

CANJE

# BOLETIM

DA

## COMISSÃO GEOGRAPHICA E GEOLOGICA

DO

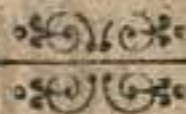
### ESTADO DE S. PAULO

---

N. 7

---

CONTRIBUIÇÕES MINERALOGICAS E PETROGRAPHICAS



S. PAULO:

LEROY KING BOOKWALTER

TYPOGRAPHIA KING

1890

MCD 2018



# BOLETIM

DA

## COMMISSÃO GEOGRAPHICA E GEOLOGICA

DO

### ESTADO DE S. PAULO

---

**N. 7**

---

CONTRIBUIÇÕES MINERALOGICAS E PETROGRAPHICAS

OFERTA ESPECIAL  
(GRATUITA)

S. PAULO:

LEROY KING BOOKWALTER

TYPOGRAPHIA KING

1890

# BOLETIM

COMITÊ DE MINERAÇÃO E PETROLOGIA

COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA

DO

ESTADO DE SÃO PAULO

CONTRIBUIÇÕES MINERALÓGICAS E PETROGRÁFICAS

OFERTA ESPECIAL  
TOMADA

S. PAULO

LEROY KING BOOK/ART

THE GYMNASIUM

1990

# CONTRIBUIÇÕES MINERALÓGICAS E PETROGRÁFICAS

POR

*E. HUSSAK PH. D.*

NOTAS SOBRE ZEOLITAS DO AUGITO-PORPHYRITO DE S. PAULO E  
SANTA CATHARINA

## *I—Heulandita da serra de Botucatú*

No augito-porphyrito que na serra acima mencionada forma lenções sobre uma formação de grez referida provisoriamente ao terreno triássico, apresentam-se, enchendo cavidades amygdaloides e em grande geodas, os mineraes seguintes junto com outras zeolitas mencionados adiante: — calcita, chalcedonia, cobre nativo, um mineral chloritoso amorfo de côr preto-esverdeada, e bellos crystaes de 2 a 3 centímetros de diametro de heulandita (stilbita) muito semelhantes aos de Islandia e, pela maior parte, coloridos de vermelho pelo oxydo de ferro, ou de côr amarellada a incolor.

A paragenese dos referidos productos da decomposição da rocha eruptiva basica é a seguinte: formaram-se em primeiro lugar, forrando as paredes das cavidades amygdaloides, crostas delgadas do mineral chloritoso (1) verde escuro, derivado muito provavelmente da alteração do pyroxeno da rocha eruptiva; acrescentadas e incluídas neste apresentaram-se lamellas pequenas e muito tenues de cobre nativo (2) que tambem apparecem aqui e acolá no mineral formado subsequentemente, isto é, na chalcedonia (3). Nos limites entre o mineral chloritoso e a chalcedonia apparecem tambem frequentemente delgadas crostas de malachita terrosa glauca, que somente á custa do abundante cobre nativo se podia ter formado em taes logares.

A chalcedonia forma crostas pela maior parte mais grossas e de côr amarellada, sobre as quaes, ou nellas incluídas, acham-se a heulandita (4) e as outras zeolitas. Estas se apresentam quasi sempre como crystaes bem conformados agrupados em forma de leque ou de feixe. Como ultimo mineral das geodas é ainda para mencionar a calcita (5) que muitas vezes enche o centro do geoda e neste caso é spathica, ou assentada sobre as zeolitas estende-se para o espaço oco da geoda em grandes crystaes scalenoedricos, frequentemente ricos em faces. Os crystaes de calcita ora apresentam somente a forma  $(21\bar{3}1)$  com faces polidas, ora combi-

nações ricas em faces como  $(10\bar{1}0)$ ,  $(21\bar{3}1)$ ,  $(40\bar{4}1)$ ,  $(02\bar{2}1)$ ,  $(0001)$ . As faces crystallinas são pela maior parte arqueadas e completamente cobertas com cavidades de corrosão (*Aetzgrubchen*) naturais. Sobre a face basal eleva-se frequentemente como núcleo um pequeno crystal scalenoedrico. A calcita é também rica em inclusões de mineraes zeolíticos em forma de feixes radiados.

Falta muitas vezes nas geodas a chalcedonia ou a calcita e de outro lado encontram-se estes mineraes ou reunidos ou isolados como enchimento de pequenas cavidades na rocha eruptiva, de dimensões de 2 a 3 centímetros.

Os crystaes de heulandita mostram a forma simples usual:  $(100)$   $(\bar{1}01)$ ,  $(001)$   $(\bar{2}21)$   $(010)$ . Sobre crystaes pequenos, brilhantes e, emquanto possível, de faces polidas, foram medidos com goniometro de applicação os seguintes angulos:

$$(\bar{1}01):(001) = 116^{\circ} 30'$$

$$(\bar{1}01):(100) = 129^{\circ} 30'$$

$$(\bar{2}21):(010) = 112^{\circ}$$

Predominam as faces  $(100)$  e  $(\bar{1}01)$  e os crystaes têm a sua maior extensão conforme o ortho-eixo. Em virtude do ajuntamento não perfeitamente paralelo de individuos tabulares (conforme  $(010)$ ) todas as faces são frequentemente arqueadas. Emquanto á clivagem, lustro, etc., o mineral combina perfeitamente com os bem conhecidos crystaes de Islandia e Fassathal.

A analyse chimica feita pelo amigo e collega Dr. Luiz Gonzaga de Campos deu o seguinte resultado ao qual tenho ajuntado para comparação a analyse de heulandita de Islandia por Rammeisberg com a qual a composição concorda melhor: (\*)

	<i>Botucatu</i>	<i>Islandia</i>
SiO <sub>2</sub>	58.10 %	59.63 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.67 »	15.14 »
Ca O	5.90 »	6.24 »
K <sub>2</sub> O	3.26 »	2.35 »
Na <sub>2</sub> O	0.61 »	0.46 »
H <sub>2</sub> O	16.16 »	15.48 »
Somma	100.70 »	99.30 »

O teor em potassa parece desusadamente elevado.

A investigação optica deu o seguinte resultado. A 1<sup>a</sup> bisectriz positiva é perpendicular ao plano principal de clivagem  $(010)$  e o plano dos eixos opticos forma com a aresta  $(001)$  um angulo de  $19^{\circ} 35'$ . Sobre lamellas de clivagem  $(010)$  não se mostra ex-

(\*) Poggendorff; Annalen d. Phys. u. Chem. Band CX. p. 525.

tincção uniforme, mas pode se observar muitas vezes lamellas intercalladas de maclas, como por exemplo um systema paralelo á aresta (001), e tanto a magnitude do angulo dos eixos opticos, como tambem a posição do plano dos eixos opticos variam na mesma preparação. A refração dupla é fraca e a dispersão cruzada é claramente observavel.

N'uma outra preparação (010) observa-se uma sutura de macla um tanto irregular quasi parallela á aresta (100).

Assim portanto nas propriedades physicas e opticas, tão bem como na composição chimica a heulandita brasileira concorda muito proximamente com a da Islandia.

## II—*Mesolita da serra de Botucatu*

Conjunctamente com os acima mencionados crystaes de heulandita apparecem tambem no augito-porphyrto amygdaloide drusas cheias de grandes aggregações finamente fibrosas e de disposição radiada, de uma zeolita incolor ou, quando decomposta, branca. A sua determinação apresenta bastante difficuldade porque os crystaes são extremamente finos, tendo pela maior parte apenas 1/2 mm. de grossura, muito quebrados, frequentemente alterados até junto ao ponto extremo, e em geral inteiramente cobertos com oxydo de ferro hydratado.

Observados debaixo do microscopio os crystaes mostram grande semelhança com as agulhas de natrolita apresentando um prisma quasi quadratico (110) com a base (001). Mais frequentemente os crystaes são mais desenvolvidos conforme um par de faces prismaticas oppostas dando formas tabulares. Raramente encontra-se como ponto terminal uma pyramide muito obtusa (111) simples ou de combinação com a base. Entre nicols cruzados mostram-se quasi todas as agulhas como maclas com eixos verticaes parallelos. Alem da clivagem conforme as faces prismaticas observa-se outra igualmente perfeita conforme a base, d'onde resulta que com a simples pressão da unha obtem-se lamellas bastante finas exactamente parallelas á base, apropriadas ás investigações opticas.

O indice de refração desta zeolita fascicular deve ser bastante diminuto visto que é muito aproximado ao do balsamo de Canadá; a refração dupla tambem é muito fraca. Devido á pouca espessura das agulhas as cores de interferencia são sempre de ordem baixa, pela maior parte azul cinzento. Nas agulhas deitadas sobre as faces prismaticas observa-se entre nicols cruzados, uma sutura de macla exactamente parallela ás arestas prismaticas (figs. 1 e 2)

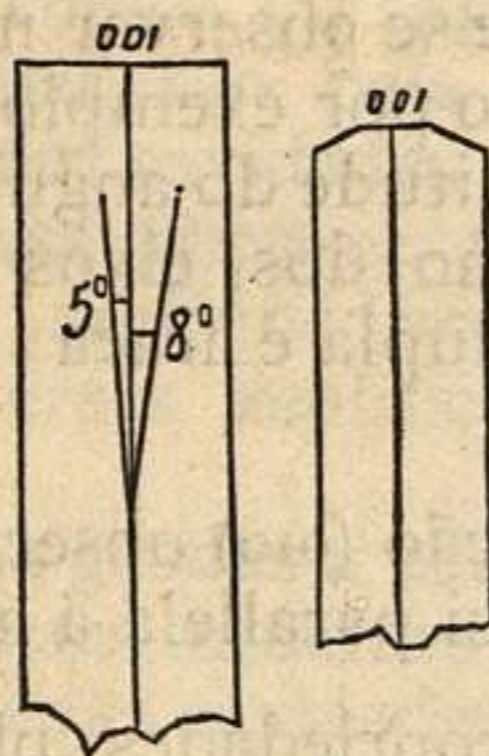


Fig. 1

Fig. 2

como também uma conjugação cuneiforme dos dois indivíduos maclados. Não é igual o angulo de extincção nos dois lados da sutura, estando antes em sentido contrario e regulando, termo médio, entre  $8^{\circ}$  e  $10^{\circ}$ .

