig. 1



Fig. 2



N.º 9

### Monte Pedral

Rocha de estructura macissa, de cõr esbranquiçada mais clara que a cõr dos granitos já descriptos. O exemplar denuncia profunda alteração da rocha.

Esta rocha é um *granito* que offerece um exemplo notavel de alteração. A preparação apresenta regiões, como a que está photographada na Fig. 1 da Est. V, que auctorisam a dizer que a rocha, naquelles pontos, não é nada do que foi.

Entre os elementos essenciaes salientam-se os crystaes de *oligoclase* bem constituidos.

A mica preta soffreu profundas alterações em *chlorite*, *carbonatos* e *mica branca*. O primitivo parallelismo das suas lamellas é denunciado pelos granulos de pyrite de ferro que se vêem na figura alinhados na situação em que primitivamente estavam. A formação de productos carbonatados é denunciada pelas iriações características que se observam quando ao microscopio se examina um crystal de calcite. Estas iriações juntas ás brilhantes côres de polarisação da mica branca dão ás regiões alteradas, como a que foi

photographada, um aspecto caracterizado pela profusão de côres vivas (amarello, carmim, azul) associadas umas ás outras e fazendo transições que lembram a polarisação de aggregado. Da primitiva mica preta restam algumas lamellas, ou melhor, alguns laivos acastanhados cujo polychroismo é pouco accentuado. Estas lamellas ou laivos acastanhados vêem-se na figura como sombras separadas por espaços claros.

A região photographada está quasi completamente cercada por feldspathos triclinicos cuja determinação é difficil em alguns; noutros que apresentam secções da zona de symetria, foram determinados angulos de extincção que levam a classifical-os como *oligoclase*.

De resto, esta rocha apresenta os elementos do *granito* com profunda kaolinisação da ortoclase.

Vid. Est. V, Fig. 1.



N.º 10

### 500<sup>m</sup>S 7<sup>o</sup>E do Castello do Queijo

Rocha de estructura macissa, como a dos granitos, de grão medio; cõr cinzento-clara, com innumeradas pontuações escuras. Muito coherente. Pouco alterada.

Esta rocha não merecia menção especial se não contivesse uma plaga de mica photographada na Fig. 2 da Est. V cujo exame é muito util em petrologia.

O polychroismo daquella secção de mica preta é o mais accentuado que tenho observado nas rochas estudadas; vae de um amarello muito claro ao acastanhado muito escuro. As clivagens são nitidas e a cõr de polarisação apresenta a sua iriação caracteristica.

Mas as *inclusões* desta mica merecem mais detalhadas referencias. Vêem-se, em primeiro logar, os *nucleos escuros* caracteristicos onde o pigmento está mais condensado. Em segundo logar vemos as *inclusões de zircão* rodeadas pelo *circulo escuro* ou *aureola* que desaparece nas posições de minima absorpção quando se estuda o polychroismo.

As *inclusões* mais curiosas são as de *apatite* que apparecem em secções hexagonaes (normaes ao eixo)

e em secções rectangulares (parallelas ao eixo). A photographia conseguiu reproduzir o *ponto escuro* no centro das secções hexagonaes e a *linha escura* na direcção do eixo das secções longitudinaes; nestas vê-se tambem na photographia a clivagem basal. As secções hexagonaes de apatite ficam sempre escuras entre os nicoes cruzados; as outras tomam côres de polarisação dum branco azulado e com ellas é possivel verificar o signal negativo da apatite.

Além destas inclusões nota-se uma *plagioclase* cuja identificação não pode obter. A rocha é um *granito*.

Vid. Est. V, Fig. 2.

ESTAMPA V

## ESTAMPA V

### Fig. 1

*Granito*, Monte Pedral  
(80 diametros)

A photographia incidiu sobre tres plagas de mica preta (19) profundamente alteradas. Vid. texto. Vêem-se na figura ainda algumas lamellas de mica e os grãos escuros de pyrite de ferro, cuja disposição denuncia o primitivo parallelismo das lamellas de mica. As plagas de mica são cercadas quasi completamente por cristaes de oligoclase (6) o que explica a formação de productos carbonatados.