Estudando as secções de clivagem basaes obtidas pela perfeita clivagem parallelá á base (001) observa-se alli também em todas uma formação de maclas, bem como um cruzamento de dois individuos dos quaes as partes semelhantes oppostas extinguem simultaneamente. O plano de maclação é (100); os limites das maclas bem definidos. (fig. 3)

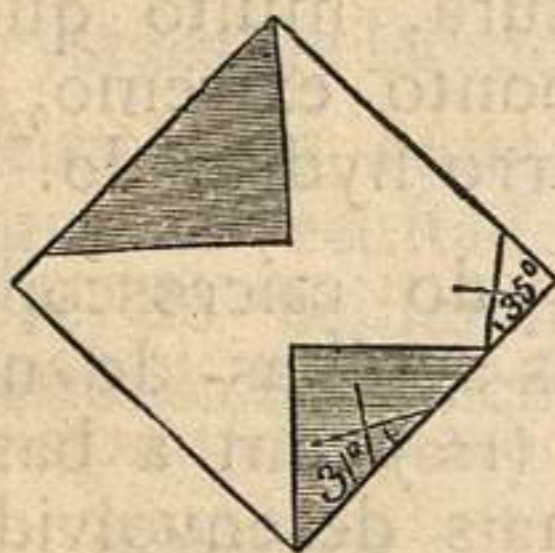


Fig. 3

O angulo de extincção contra a aresta prismatica é alli para um dos individuos de  $31^{\circ}$ , para o outro de  $35^{\circ}$ , termo medio.

Comquanto não me fosse possivel pela lapidação obter uma preparação parallelá ao plano da maclação (100) sou da opinião que aqui se trata de uma mesolita triclinica correspondendo com a estudada por Des Cloizeaux (Manuel de Mineralogie p. 389.)

A observação em luz polarizada convergente não dá resultado positivo devido ás pequenas dimensões das preparações e á maclação constante do mineral. Apenas pude verificar com a lamina de gesso, vermelho 1ª ordem, que a 1ª bisectriz positiva coincidia com o eixo vertical.

Que a referida zeolita fibrosa é uma verdadeira mesolita foi demonstrado do modo mais positivo pela analyse chimica. Para esta, o mineral foi dissolvido em acido hydrochlorico no qual é completamente soluvel com separação de silica gelatinosa.



A minha analyse deu o seguinte resultado :

	<i>Botucatú</i>	<i>Colorado</i>
SiO <sub>2</sub>	47.61 %	46.17 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.80	26.88
CaO	7.08	8.77
Na <sub>2</sub> O	7.80	6.19
H <sub>2</sub> O	12.11	12.16
	<u>101.40</u>	<u>100.17</u>

Esta analyse combina melhor com a de Hillebrand sobre mesolita de Table Mountain, Colorado. As pequenas diferenças no teor de cal e soda bem podem ser attribuidas ao facto de que o material para analyse separada debaixo da lente dos outros mineraes, não consistia inteiramente das pequenas agulhas transparentes de mesolita, porém incluia tambem uma parte de agulhas alteradas, brancas e impellucidas.

Na decomposição da mesolita houve talvez uma permuta entre a cal e a soda. O teor de acido silicico tambem parece alto e o teor de agua é notavel.

A descoberta desta zeolita interessante e rara offerece um adiamento desejavel aos notaveis estudos de A. Luedecke sobre este grupo mineral.

### III — *Desmina da serra de Brotas*

Ao nordeste de Botucatú na serra de Brotas, n'uma rocha eruptiva inteiramente semelhante á daquela localidade, isto é augito-porphyrítico decomposto, encontram-se, como enchimento das cavidades da rocha, grandes aggregados radial-divergentes de crystaes de desmina um tanto coloridos em vermelho por oxydo hidratado de ferro.

Os crystaes, não especialmente bem conformados, são tabulares delgados conforme (010), mostram a combinação (\*) (010), (110), (001); attingem a espessura de 1—2<sup>cm</sup> e são intimamente ligados e reunidos conforme a face (010) em aggregados em forma de leques e feixes que emquanto ao tamanho e belleza não ficam em nada inferiores aos grupos de desmina da Islandia.

Lamellas finas de clivagens parallelas á face T (010), que apresenta um brilho perfeito de madreperola, mostram entre nicols cruzados, uma maclação intima reticulada que muito faz lembrar a da microclinia (001) nisto que apresentam-se em lindas cores de interferencia, um systema de delicadas lamellas de maclas parallelas á aresta (001) e um outro systema quasi exactamente perpendicular a esta.

(\*) Zirkel : Mineralogie. Leipzig, 1885, 720, fig. 3,

O angulo de extincção entre duas lamellas visinhas da macla é, termo medio, de  $4^{\circ}$ — $5^{\circ}$  ( $4^{\circ} 14'$ )

Em preparações quasi parallelas á face M (001) mostra-se a mesma maclação reticulada como nas parallelas a (010) isto é um systema paralelo a aresta (001) : (010) e outro perpendicular a esta. Assim existe uma maclação um pouco semelhante a de microclina.

Em preparações microscopicas de um grupo inteiro de crystaes percebe-se um aggregado intimo de fasciculos de desmina que muitas vezes não são inteiramente parallelos, entre outros que são aggregados de um modo completamente irregular, variando muito em espessura os diversos elementos. Uma parte dos crystaes mostram a referida maclação reticulada, outra parte estrias de maclas semelhantes ás da albita (o angulo de extincção sobre os limites da macla é igualmente de  $4^{\circ}$ — $5^{\circ}$ ) e finalmente uma terceira parte é destituida de maclas e apresenta tambem angulo maior de extincção (até  $10^{\circ}$ ). Em preparações parallelas (010) e extremamente finas desapparecem, tal qual como na microclina, as estrias das maclas sendo substituidas por extincção ondulosa.

Em luz polarisada convergente não se pode observar figura distincta de interferencia quer seja em preparações parallelas a (010) quer nas parallelas a (001). As cores de interferencia são sempre muito vivas mesmo em preparações muito finas. O pezo especifico determinado na balança de Joly é 2,24.

A analyse chimica feita pelo amigo e collega dr. Luiz Gonzaga de Campos deu o seguinte resultado :

	<i>Brotas</i>	<i>Farøe</i>
SiO <sub>2</sub>	60.82 %	56.88 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.67	16.70
CaO	4.25	7.72
Na <sub>2</sub> O	1.73	1.39
H <sub>2</sub> O	18.12	17.24
Somma	101.59	99.93

Esta composição combina melhor com a da desmina das ilhas Farøe analysada por Rammelsberg ; comtudo na desmina brasileira o teor de acido silicico e agua é, conforme a analyse, demasiado elevado e o de cal demasiado pequeno.

#### IV — *Scolezita da serra de Tubarão, Santa Catharina*

Por ocasião do exame em commissão do governo geral das minas de carvão do Tubarão em Santa Catharina, o meu collega Dr. Luiz Gonzaga de Campos (\*) colleccionou no augito-porphyrito

(\*) Relatorio sobre as minas de carvão do Rio Tubarão, Santa Catharina. Rio de Janeiro—1890. Imprensa Nacional.

amygdaloide alterado que se estende em lenções sobre o grez carbonífero, uma serie de bellas zeolitas que em parte combinam perfeitamente com as acima descriptas. Junto com bonitos grupos crystallinos de heulandita encontram-se tambem grandes aggregados compactos, fasciculo-radiados de cerca de 10 centimetros de grossura de uma zeolita incolor e um tanto avermelhada, que pelo ensaio chimico qualitativo provam ser *scolezita*.

Em contradicção com a mesolita que é isomorpha com ella, esta scolezita nunca mostra crystaes, circumstancia que com o agrupamento fasciculo-radial constante difficulta muito a preparação de laminas microscopicas para o estudo optico. Por este motivo não me foi possivel obter preparações exactamente parallelas a (100) e (010) para determinar o systema crystallino, isto é, se representam a scolezita monoclinica ou a triclinica.

Nas preparações microscopicas mostra-se bem impressa a clivagem parallela a (110) e grandes individuos isolados apresentam contornos crystallinos nitidos.

As secções parallelas ao eixo vertical apresentam (concordando nisto com a meosolita p. 5) sempre uma estructura maclada, tendo dois individuos reunidos com os seus eixos verticaes parallelos. O angulo de extincção sobre a sutura da macla varia nas secções dos individuos isolados do aggregado sendo de  $13^{\circ} 40'$  a  $16^{\circ}$  em um dos individuos da macla e sempre maior no outro ( $15^{\circ} 30'$  a  $17^{\circ} 50'$ ).

Secções normaes ao comprimento dos fasciculos da scolezita e assim proximamente parallelas a (001) muitas vezes apresentam incluidos n'um aggregado de crystaes pequenos e muito irregularmente limitados, individuos maiores com contornos quadraticos nitidos. Estes mostram uma maclação de penetração de dois crystaes conforme a lei: plano de maclação (100), exactamente como na mesolita. A extincção não é parallela á sutura da macla e varia entre  $8^{\circ}$  e  $13^{\circ}$  para um individuo e  $13^{\circ}$  e  $15^{\circ}$  para o outro. Em cada um dos dois individuos da macla observa-se em luz polarizada convergente que a primeira bisectriz negativa é quasi normal á base. O plano dos eixos opticos dos dois individuos é orientado contra o plano da maclação com os angulos acima referidos.

A analyse chimica qualitativa nenhum traço de alcalis accusa nesta scolezita quer seja na solução em acido hydrochlorico quer tratada com acido fluohydrico. O pó fino tratado com acido hydrochlorico diluido dissolve-se facilmente com separação de silica gelatinosa. O resultado da minha analyse é o seguinte:

Si O <sub>2</sub>	=	45,96 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	26,03
Ca O	=	13,53
H O <sub>2</sub>	=	13,67
Somma		<u>99,19 %</u>

Ainda ahi combina melhor com esta analyse a de Rammelsberg sobre scolezita da Islandia.

## II

## ESTUDO DE UM CASCALHO AURIFERO VIRGEM DO VALLE DA RIBEIRA

Poucos kilometros acima da foz do pequeno rio Pedro Cubas, affluente do lado esquerdo da Ribeira acima de Xiririca, encontra-se uma pequena varzea formada pelas enchentes do rio e constituída por alluvião em que predominam seixos de quartzo, que desde muito tempo é conhecida como aurifera. Ainda que o pequeno teor e irregular distribuição do ouro excluam a idéa de uma exploração industrial a localidade me parece interessante em relação aos mineraes que acompanham o ouro, visto que offerecem um ponto de partida para o estudo da proveniencia da matriz original do ouro e especialmente sobre o modo de formação do metal nesta matriz.

Os seixos maiores consistem exclusivamente de *quartzo* ora translucido ora branco e frequentemente com nodulos pretos ou completamente colorido em preto por um outro mineral, em parte tambem rico em inclusões de pequenos *crystaes* de *pyrito*. Convém desde já notar que o mineral preto dos seixos de *quartzo* é *turmalina* preta pardacenta de que os seixos de *quartzo* de filão são muitas vezes completamente crivados. Na batea encontram-se entre os pedaços maiores de *quartzo* numerosos fragmentos de *schisto* argilloso (*phyllita*) pardo escuro igual ao que se apresenta *in situ* em lugares semelhantes como no proprio valle da Ribeira e, com certeza, em outras regiões mais para o norte.

Vem tambem fragmentos de *phyllita* de cor mais clara, rica em mica, parecendo *schisto* talcoso branco (*schisto* argilloso micaceo); de *schisto* crivado com *crystaes* distinctos de *andalusita* cor de carne e finalmente raros pedaços de *quartzito* compacto, branco, que muito se assemelha ao *itacolumito*.

Lavada na batea a argilla branca que se apresenta abundantemente associada com o cascalho, fica depois de afastados os fragmentos de *quartzo* e *schisto*, um residuo abundante de mineraes pezados entre os quaes os seguintes são dignos de menção:

1º. — *Andalusita* — Este mineral que é o mais abundante de todos apresenta-se em grandes individuos rolados de 5<sup>mm</sup> a 1<sup>cm</sup> de comprimento, de cor de carne. E' caracterisado, entre outras particularidades pelo forte pleochroismo verde claro e roxo escuro e a perfeita clivagem prismatica. Muitas vezes acham-se prismas (110) bem conservadas, quasi quadraticas, cobertas na superficie por escamas finas de mica branca. A *andalusita* é sempre fusca e excepção feita de numerosas manchas opacas e de inclusões

fluidas, é limpa. Os crystaes mostram ora um nucleo nitidamente definido de cor rosea escura, ora um tal opaco formado em parte pelas referidas manchas escuras carbonosas, em parte por pequenas particulas de mineraes de ferro. Raramente apparecem além das faces do prisma (110) as faces (001) e (010) (brachypinacoides).

E' digno de nota uma tendencia a se partir (*absonderung*) paralelo á base (001). Acham-se ainda, raramente, na arêa lamellas tabulares quadraticas, delgados que mostram uma estrutura zonal paralela ás arestas do prisma e da clivagem principal, marcada por particulos opacos (fig. 4)

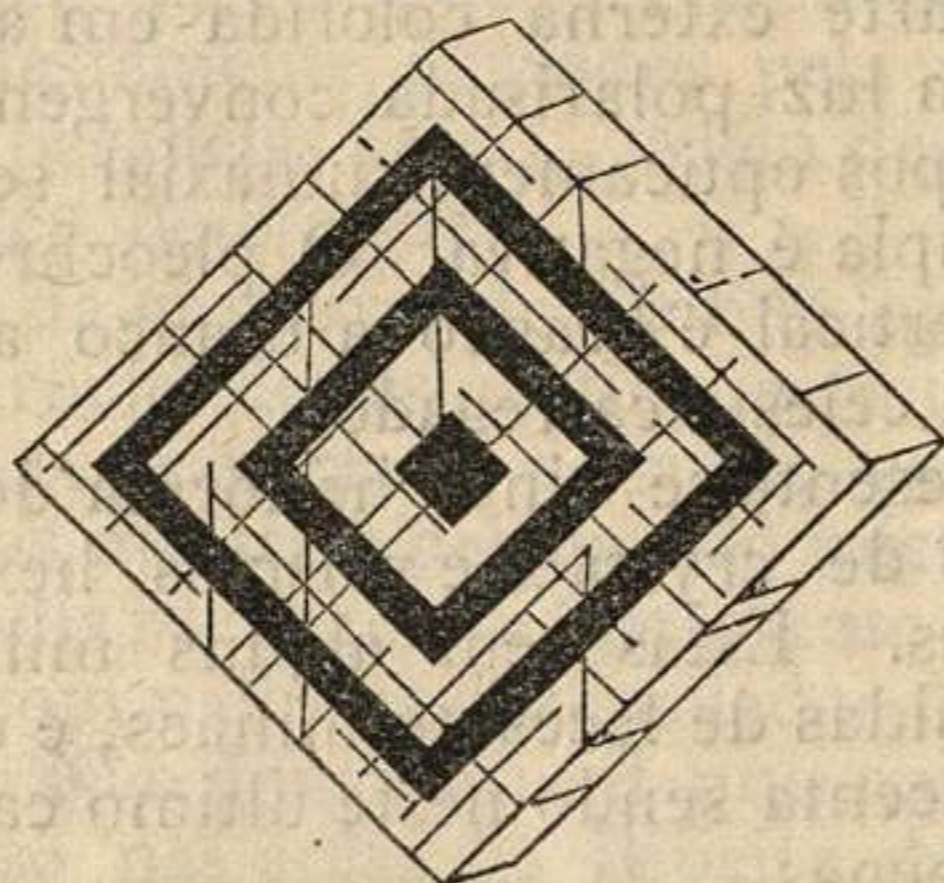


Fig. 4

Estes crystaes são incolores e além da clivagem principal paralela (110), possuem uma outra menos completa conforme o pinacoides. (010) Emquanto á dureza e as propriedades opticas combinam perfeitamente com a andalusita, mostram tambem uma transição perfeita na estrutura para a variedade mais abundante :

1b — *Chiastolita* — Este mineral, ou antes andalusita com a estrutura «chiastolita», apresenta-se em prismas quadraticos muito delgados, com pela maior parte 1<sup>cm</sup> ou mais de comprimento. Os crystaes são frescos e mostram a structura cruziforme tantas vezes descripta, devida a presença de inclusões. A substancia andalusitica entre as inclusões é muitas vezes extremamente diminuta, não alterada, cor de carne. Fragmentos maiores de andalusita com estrutura de chiastolita que attingem ao diametro de 2-3<sup>mm</sup> ao longo da aresta de base demonstram que existem crystaes grandes. Os prismas de chiastolita muitas vezes apresentam na superficie uma crosta muito delgada cinzenta escura da massa do schisto argilloso.

Encontram-se pequenas lamellas de biotita como inclusões na chiastolita e nos fragmentos do schisto andalusitico.

2—*Turmalina* — Este mineral se encontra em parte em fragmentos de crystaes microscopicos porém mais especialmente em aggregados compactos de crystaes extremamente pequenos pretos quando vistos pela luz reflectida mas pardacentos e azulados em luz transmittida. Estes aggregados são muito rolados pelo rio e mui-

tas vezes encerram um nucleo de quartzo que de sua vez é muito rico em inclusões de compridos crystaes pequenos de turmalina.