### Fig. 2

*Granito*, 500°S 7°E do Castello do Queijo  
(80 diametros)

A photographia mostra uma grande plaga de mica preta com inclusões de apatite (*a*), zircão (*z*) e uma plagioclase (*P*). Vid. texto. Em S ha um rasgamento da preparação onde se vê algum esmeril. A mica está rodeada por granulos de pyrite e magnetite. Em (4) está a microclina e o resto da photographia é preenchido por quartzo (1) e ortoclase (3). Em (19) está outra plaga de mica com inclusões ferruginosas.

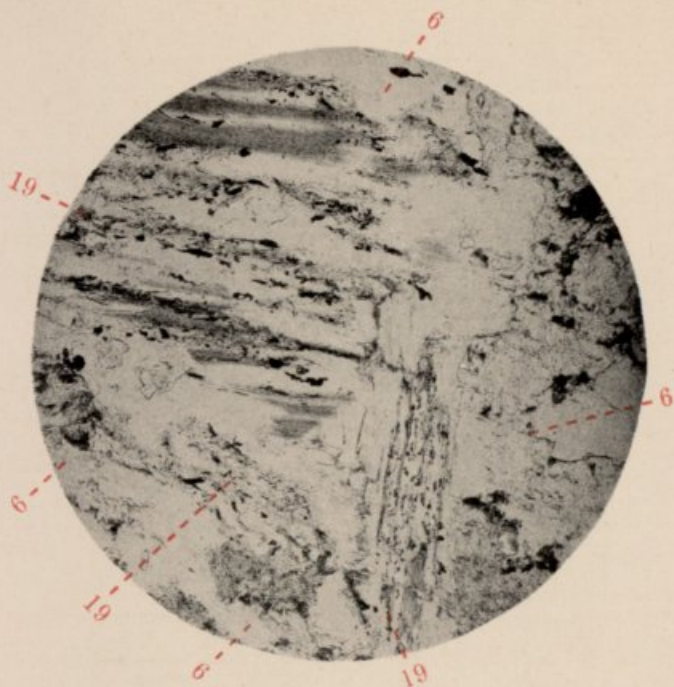


Fig. 1

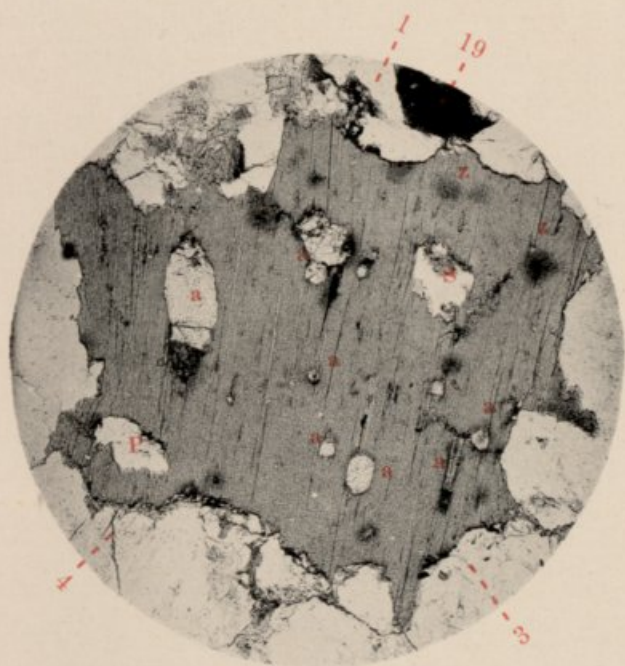
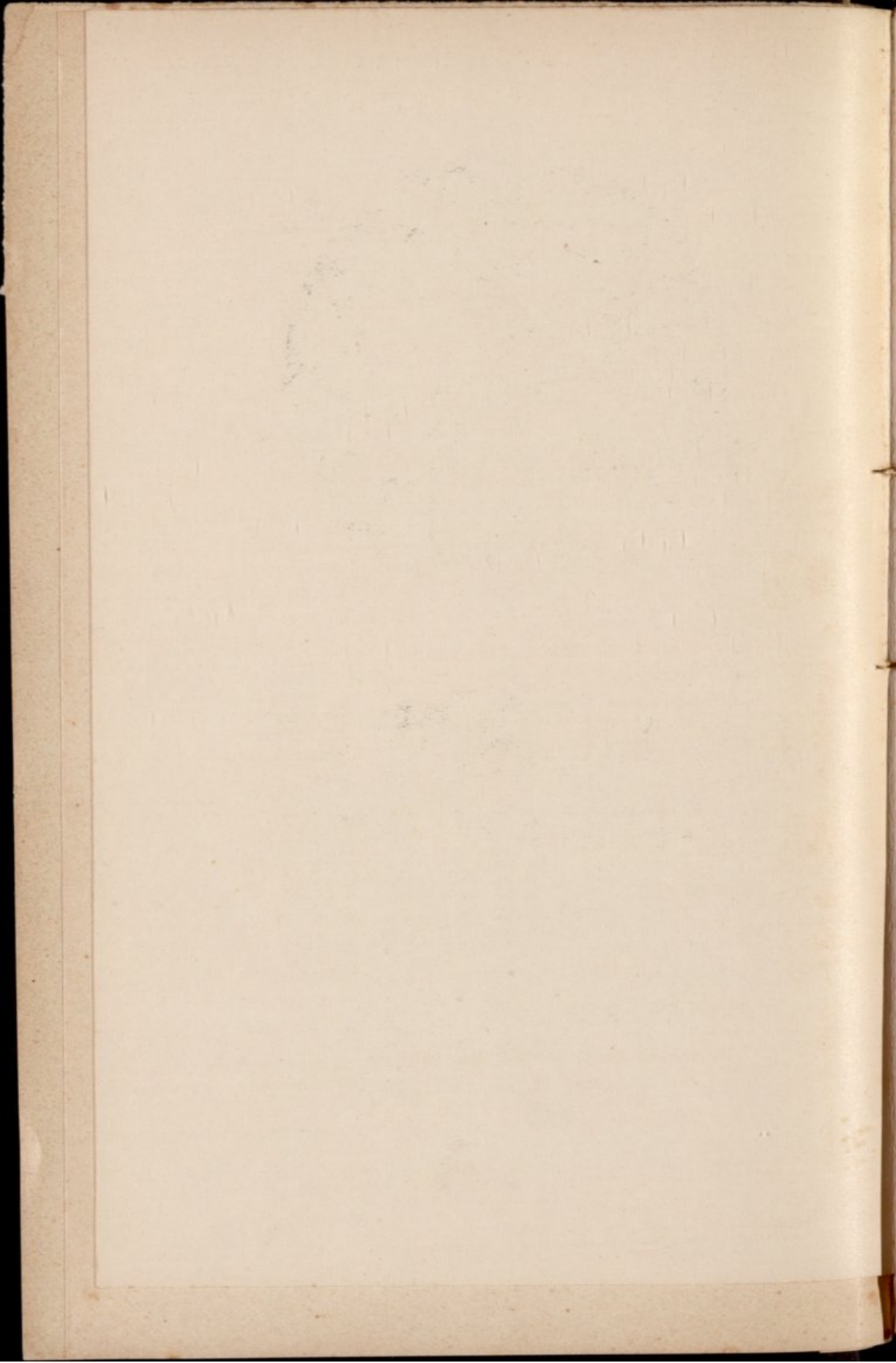


Fig. 2



N.º 11

100<sup>m</sup>S 20<sup>o</sup>E do Castello do Queijo

Rocha de côr cinzenta quasi uniforme com innumerables pontuações amarelladas de pyrite de ferro. Muito dura. Estructura não macissa.

Esta rocha é notavel pela abundancia de productos ferruginosos e pela predominancia do mineral *sericite* que é um producto de transformação da mica preta.

Os productos ferruginosos são, na quasi totalidade, *pyrite de ferro* com alguma *magnetite* e *limonite*. Entretanto o principal interesse para o petrologo é a observação da *sericite*. Na preparação vêem-se muitas estilhas de mica preta pouco polychroica cercadas por um mineral que, em luz natural, se apresenta incolor não deixando prever a estructura e o seu modo de ser entre os nicoes cruzados. Effectivamente, cruzando os nicoes, observamos innumerables fibras dispostas em todos os sentidos com côres de polarisação analogas ás da mica branca. É a estructura caracteristica da *sericite*. A *sericite* e *pyrite* enchem quasi completamente o campo do microscopio como se vê na Fig. 1 da Est. VI; apenas se observam, além daquelles elementos, alguns grãos de *quartzo*.

A *ortoclase* e os *feldspathos triclinicos* estão muito atacados e a observação destes ultimos offerece ensejo á apreciação da finura extrema de algumas lamellas faceis de se confundir com linhas de macla.

Esta rocha é um *gneiss*; o apparecimento da sericite liga-se a acções metamorphicas.

Vid. Est. VI, Fig. 1.