3—*Corindon* — Tambem este mineral é encontrado em abundancia e é facil de reconhecer na batea mesmo, pela sua bella cor azul de saphira. A coloração varia de branca azulada e azul clara a azul celeste carregada e geralmente só se apresenta em manchas nos crystaes e granulos que por si são incolores. Os crystaes que quando muito attingem  $1\frac{1}{2}^{\text{mm}}$  em diametro são prismaticos com as faces  $(10\bar{1}0)$ ,  $(0001)$ ; formas tabulares conforme  $(0001)$  não são raras. Ora apparece no centro um nucleo azul escuro, ora esta parte é incolor e a parte externa colorida em azul, não ha clivagem perceptivel. Em luz polarisada convergente vê-se a cruz de interferencia dos corpos opticamente uniaxial sem anomalias opticas. A refracção dupla é negativa. O pleochroismo em secções parallelas ao eixo vertical é branco a branco azulado, perpendicular a este eixo azul celeste carregado.

O corindon apresenta-se ainda na forma de “commum corindon” em fragmentos de crystaes e prismas hexagonaes arredondados como barriletes. Estas têm alguns millimetros de comprimento, são destituídas de faces terminaes, e de cor branca cinzenta a branca pardacenta sendo neste ultimo caso fracamente pelucidas nas quinas apenas.

4—*Staurolita* — E’ este depois da andalusita o elemento mais abundante da arêa, tanto em granulos irregulares, fragmentos de clivagem e prismas grossas arredondadas de  $5-6^{\text{mm}}$  de comprimento, como tambem em pequenos crystaes perfeitamente formados e nitidamente limitados. Estes ultimos com o comprimento de  $2-8^{\text{mm}}$  apresentam a combinação  $(110)$ ,  $(010)$ ,  $(001)$ ,  $(101)$  e são de cor de canella escura a rôxa pardacenta. A clivagem é evidente tanto conforme a prisma como conforme o brachypinacoide. Em parte os crystaes são cheios de inclusões e neste caso os fragmentos de clivagem são de uma forte côr roxa pardacenta; em parte são ricos em inclusões de granulos arredondados e incolores de quartzo e escamasinhas opacas extremamente diminutas e neste caso a cor é de canella clara.

O pleochroismo regularmente forte entre amarello claro e rôxo pardacento escuro, bem como as cores muito vivas de interferencia nos fragmentos os mais delgados permittem reconhecer facilmente a staurolita mesmo quando não se apresenta em crystaes. Não raramente acham se tambem delicadas maclas em cruz conforme  $(232)$  que apenas passam de  $2^{\text{mm}}$  de grossura.

Entre os elementos menos abundantes desta arêa aurifera encontram-se os seguintes:

5 — *Anatasio* — Raro, em pyramides  $(111)$  bem formadas, extremamente nitidas, agudas, raramente com as faces  $(001)$ , bem como em fragmentos das mesmas pyramides. Os crystaes

têm pela maior parte menos de  $0,5^{\text{mm}}$  de comprimento, lustro brilhante, cor amarella de enxofre a vermelha amarellada, raras vezes verde marinha. A refração dupla é forte. Os crystaes são transparentes e fortemente sulcados parallellos as arestas basaes da pyramide. São sempre livres de inclusões. O pleochroismo é apenas perceptivel.

6 a—*Rutilo*—Apenas se apresentam fragmentos isolados deste mineral, tendo o comprimento de 1 a  $2^{\text{mm}}$  e representando prismas delgados fortemente estriados parallelamente ás arestas prismaticas. São de côr rôxa de sangue carregada em luz transmittida e de brilho submetallico em luz reflectida. Encontram-se tambem prismas (110) (100) manifestamente curvados pela pressão com estrias distinctas de maclas parallelas a (101). Além destes acham-se ainda fragmentos irregulares maiores de :

6 b — *Sagenita* da grossura de 5 a  $6^{\text{mm}}$  opacos e com brilho metallico. Na superficie destes distingue-se claramente em luz reflectida a delicada rede maclada de rutilo com angulos de  $60^{\circ}$  e  $120^{\circ}$ . Pequenas lascas mostram debaixo do microscopio as agulhas de rutilo cor amarella de palha e fortemente estriadas verticalmente intertecidas com palhetas intercaladas de ferro micaceo de côr rôxa de sangue. Não é inverosimil que aqui tambem, como é evidentemente o caso nas arêas da Ribeira descriptas adiante, a sagenita seja pseudomorpha de ilmenita.

7 — *Zirconio* — Em comparação com as arêas provenientes de gneiss e de granito, este mineral é muito raro. Os pequenos crystaes que se apresentam são de coloração aroxada e violacea em pyramides agudas do typo (110), (100), (111) (101) e, como forma predominante, (311).

8—*Ilmenita e magnetita* — Estes dois mineraes se apresentam raramente apparecendo o segundo em octaedros extremamente pequenos, fortemente magneticos e de faces polidas.

Extrahido o magnetito com imã fica na batea junto com a ilmenita :

9 — *Magnetita titanifera* em octaedros pretos, impellucidos, não magneticos. Estes pela maior parte attingem as dimensões de  $1/2^{\text{mm}}$  apenas, são nitidamente limitados, com faces tão brilhantes como as da magnetita mas em geral com depressões triedras. Fragmentos rolados maiores são referidos ao mesmo mineral. O teor em titaneo deve ser um tanto elevado. Distinguem-se estes granulos da ilmenita pela forma e particularidade de faces.

10—*Titanita*—Este mineral é ainda mais raro de que o zirconio. Encontrei apenas dois exemplares de crystaes cuniformes, amarellos e muito brilhantes. São desusadamente pequenos conquanto bem conformados e ricos em facetas.

11—*Mineral indeterminado* — Encontrei um só exemplar de um mineral que não tenho podido até agora classificar. É um

prisma um tanto rolado de comprimento de 2<sup>mm</sup>, de cor preta, impellucida, de brilho metallico pouco forte. Uma extremidade é quebrada (talvez em virtude de clivagem basica) a outra parece arredondada. Na zona prismatica só se reconhece a face do prisma (110)? com angulo approximado a 125°. Devido á escassez do material não pude proceder a outras determinações. O mineral tem uma certa semelhança com a *æschynita*. A dureza como a deste ultimo é cerca de 5—6 e a risca é preta.

12—*Ouro*—Em cada bateada o ouro apparece mas pela maior parte em pequena quantidade e em forma de pó fino. De vez em quando acham-se palhetas de 1 a 2<sup>mm</sup> de comprimento, irregulares, muito delgadas como se esprimidas pelo transporte fluvial, nunca em *crystaes*. Debaixo do microscopio vê-se que estas palhetas têm as margens arredondadas. E' digno de notar que a superficie apresenta muitas vezes um systema de estrias parallelas que só podem ser attribuidas á trituração e attrito das palhetas entre granulos de mineraes mais duros durante o transporte pelo rio. A cor do ouro é amarella escura.

Finalmente encontra-se tão abundante como o ouro :

13—*Ferro nativo* — Sobre esta interessante occurrencia chamou-me a attenção o meu douto amigo o engenheiro Henrique E. Bauer, de Iguape. Muito incredulo ao principio sobre a realidade do apparecimento natural de ferro nativo em lugar semelhante tive de render-me á evidencia. Lavando na batea o residuo de mineraes pezados acima mencionados afim de apurar mais o ouro, ficam no residuo escasso assim concentrado, fragmentos espiculados de alguns millimetros em tamanho e forte brilho metallico que são fortemente attrahidos pelo iman. São lascas irregulares, esmagadas e muitas vezes arredondadas e, semelhante ao ouro, frequentemente marcadas com estrias finas parallelas, de ferro nativo não alterado. Expostos por alguns dias ao ar humido as lascas cobrem-se com ferrugem.

Segundo as informações inteiramente fidedignas do referido dr. Bauer que conhece muito bem os depositos de cascalho encontram-se tambem pedaços massivos maiores (1/2 centimetro cubico) de ferro que não mostram, pela acção de acido sobre uma superficie polida, as figuras de *Widmanstätten*.

E' sabido que ferro metallico tem sido encontrado em diversos pontos no Brazil especialmente em Minas Geraes. (\*) Póde-se apresentar a objecção que estes particulos de ferro provem dos instrumentos empregados no desmonte do cascalho, como alavancas, picaretas, etc., gastos pelo attrito dos seixos de quartzo. Contra este argumento falla a circumstancia que em muitas outras lavras de ouro trabalhadas pelo mesmo systema, bem como em cascalho que já tem sido por diversas vezes trabalhado e lavado,

(\*) Eschwege, *Pluto Brasiliensis*.



não se encontram traços de ferro metálico. Para obter prova mais positiva tirei com o sr. Bauer, cascalho indubitavelmente virgem de Pedro Cubas empregando instrumentos de madeira de modo a evitar todo o contacto com o ferro. As bateadas assim tiradas deram na lavagem egual quantidade de ferro nativo. Também se pode argumentar com a circumstancia, facilmente verificavel ao microscopio, que o ferro apresenta a mesma estrutura que as pipetas de ouro. Assim os dois metaes podem muito bem provir de matrizes originaes semelhantes estando acarretados do mesmo modo pelo rio como alluvium.

Comtudo é provavel que na matriz o ferro nativo seja de formação secundaria, semelhante ao ferro terrestre de Mühlhausen em Thuringia e Chotzen na Bohemia, derivado de algum outro mineral de ferro (pyrite?) pela redução mediante materia organica.

Em resumo os mineraes do cascalho de Pedro Cubas, abstracção feita dos fragmentos de rocha, são os seguintes :

- 1 Argilla branca, m. a.
- 2 Quartzo (como quartzo de filão) m. a.
- 3 Biotita, a. } como inclusões
- 4 Muscovita, r. a. } e elementos de rochas.
- 5 Andalusita, m. a.
- 6 Chiastolita, m. a.
- 7 Turmalina, a. (Em grandes aggregados)
- 8 Corindon, a.
- 9 Anatazio, r. r.
- 10 Staurolita, m. a.
- 11 Rutilo (com sagenita) r.
- 12 Zirconio, r.
- 13 Magnetita, r.
- 14 Magnetita titanifera, r.
- 15 Ilmenita, r.
- 16 Titanita, m. r.
- 17 Ouro, r. r.
- 18 Ferro nativo, r. r.
- 19 Mineral indeterminado.

(a. abundante; m. a. muito abundante; r. a. regularmente abundante; r. raro; m. r. muito raro; r. r. regularmente raro.)

Nota-se que com a excepção - da staurolita *todos os mineraes mais abundantes* encontrados nesta arêa, como *andalusita, turmalina, chiastolita e corindon* são *mineraes typicos dos schistos de contacto*, que costumam apparecer como elementos essenciaes nos phyllitos alterados por contacto com granito. A staurolita indica origem em micaschisto.

No valle da Ribeira de Xiririca para cima encontram-se por toda parte phyllitas typicas de côr cinzenta clara a cinzenta escura,

ricas em quartzo em nodulos, inclusões lenticulares e massas semelhantes a filões. Estas phyllitas são, pela maior parte, fortemente inclinadas e dobradas.

A região ao norte entre a Ribeira e a serra de Paranapiacaba sendo um sertão despovoado, é pouco conhecida geologicamente, mas, conforme o sr. Bauer, ha granito em grande possança na serra Paranapiacaba em cuja encosta meridional nasce o rio Pedro Cubas.

Não obstante a difficiencia de dados geologicos sobre esta parte do territorio paulista parece-me que se pode concluir com toda a probabilidade que *o rio Pedro Cubas corre sobre phyllitas* (talvez em parte tambem sobre micaschisto) e que no seu curso superior perto da Serra, elle *atravessa schistos de contacto* e que *o ouro provém da zona de phyllitas alteradas por contacto com o granito da serra e especialmente de seus buxos e filões de quartzo*.

Neste caso as phyllitas devem ter grande possança para o norte até a Serra.

Em apoio desta conclusão vem a observação sobre as arêas da Ribeira que lavei e estudei em diversos pontos acima de Xiririca. Neilas o ouro é raro e *os mineraes de contacto, andalusita, chiastolita e corindon faltam inteiramente*, d'onde se pode concluir que o cascalho na desembocadura do Pedro Cubas na Ribeira foi depositado exclusivamente pelo primeiro destes rios.

As arêas da Ribeira contém :

1º. Quartzo extremamente abundante em granulos e fragmentos rolados.

2º. Orthoclasia em muitos fragmentos regularmente grandes de cor parda arroxada, a qual as inclusões dão muitas vezes o brilho furta-cores de pedra do sol.

Além destes os seguintes mineraes em fragmentos menores, granulos e crystaes de  $1/2^{\text{mm}}$  a  $2^{\text{mm}}$  de comprimento :

3º. Pequenos fragmentos, raramente pedaços maiores, de ferro magnetico regular, jaspe ferruginoso de cor roxa escura, limonita e ocre vermelha.

4º. Fragmentos de phyllita e micaschisto e grandes seixos de rochas eruptivas basicas.

5º. Mica (muscovita e biotita) não muito abundante.

6º. Fragmentos rolados de 3 a  $5^{\text{mm}}$  de grossura de um aggregado mineral cryptocrystallino que em cor e dureza assemelha-se perfeitamente á nephrita. (A occurrencia de nephrita verdadeira seria além de tudo de grande interesse anthropologico, visto que os indios brasileiros muitas vezes fabricavam os seus instrumentos desta rocha que entretanto só tem sido até hoje encontrada no paiz, na forma de objectos trabalhados. Pouco familiarisado com a structura e particularidades de nephrita, deixo a investigadores mais experimentados a determinação de serem ou não de nephrita os referidos fragmentos),

7°. Granados abundantes de côr roxa clara a roxa escura ou amarella aroxçada em fragmentos e crystaes distinctos um tanto arredondados da forma (110). São muitas vezes ricos em inclusões opacas de mineraes ferriferos e grãos de quartzo; frequentemente muito semelhantes em aspecto á andalusita de que são comtudo facilmente distinguiveis pela sua isotropia.

8°. Muitas staurolitas de côr parda a parda aroxçada, frequentemente em crystaes perfeitamente conformados como nas arêas de Pedro Cubas.

9°. Grande quantidade de hornblenda verde escura, cujo pleochroísmo é notavelmente fraco, em lascas prismaticas de clivagem nas quaes foi verificado o caracteristico angulo pequeno (nunca superior a 18°) de extinção.

10. Titanita regularmente abundante em crystaes prismaticos pequenos de côr amarella de mel e grande brilho. A forma é igual á representada na fig. 5, pg. 741 da Mineralogia Naumann-Zirkel.

11. Epidota tambem muito abundante em fragmentos de pequenos crystaes desenvolvidos em prismas conforme o ortho-eixo com arestas notavelmente pouco arredondadas e faces crystallinas brilhantes; pleochroísmo forte entre verde-amarello e verde-escuro de capim.

12. Cyanita rara, em fragmentos de clivagem de côr cinzenta azulada. São facilmente reconhecidos pela clivagem, dureza e grande angulo de extinção sobre as faces de clivagem perfeita. Apresenta-se tambem em fragmentos maiores da grossura de 3-5<sup>mm</sup> de côr branca amarellada, quasi impellucidos, finamente estriados parallelas ao eixo vertical e muito semelhantes ao olho de gato, que parecem ser productos de alteração da cyanita.

13. Ilmenita apresenta-se um tanto abundante em pequenos crystaes bem conformados tabulares achatados (conforme 0001) da combinação (1011), (pela maior parte com faces despolidas) e (0001). São tambem abundantes ilmenitas completamente pseudomorphoseadas em sagenita parda amarellada.

Estes pseudomorphos conservam completamente a referida forma crystallina da ilmenita. São placas muito delgadas, achatadas pela predominancia da base, de côr parda amarellada que combinam perfeitamente com os pseudomorphos de anatazio em rutilo que se observa sempre nas arêas diamantiferas de Minas-Geraes.

Debaixo do microscopio com luz reflectida observa-se claramente que a massa toda consiste em um tecido cerrado de sagenita entre cujos bastonetes amarellados só se percebe um ou outro grãosinho isolado de oxido de ferro. Faltam absolutamente os carbonatos ferriferos como producto secundario da alteração da ilmenita.

Preparado um tal crystal de tamanho de 1 a 2<sup>mm</sup> em lamina transparente parallelas á base vê-se, conforme a figura junto,

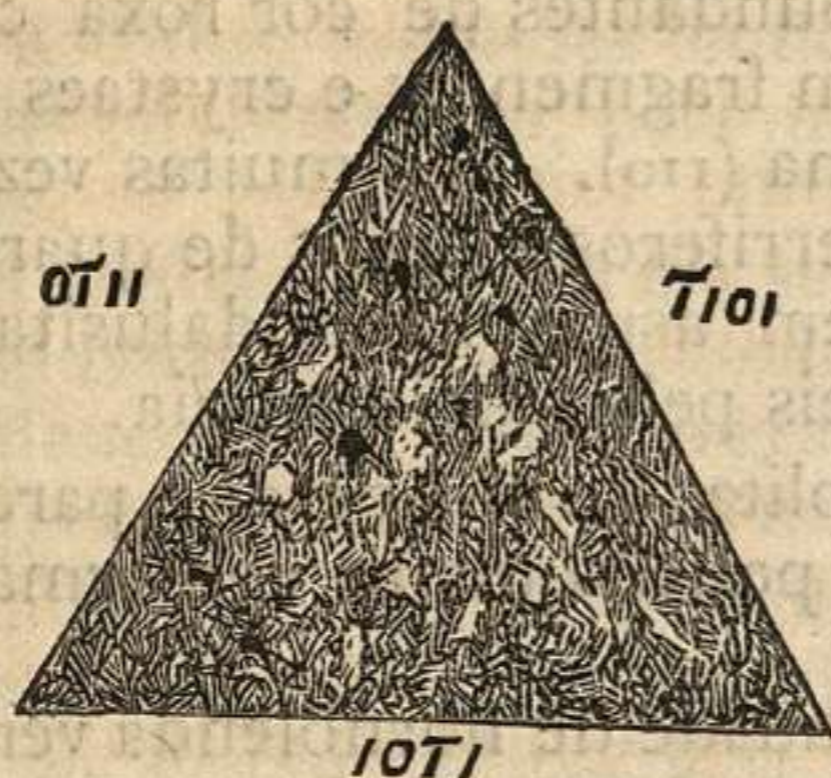


Fig. 5

que quasi toda a substancia da ilmenita se acha substituida por sagenita e que apenas se encontram nos intersticios desta além de muito pouco oxido de ferro, pequenissimos grãos isolados de quartzo que são evidentemente inclusões primarias. As agulhas amarellas-palha de rutilo que formam o feltro de sagenita são tão pequenas que só com o objectivo Hartnack n. 7 se distinguem e são fortemente estiradas em sentido do prisma e geralmente deitadas com as faces prismaticas parallelas á base do crystal. Sómente uma vez pude observar tambem uma disposição mais ou menos regular das agulhas parallelas ás arestas de combinação  $0001:10\bar{1}1$  da ilmenita. A clivagem da ilmenita é ainda claramente perceptivel nos pseudomorphos.