ESTAMPA VI

## ESTAMPA VI

### Fig. 1

*Gneiss*, 100°S 20°E do Castello do Queijo  
(80 diametros)

Esta rocha tem uma alta percentagem de productos ferruginosos, principalmente pyrite. Os mineraes escuros da photographia representam aquelles productos. O resto da figura, além do quartzo (1) é preenchido pela sericite (S) cuja estrutura, bem visivel entre os nicoes cruzados, apparece mesmo na photographia, principalmente na parte superior.

### Fig. 2

*Granito*, Rua da Restauração  
(80 diametros)

Das innumeradas inclusões que encerra o quartzo dos granitos, restava photographar uma secção de quartzo com inclusões aciculares, como agulhas muito finas, que são attribuidas ao rutilo. É o que mostra o crystal que occupa o centro da photographia. A photographia mostra ainda a textura holocrystallina da rocha com o quartzo (1), ortoclase (3) e estilhas de mica preta (19).

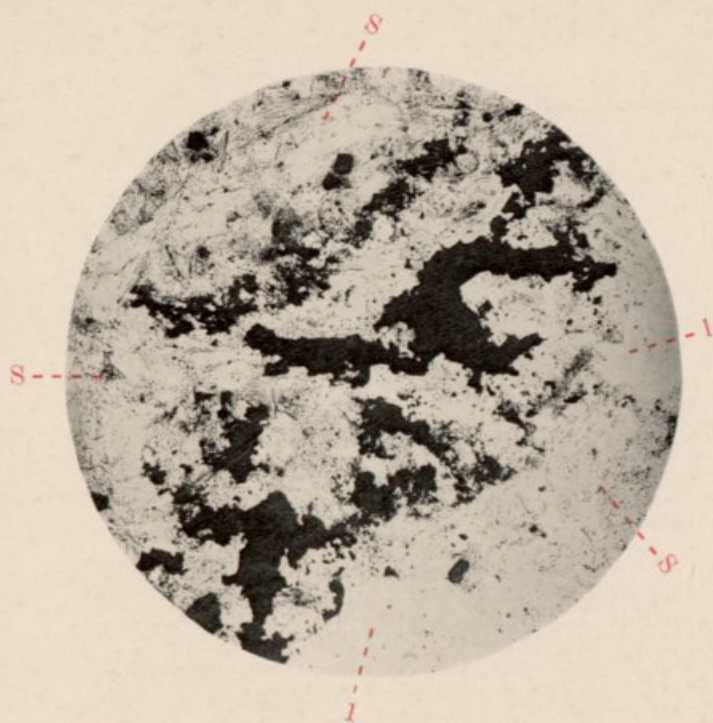


Fig. 1

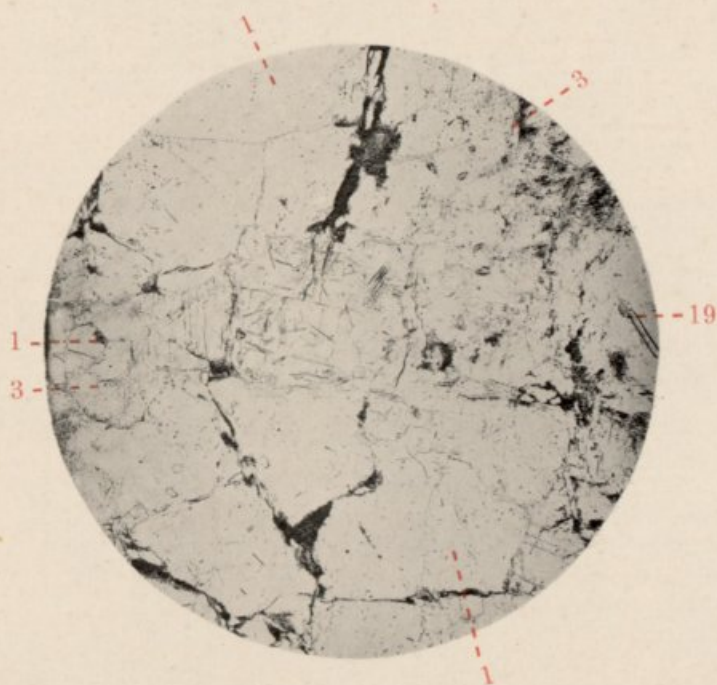
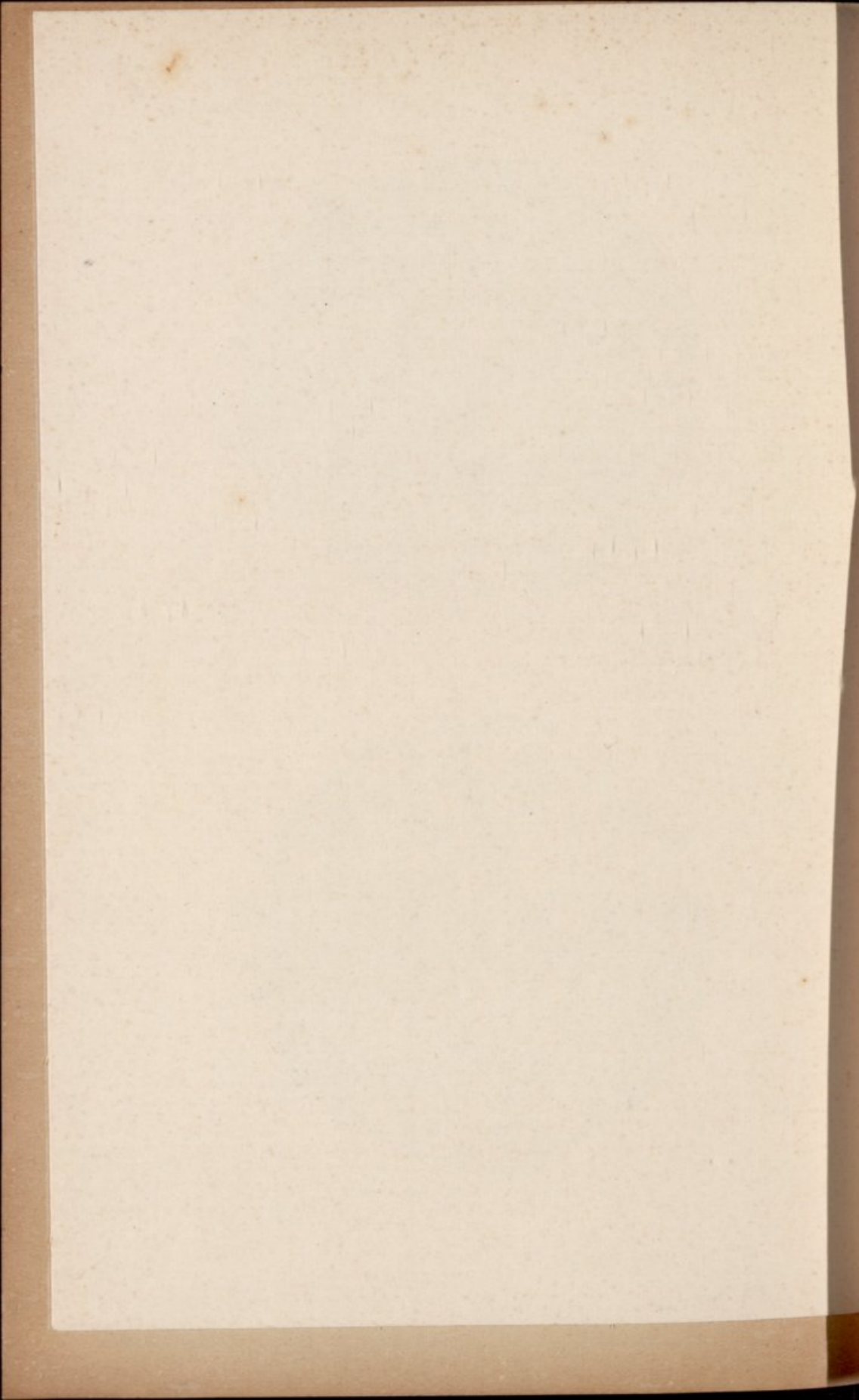


Fig. 2



N.º 12

**Rua da Restauração**

Rocha de estructura macissa, como os granitos, de grão mais fino que os granitos estudados.

Esta rocha é um *granito* que não merece menção a não ser pela particularidade a que me refiro na figura respectiva.

Vid. Est. VI, Fig. 2.

---

## CONCLUSÃO

Para fechar as minhas tentativas micrographicas, julgo dever apresentar a minha opinião no que respeita á utilização do microscopio na classificação das rochas.