Tive occasião ha dois annos de estudar uma transformação semelhante de ilmenita n'uma amostra do plagiclasia-basalto de Jungfernberg (Siebengebirge) notavel pelas inclusões de saphira e jacintho. Nesta vê-se sobre uma superficie irregular de fenda uma rede de maclas de sagenita côr de sangue do tamanho de 1 centimetro que é evidentemente producto de alteração da magnetita titanifera «escoreacea» tão abundante neste basalto.

Parece pois não ser muito rara a transformação já notada por E. Cohen e H. Rosenbusch de ilmenita em acido titanico e especialmente em sagenita. Ali não é admissivel a hypothese sustentada por Cathrein para certas occurrencias, de um aggregado primitivo de sagenita que só se torna visivel pela alteração da ilmenita.

14—Turmalina, não muito abundante e apenas em prismas microscopicos de côr parda.

15—Zirconio bastante abundante, muito variavel em forma e côr: ora em prismas compridos incolores, ora em formas pyramidaes roxeadas e violaceas e tambem em fragmentos de 1 a  $1/2^{\text{mm}}$  de côr vermelha-jacinto forte.

16—Finalmente apresentam-se muito raramente pequenas pyramides agudas amarellas de anatazio.

Assim pois do estudo das arêas da Ribeira conclue-se que acima da foz de Pedro Cubas, este rio corre principalmente sobre

schistos crystallinos, a saber, gneiss (talvez tambem granito?) indicada pela abundancia de quartzo e feldspatho; micaschisto (granada, staurolita, cyanita, turmalina); amphibolito (gneiss amphibolico, syenito?) indicado pela abundancia na arêa de amphibolio, titanita e epidota; phyllita e, como sabido, diabase e outras rochas eruptivas basicas.

*Faltam assim completamente nesta parte do valle da Ribeira os schistos de contacto auriferos de Pedro Cubas com andalusita e chiastolita.*

Na litteratura petrographica só encontro descripta uma occurrencia de ouro semelhante a de Pedro Cubas, no trabalho, tão importante para o estudo dos schistos de contacto, de Howitt «The diorites and granites of Swift Creek and their contact zone with the auriferous deposits», Melbourne, 1879.

Apenas ha ali uma pequena differença: a rocha eruptiva que alterou as phyllitas de Swift Creek foi o diorito enquanto no valle de Pedro Cubas foi provavelmente o granito. Na primeira localidade o ouro provém dos filões de quartzo intercalados na zona de contacto entre o diorito e a phyllita e Howitt é da opinião que a propria formação do ouro deve ser attribuida aos phenomenos de contacto. A' mesma hypothese pode tambem conduzir a frequente impregnação dos filões quartzosos de Pedro Cubas com turmalina, que certamente deve ser attribuida á acção de contacto.

Parece no entretanto que a hypothese de ser o ouro já existente nos filões e buxos de quartzo nas phyllitas antes da acção de contacto pelo granito, não é excluida e bem difficil será colligir provas positivas em apoio de qualquer das duas hypotheses.

### III

#### PSEUDO-CRYSTAES DE LEUCITA EM PHONOLITO (TINGUAITO) DA SERRA DO TINGUÁ (\*)

No assim chamado tinguaito, forma porphyritica de foyaito ou nepheline-syenito, que pouco differe na estructura de phonolito encontram-se, como o professor O. A. Derby já communicou por carta ao sr. Graeff, autor de uma monographia sobre as rochas eruptivas da serra do Tinguá, (\*\*) aggregações variando em tamanho de uma castanha ao da cabeça de homem, que são completamente granulares (holocrystallinas) e perfeitamente identicas em composição mineralogica com o foyaito. Estas aggregações muitas vezes apresentam nas secções de fractura contornos hexagonaes ou

(\*) Este artigo foi publicado em versão allemã no *Neues Jahrbuch fur Mineralogie*, 1890, vol. I, p. 166.

(\*\*) *Neues Jahrbuch fur Mineralogie*, 1887, II, p. 258; compara-se tambem Derby, *Quarterly Journal of the Geological Society*, London, 1887, p. 457.

octogonaes claramente definidas, lembrando, como o prof. Derby já notou, os contornos polyhedricos de crystaes.

E' ainda para notar, como o prof. Derby demonstrou nas regiões foyaiticas da Serra do Tinguá e Poços de Caldas, que diques de foyaito atravessam o phonolito (tinguaito) ao passo que de outro lado diques e pequenas massas de phonolito se apresentam no meio da foyaito e não raramente se encontram partes maiores ou menores e nitidamente delimitadas de rocha grosseiramente granular constituída pela mistura orthoclase-nephelina (typo de foyaito) no meio da rocha porphyritica (typo de phonolito) e vice-versa.

O sr. Graeff depois de um estudo minucioso das rochas da Serra do Tinguá, limitado aliás ao material escasso que lhe foi remettido, chegou á conclusão que as referidas aggregações de grão grosso são constituídas de foyaito trazido como inclusões do fundo e não segregações como Derby, baseado na forma polyhedrica, mantinha.

Que este ultimo modo de ver é o unico acceitavel é provado por uma nova collecção feita pelo prof. Derby que me foi confiada para estudo.

Uma amostra de tinguaito conservada no Museu Nacional e proveniente dos Poços de Caldas, mostra na superficie fresca de fractura um octante de um corpo crystallino no qual se reconhece immediatamente um icositetraedro, emquanto sobre a fractura este corpo crystallino se apresenta não como uma massa homogenea mas como um aggregado de diversos mineraes entre os quaes dois predominantes.

Orientado por esta descoberta procurou-se determinar sobre material para este fim colleccionado no proprio lugar pelo prof. Derby, a forma crystallina do mineral que tinha emprestado a sua forma ás segregações grosseiramente granulares (foyaito). Nas superficies de fractura da rocha vê se frequentemente as aggregações com limites de seis ou oito lados lembrando secções de leucita, e mais uma estructura zonal constituída por uma zona marginal branca, delgada e aparentemente homogenea, circumdando a mistura mineral de grão grosso. Em amostras alteradas onde sómente se reconhece os grandes crystaes de sanidina na massa kaolinizada do tinguaito, elevam-se as aggregações esfericas de grão grosso sem comtudo mostrar forma crystallina reconhecivel em virtude de serem tambem mais ou menos completamente kaolinizados.

Por um feliz acaso consegui no quebrar uma amostra de tinguaito, extrahir *um crystal de 2 centimetros de diametro completamente limitado por faces lisas que mostram indubitavelmente a forma 202 (211) de leucita* e sobre a qual pude medir com o goniometro de applicação os angulos de  $131^{\circ}$  e  $146^{\circ}$ .

Além destes achei ainda numerosos crystaes menores da mesma forma. Portanto me parece fóra de duvida que as *aggregações de grão grosso (foyaito)* apresentam a forma de leucita e são verdadeiros pseudo-crystaes.

A côr dos pseudo-crystaes é cinzenta escura como a da massa do tinguaito, porém estando quebrados vê-se que esta coloração é limitada á superficie; seguindo então uma crosta branca de 1<sup>mm</sup> de espessura, e vindo depois como nucleo a mistura «foyaito» de grão grosso. (Compare-se Graeff *loc. cit.* e a estampa da mesma obra.)

Debaixo desta capa superficial distingue-se muito claramente uma estructura em esqueleto consistindo em linhas bem definidas dispostas de modo a representar as arestas do cubo (III) e, como a capa, compostas de orthoclasia apenas. Esta estructura crystallina faz lembrar certas formações em esqueleto observadas por Penck em pequenos crystaes de leucita nas lavas e bombas de Vesuvio.

Já macroscopicamente observa-se mais uma penetração dos grandes crystaes porphyriticos (*einsprenglinge*) do tinguaito nos pseudo-crystaes: assim encontram-se grandes crystaes de sanidina, pyroxenio e titanita metade encerrados na massa do tinguaito, metade na de um pseudo-crystal.

Tambem não é rara a reunião de diversos (6 a 8 ou mais) grandes pseudo-crystaes para formar um grande aggregado globular semelhante aos que se encontram nas bombas leuciticas de Vesuvio. (\*) Nestes a massa entre os pseudo-crystaes é grosseiramente granular predominando o elemento basico (pyroxenico).

A substancia constituinte dos pseudo-crystaes é pela maior parte, como Graeff já descreveu (*loc. cit.*) um aggregado mineral que na sua composição concorda perfeitamente com a do foyaito de grão grosso, sendo assim um aggregado de granulos de orthoclasia e nephelina.

Tanto a olho nú, como em laminas microscopicas dos pseudo-crystaes, distingue-se sempre uma casca delgada circumdando o nucleo de grão grosso. Esta casca consiste em numerosas ripas finas de orthoclasia fresca em forma de lanceta, dispostas normalmente aos lados limitrophes do pseudo-crystal. O nucleo consiste em um aggregado de granulos maiores, irregulares, de orthoclasia cinzenta baça e, pela maior parte, kaolinizada, conjuntamente com grandes individuos irregulares de nephelina em geral completamente fresca. Raramente encontram-se incluídas porções pequenas da massa fundamental do tinguaito, mais frequentemente crystaes isolados de augita, hornblenda ou titanita e grãosinhos de magnetita.

N'uma outra amostra de tinguaito os pseudo-crystaes contém além de orthoclasia e nephelina, grandes crystaes de plagioclasia

(\*) Penck, Zeitschrift der deutsch. Geologischen Gesellschaft, 1878, Taf. V. fig. 13.

fresca e também estendem-se grandes crystaes ripeformes do mesmo mineral para dentro da massa do tinguaito que comtudo só contém, fóra dos pseudo-crystaes, a sanidina como elemento feldspathico. Esta amostra concorda inteiramente em estrutura com a descripta por Graeff, mas em lugar de pyroxenio apresenta compridas e delgadas lamellas de biotita pela maior parte reunidas em aggregados fasciculo-radiados. Na massa fundamental junto com orthoclasia e nephelina apresentam-se, pela maior parte como nucleos das referidas spheroides de biotita, pequenas secções hexagonaes ou octogonaes de um mineral branco completamente alterado e com polarisação de aggregado, que talvez fosse leucita.

Em vista das observações acima registradas não é admissivel, para a explicação da origem destes pseudo-crystaes, a hypothese de uma pseudomorphose por alteração da leucita. Para isto é demasiado complicada a composição mineralogica dos pseudo-crystaes. Também não se pode consideral-os como inclusões de foyaito pre-existente, porque neste caso, d'onde vem a forma crystallina regular e constante? Parece-me antes que não pode haver duvida que se trata aqui de verdadeiros pseudo-crystaes. (\*)

Antes do apparecimento na superficie terrestre da magma do tinguaito existia na magma a tendencia para a formação de leucita comtudo as condições, como as de alta pressão, etc., não eram favoraveis para isto. A magma não era bastante liquefeita e formaram-se os referidos corpos intratelluricos, pseudo-crystallinos compostos da massa «foyaitica». Depois do surgimento á superficie da magma do tinguaito que, conforme os estudos detalhados de Derby, correu como lençol sobre o gneiss e assim é uma verdadeira rocha effusiva (*Ergussgesteine*), a formação de leucita não era mais possivel em virtude da alteração da magma e esta consolidou-se como phonolito (tinguaito).

Formações inteiramente analogas aos pseudo-crystaes acima descriptos encontram-se no andesito de Schemnitz no qual existem grandes e bem conformados crystaes de pyroxenio (elemento de 1ª ordem) que são constituídos por uma mistura granular de todos os elementos do andesito. A co-relação é ainda mais approximada com uma bomba de leucitophyro de Monta Somma, Vesuvio, colleccionada e descripta por G. von Rath, que contém crystaes de leucita de 5<sup>mm</sup> de diametro constituídas exclusivamente de sanidina encravada n'uma base vitrea incolor.

Se ainda conseguir, como espero, encontrar na massa fundamental do tinguaito pequenos crystaes frescos de leucita (elemento da 2ª ordem) teremos nesta rocha segundo exemplo de uma rocha leucitica antiga (palaeozoica) sendo o primeiro a rocha descripta por Derby (*loc. cit.*) dos Poços de Caldas.

(\*) Compare-se Zirkel, Basalt Gesteine, p. 27



Pela descoberta dos referidos pseudo-crystaes acha-se plenamente confirmada a observação sagaz feita no campo pelo prof. Derby.

Parece-me também de alta significação para a petrographia systematica o estudo minucioso das interessantes regiões brasileiras de foyaito e o referido trabalho de Derby, e não está distante o tempo em que a idade geologica de uma rocha eruptiva deixará de ser considerada na sua classificação, visto que na serra do Tinguá e Poços de Caldas temos foyaito e phonolito (o prof. H. Rosenbusch também colloca o tinguaito entre os phonolitos neovulcanicos) tão reunidos que ninguém pode duvidar de sua contemporaneidade.

#### IV

##### INTERESSANTE ENDOMORPHOSE POR ACÇÃO DE CONTACTO DE AUGITO-PORPHYRITO COM GREZ ; RIO TIETÉ, ESTADO DE S. PAULO

Como no curso medio e inferior do rio Paranapanema (\*) assim também na parte correspondente do rio Tieté apresentam-se numerosos derramamentos eruptivos de augito-porphyrito em parte com o aspecto de diabase granular, em parte passando ao melaphyro. Conforme as observações dos meus collegas desta Commissão que as têm estudado no campo, estas rochas eruptivas se apresentam em forma de lençoes sobrepostas ou intercaladas nas camadas de grez que em grande parte pelo menos são referidas ao terreno carbonifero. Um destes collegas, o dr. Luiz Gonzaga de Campos observou na fazenda do sr. Sampaio Goes, no leito do rio Tieté, perto da cidade do mesmo nome, um interessante contacto entre a rocha eruptiva e o grez cujas amostras me foram confiadas para estudo. Alli observa-se uma bem definida formação de contacto, visto que entre a rocha eruptiva e a sedimentaria encontra-se uma rocha semelhante ao *Hornfels* (pedra cornea) intimamente ligada com o grez, mas cuja transição para a rocha eruptiva não pôde ser observada em virtude da decomposição desta ultima no plano de contacto.

Como mostra o exame microscopico, esta rocha de contacto por mais semelhante que seja, em amostras, com o verdadeiro *Hornfels*, nada tem em commum com uma formação exomorphica de contacto, porém é uma formação endomorphica de contacto que até agora, pelo menos na série de rochas da familia diabase e melaphyro, parece não ter sido observada e descripta.

A rocha eruptiva é granular, de côr preta esverdeada e, vista em amostras, assemelha-se completamente com um diabase normal. Como, porém, os augito-porphyritos da referida região pas-

(\*) F. de Paula Oliveira, Boletim da Com. Geog. e Geol. de S. Paulo, 1889, n. 2.

sam evidentemente a este typo e são sempre rochas effusivas typicas, esta só pode ser considerada como um augito-porphyrito diabásico granular com escassa massa vitrea intersticial.

Debaixo do microscopio observa-se bem a estrutura diabásica granular, isto é, compridas ripas de plagioclasia fresca entre as quaes ficam grandes e irregulares grãos de pyroxenio pardacento claro e pequenos crystaes isolados de ferro titanado e mais uma porção muito pequena de base, quasi incolor, devitrificado pelo desenvolvimento de globulitos opacos. Apenas esta ultima (a base) mostra-se muitas vezes decomposta, dando em resultado um producto viriditico esverdeado com polarisação de aggregado.

A rocha de contacto cujos limites com a rocha eruptiva não são observaveis, sendo pelo contrario extremamente bem definidas com o grez, assemelha-se completamente a um verdadeiro *Hornfels* de contacto muito compacto. A côr é cinzenta negra; a dureza entre a de feldspatho e a de quartzo; a fractura é notavelmente conchoide; a fusibilidade é facil, e mesmo com a lente não se distingue de modo algum os elementos mineraes. Tambem quanto á acidez a concordancia com o *Hornfels* de contacto é perfeita, sendo o teor de  $\text{SiO}_2$  de 60.41 %/o. Debaixo do microscopio porém vê-se immediatamente que não se trata de um *Hornfels*, mas sim de uma rocha de contacto vitrea, endomorphica composta em partes proximamente eguaes de pequenos crystaes de cordierita e de base vitrea pardacenta devitrificada pelo desenvolvimento de globulitos augiticos esverdeados e extremamente pequenos.