A investigação optica, mesmo effectuada com os melhores instrumentos, é incapaz de assignalar o logar que compete a uma rocha na classificação geral.

Em primeiro logar, ainda que o microscopio chegue a determinar com exactidão a identidade mineralogica de todos os elementos de uma preparação, deve o observador lembrar-se de que o seu estudo recahiu sobre uma ou algumas parcellas insignificantes da rocha em questão: são os pequeninos fragmentos que a preparação nos offerece entre duas laminas de vidro.

Este facto que, á primeira vista, pode parecer de pouca importancia, tem em petrologia um valor excepcional visto a natureza apresentar não uma rocha de composição uniforme em grandes massas mas continuas variações de ponto para ponto devidas á influencia de todas as acções comprehendidas na designação generica de *metamorphismo*. O microscopio, portanto,

estuda uma parcella insignificante da rocha e não a rocha.

Em segundo lugar, são innumerables as occasiões em que o microscopio não pôde chegar á determinação rigorosa dos elementos da preparação. Para citar alguns exemplos lembramos as incertezas na identificação das plagioclases mesmo quando estas se apresentam bem constituidas, a accumulacão de diversas plagioclases no mesmo crystal polysynthetico, as alterações dos mineraes, as epigenias, e tudo aquillo que em petrologia se designa pela expressãõ «*polarisação de aggregado*» phrase esta que, a meu ver, significa incompetencia na identificação das especies em via de transformacão.

Em terceiro lugar, apesar do grande avanço no estudo da optica crystallina, o petrologo não pôde assignalar para cada mineral um conjuncto de propriedades opticas que o distingam de todas as outras especies mineraes. Ha caracteres opticos que são incertos, outros proveem de circumstancias especiaes da crystallisação, outros das associações, etc., de fórma que o mesmo mineral é definido por um conjuncto de caracteres variaveis segundo as circumstancias.

Antes de iniciar as minhas investigações sobre os doze exemplares referidos nesta dissertação, estudei uma collecção de 15 córtes de mineraes e ainda outra collecção de 25 córtes de rochas, ambas divulgadas pela referida casa Voigt e Hochgesang com o fim de mostrar ao microscopio as principaes propriedades opticas dos crystaes e iniciar o estudante na classificação das rochas. Ainda sobre os exemplares da collecção da Academia Polytechnica fiz preparar 49 córtes que, juntamente com as collecções acima referidas,

foram observados para tirar resultados de comparação entre as propriedades opticas dos mineraes.

Muitas vezes tive ensejo de verificar o que acima fica escripto: o mesmo mineral apresenta aos olhos do observador caracteres opticos muito differentes, sendo necessario levar muito longe os trabalhos de investigação para ir tirando difficuldades e esclarecendo a verdade.

Assim, a *extincção ondeante* do *quartzo* é facil ser confundida com a *extincção por zonas* da *sanidina*, a *chlorite* reveste estruturas muito variadas segundo as circumstancias, as *amphibolas* e *pyroxenas alteradas* escondem ao observador o caracter mais seguro — *as clivagens* — que elle naturalmente esperava encontrar; basta percorrer um tratado de petrologia para citar uma variedade de exemplos confirmativos. Citaremos ainda a *serpentina* como caso typico do que acabamos de dizer.

A *serpentina* umas vezes é *birefringente* apresentando baixas côres de polarisação, outras vezes é *amorpha* e *isotropica*. A sua estrutura varia segundo o mineral que lhe deu origem; assim conforme a *serpentina* provém da *olivina*, da *enstatite*, da *hornblenda* ou da *augite* apresenta no microscopio as modalidades de estrutura que os petrologos inglezes designam respectivamente pelos nomes de *mesh-structure*, *bastite-structure*, *lattice-structure* ou *knitted-structure*, devendo dizer-se que a identificação destas diversas estruturas só é levada a effeito quando restam alguns fragmentos do mineral em via de serpentinisação.

Entretanto, se julgamos o microscopio incapaz de, por si, fazer a classificação de uma rocha, entendemos



tambem que é um instrumento indispensavel para coadjuvar a classificação. Os fins a que deve visar o microscopio são, além do concurso que presta na identificação das especies, principalmente estes dois: o *exame da textura da rocha* e o *exame das associações e transformações das especies*.

Effectivamente o microscopio é instrumento indispensavel para estudarmos a *fórma dos elementos*, a *disposição relativa das especies*, a *transformação e associação dos elementos*. O microscopio descobre com facilidade os *typos de textura* desde o *holocrystallino* ao *vitreo* mostrando ao observador os estados successivos de *desvitrificação*.

O estudo importante das *inclusões* só com o microscopio póde ser effectuado. É tambem instrumento indispensavel para determinar as *dimensões* dos elementos e, se dispuzermos de grande numero de córtes da mesma rocha, para dar algumas noções sobre a *proporção* em que os elementos coexistem na rocha.

É minha opinião que o petrologo deve trabalhar por assignalar a cada rocha qualquer cousa que se approxime do que a chimica fez estabelecendo as fórmulas moleculares dos compostos. Conviria designar cada rocha por uma fórmula que indicasse a sua composição quantitativa e qualitativa. Esta fórmula representaria o *estado actual* da rocha na occasião da colheita do exemplar e estabeleceria uma classificação mais racional que as classificações apresentadas até hoje.

É sabido que as acções metamorphicas traduzem-se não só na producção de *novos mineraes* á custa dos existentes mas ainda na producção de *novas estruturas*; de fórma que uma dada rocha póde, com o de-

correr dos tempos, apresentar mineraes novos e estruturas completamente differentes da primitiva. Nestas circumstancias, uma *classificação quantitativa* impõe-se como a mais racional: ficariam no mesmo grupo todas as rochas de composição analoga.

Em resumo, para chegar á verdade quer na identificação das especies mineraes quer na classificação de uma rocha, é preciso conjugar os seguintes trabalhos a que o petrologo não póde ser alheio.

1.º *Um longo tirocinio no campo.* É no campo que o observador estuda o modo de ser da rocha *in situ*, as suas relações com os terrenos e com as rochas vizinhas ou encaixantes, como progride a alteração superficial que deve ser comparada com o exemplar profundo, etc. *Os granitos da Arrabida na margem direita do Douro* offerecem ao observador um bello exemplo de rochas macissas divididas em *assentadas* ou *camadas espessas* separadas umas das outras por fendas (*diastromas*) parallelas e regularmente dispostas que lembram as camadas duma rocha estratificada. *Os gneiss da Foz do Douro e Castello do Queijo* desgastados superficialmente pela erosão eolia, meteorica e marinha, perderam os elementos menos consistentes e apresentam, em muitos pontos, innumeradas *cristas* parallelas umas ás outras formadas pelos elementos que ainda resistem á destruição, lembrando a *esfoliação* ou *filiação* das rochas cristalofilicas.

2.º *O exame optico* executado ao microscopio sobre alguns córtes delgados da rocha. Foi o objecto da presente dissertação que precisa ser completada em trabalhos ulteriores com:

3.º *O exame micro-chimico* levado a effeito ainda com o microscopio e sobre as mesmas preparações.

4.º *A analyse por via chimica* effectuada sobre uma porção relativamente grande da rocha segundo a nova orientação dos petrologos norte-americanos.

Os resultados de todos estes trabalhos conjugam-se e podem levar á verdade, assignalando á rocha o logar que lhe compete na classificação geral.

---

Já que o não poude fazer na *Introdução*, tenho prazer em fechar o meu trabalho manifestando ao sabio professor de Mineralogia no Instituto Industrial de Lisboa, o ex.<sup>mo</sup> sr. dr. Alfredo Ben-Saude, o meu profundo reconhecimento pela promptidão com que se dignou dispensar-me o seu valiosissimo auxilio nas embaraçosas veredas do exame optico de alguns mineraes que sujeitei á sua sabia investigação.

Biblioteca Geral da Universidade

14 DEZ 1962

COIMBRA

# INDICE

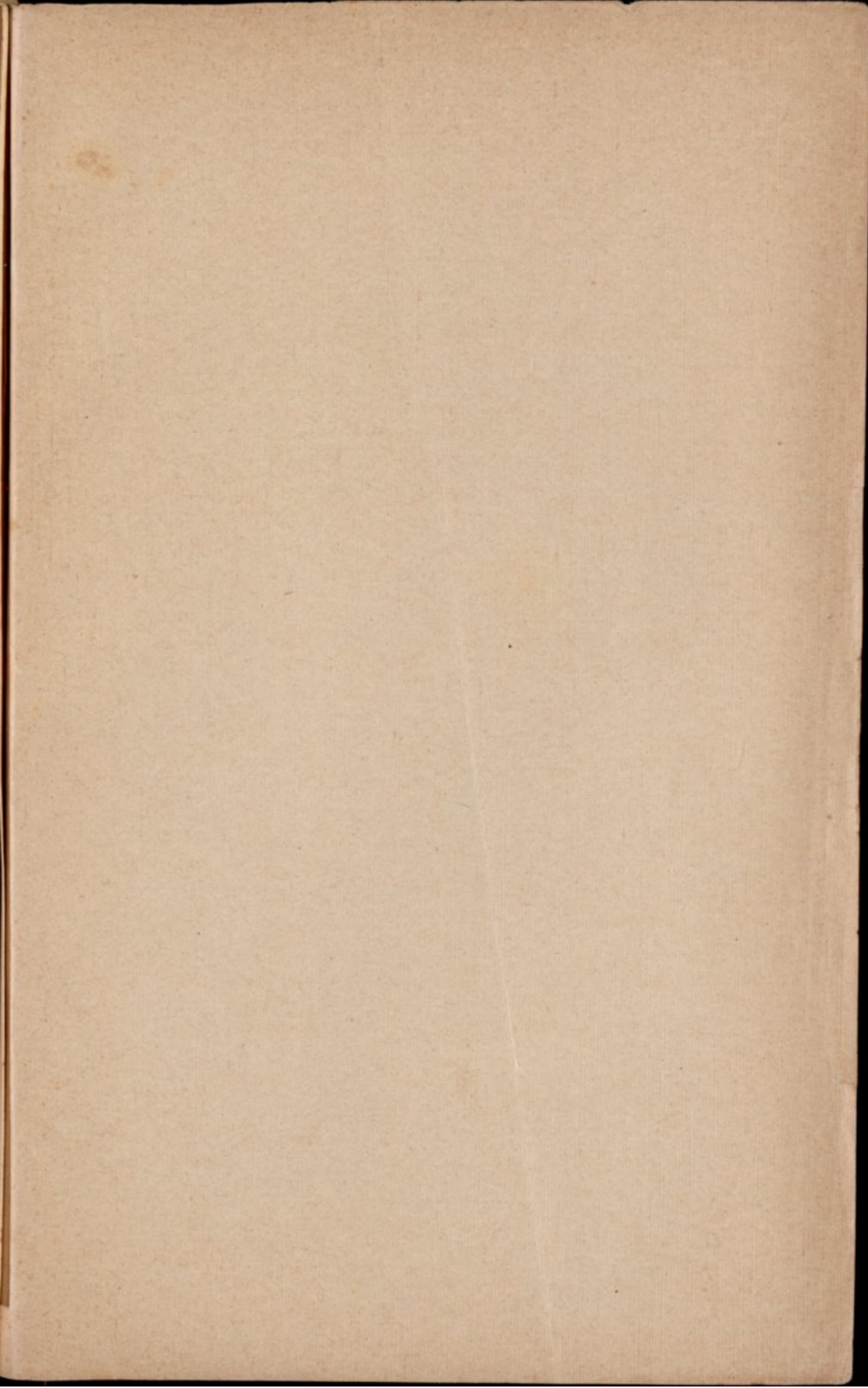
---

	Pag.
Introdução.....	7
N.º 1 — 750 <sup>m</sup> E da Igreja de Ramalde .....	17
N.º 2 — 1.200 <sup>m</sup> S 20°E da Igreja de Lordello .....	27
N.º 3 — 2.000 <sup>m</sup> S 20°O           "           " .....	30
N.º 4 —           "           "           " .....	33
N.º 5 — Ponte de D. Luiz I.....	36
N.º 6 — 200 <sup>m</sup> N 40°O do Castello de S. João da Foz do Douro.....	38
N.º 7 — 1.400 <sup>m</sup> N 20°O do Castello de S. João da Foz do Douro .....	41
N.º 8 — Rua de Gonçalo Christovam .....	43
N.º 9 — Monte Pedral.....	45
N.º 10 — 500 <sup>m</sup> S 7°E do Castello do Queijo.....	47
N.º 11 — 100 <sup>m</sup> S 20°E           "           " .....	49
N.º 12 — Rua da Restauração ..	51
Conclusão.....	52

## ERRATAS

<i>Pag.</i>	<i>Lín.</i>	<i>Onde se lê:</i>	<i>Leia-se:</i>
21	18	plagiolases.	plagioclases.
25	2	inclusa;	inclusão;







111