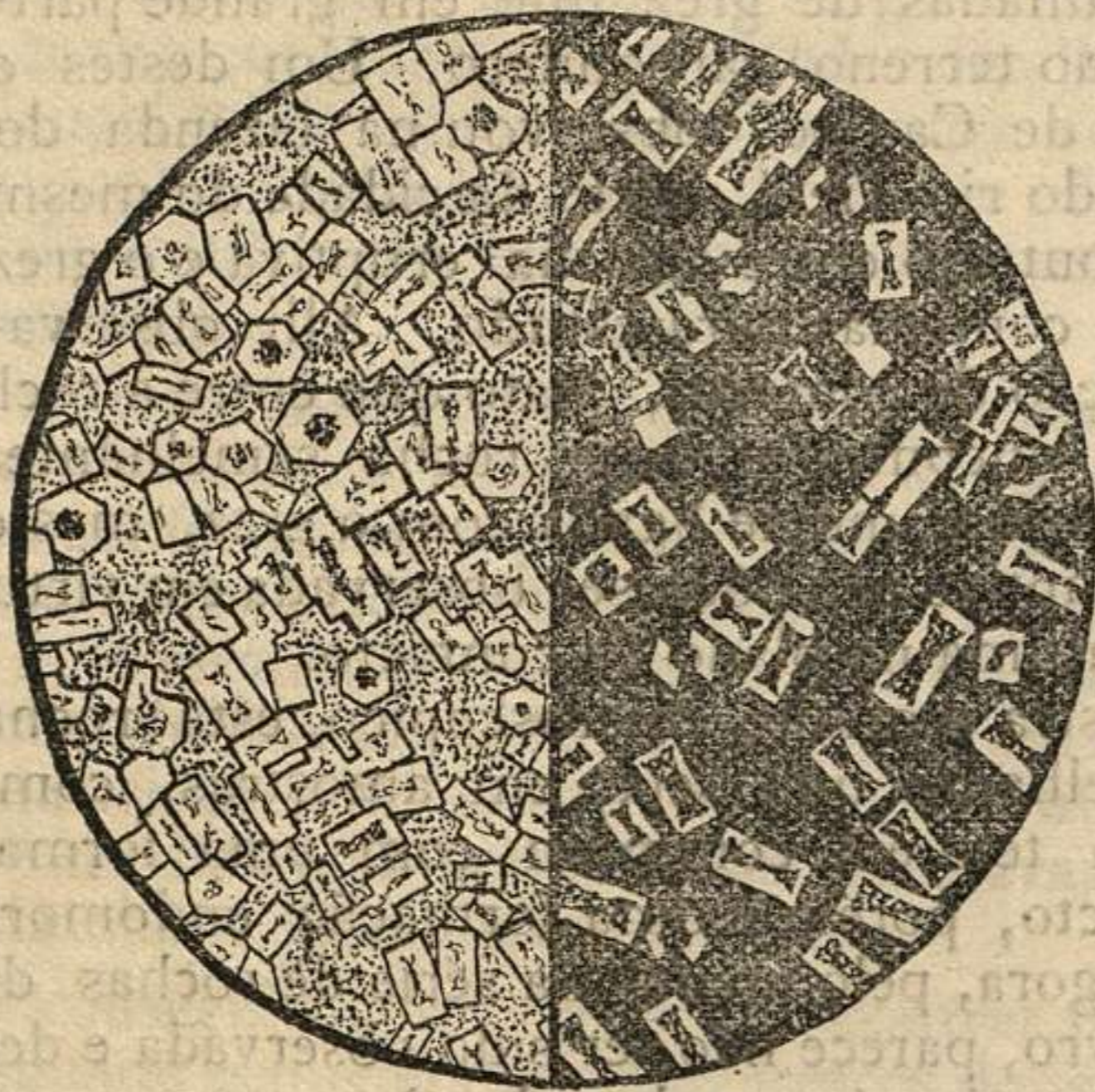


Fig. 6

A figura 6 reproduzida de um desenho a camara-lucida mostra a estrutura desta interessante rocha de contacto. Esta estrutura é verdadeiramente microporphyrítica. Os pequenos crystaes

de cordierita são sempre reunidos em agglomerações maiores em redor das quaes a base vitrea costuma ser de côr mais clara. A base vitrea é livre de granulos de mineraes ferriferos e de globulitos opacos, abundando estes porém na cordierita. Este ultimo em crystaes de 0.077 a 0.8<sup>mm</sup> de comprimento apresenta-se nas preparações microscopicas, pela maior parte com secções rectangulares que extinguem todas parallelamente aos lados e quasi sempre offerecem uma linda estructura em forma de ampulheta devida a inclusões de globulitos augiticos, bem como uma formação crystallina esqueletiforme (fig. 7). Como a cordierita se apresenta em

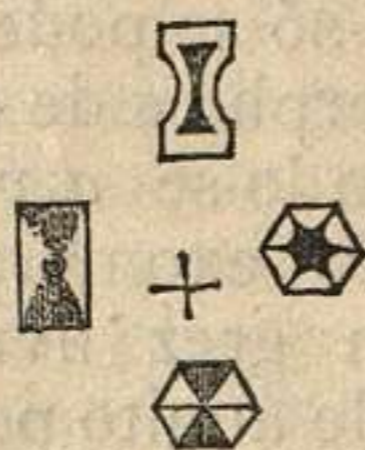


Fig. 7

aggregações de crystaes as secções só apparecem nitidamente definidas em luz polarisada. Devida a tenuidade das preparações as côres de interferencia nunca são vivas, sendo apenas cinzenta azuladas em todas as secções.

As secções parallelas oP são hexagonos perfectos que em luz polarisada parallela mostram sempre muito claramente a divisão de area em sectores conforme a lei de maclas de aragonita. Sempre dá-se a extincção simultanea em duas das divisões triangulares diametralmente oppostas logo que um lado do hexagono fique parallello á secção principal de um dos nicols. Como as secções longitudinaes assim tambem estas parallelas á base do prisma mostram quasi sempre um nucleo regular de inclusões emquanto que globulitos augiticos são accumulados no centro e frequentemente tambem encravados entre os limites das maclas d'onde vem que em luz polarisada o hexagono se decompõe em duas partes geniculadas oppostas. Além dos referidos globulitos augiticos regularmente dispostos ha inclusões de base vitrea emquanto os grãos de mineraes ferriferos se acham distribuidos irregularmente na cordierita.

A formação em maclas e o comportamento optico denotam a cordierita que alli em virtude da tenuidade dos crystaes não apresenta pleochroismo e apparece incolor. Devido tambem as dimensões extremamente reduzidas dos crystaes não foi possivel proceder-se a mais aprofundados estudos opticos nem a ensaios microchimicos.

Muito frequentemente fragmentos de grez de poucos millimetros de extensão apresentam-se como se fossem inclusões na massa da rocha de contacto. Estes têm as suas margens arredondadas como se fossem fundidos e entre os grãos arredondados de quartzo

existe uma massa vitrea isotropa de côr parda esverdeada. Apesar de diligente procura nunca pude porém encontrar inclusões vitreas secundarias nos grãos de quartzo.

No contacto com o grez mostra-se um enriquecimento da massa vitrea pardacenta. O grez é de si mesmo rico em folhetas irregulares de mica parda esverdeada que nas referidas inclusões acham-se completamente fundidas e transformadas em base vitrea, ao passo que no contacto entre a rocha e o grez não se nota nenhuma transformação profunda por fusão dos elementos deste ultimo.

A julgar pelo todo da estrutura, composição e teor em base vitrea da rocha de contacto, só se pode explicar a formação desta como metamorphose endomorphica de contacto na propria magma do augito-porphyrto, podendo-se *a priori* excluir desde logo a hypothese de uma formação exomorphica de contacto entre a magma eruptiva basica e um grez livre de feldspatho. Deve-se ainda notar que esta massa de augito-porphyrto apresenta-se sempre sobre grez e nunca sobre schisto argilloso ou cousa semelhante.

O augito-porphyrto rompeo camadas massiças de grez, incluindo numerosos fragmentos do mesmo, nos quaes a mica foi fundida estando o quartzo tambem até um certo ponto «dissolvido» pela magma basica, e então derramou-se em forma de lençol sobre o grez. Sómente a parte inferior (em contacto immediato com o grez) do augito-porphyrto tomou a estrutura do *Hornfels* surgindo a parte subsequente da magma livre de inclusões de quartzo e assim não soffrendo alteração na sua composição chimica.

Dahi vem que na rocha de contacto (augito-porphyrto com aspecto de *Hornfels*) encontram-se, com excepção de feldspatho, todos os mineraes da rocha eruptiva, isto é, globulitos e bastonetes de augito, mineraes ferriferos e base vitrea. A cordierita entretanto é alli apenas um mineral de contacto formado pela acção da magma eruptiva basica sobre o grez micaceo. Encontro no trabalho de C. Prohaska (\*) phenomenos de contacto que combinam admiravelmente com os acima referidos, onde se acha descripta uma formação endomorphica de contacto (limitada porém a pequeno espaço) entre basalto e grez acompanhado igualmente pela producção de cordierita. Alli, como no valle do Lavant, a magma eruptiva, muito basica e rica em inclusões de fragmentos de quartzo, é consolidada em redor das inclusões em estado vitreo e livre de feldspatho acompanhado com o desenvolvimento de crystaes de cordierita.

Altamente interessante, é finalmente a relação entre a parte *occidental de S. Paulo e meridional da Africa* (colonia do Cabo)

(\*) *Ueber den Feldspathbasalt von Kollnitz und dessen glasige cordieritführende Einschlusse* — Sitzungberiet der K. K. Akademie der Wissenschaften, Wien. XCH Bd. I Abth. 1885.

não sómente em referencia á formação de contacto, como também, conforme creio, na estrutura geologica geral. A da primeira é me conhecida pelos trabalhos da Comissão Geographica e Geologica, a segunda pelo trabalho de E. Cohen (\*)

O oeste de São Paulo adiante da zona montanhosa maritima faz parte do grande planalto brasileiro composto de camadas quasi horisontaes de grez e schistos atravessadas por numerosos diques de diabase e em muitas partes cobertas por lenções de augito-porphyrito frequentemente amygdaloides. (\*\*)

A parte inferior desta grande serie sedimentaria contém no Paraná e na parte sudeste de São Paulo fosseis maritimos devonianos: a parte média que caracteriza particularmente a zona central de S. Paulo na qual se acha o phenomeno de contacto acima descrito, consiste de grez molle e schistos em geral pobres de fosseis sendo os mais caracteristicos plantas terrestres e restos de reptis e peixes sendo o typo das plantas bem como o dos poucos fosseis maritimos que têm apparecido, indicativo do terreno carbonifero ou permiano. A parte superior composta quasi exclusivamente de grez sem fosseis e de rochas eruptivas é referida provisoriamente ao terreno triassico. Muito semelhante a este é a formação karroo de Cohen na Africa meridional que jaz sobre camadas indubitavelmente de idade devoniana e contém nas partes inferior e média fosseis considerados como carboniferos, incluindo um reptil que diversos paleontologistas julgam ser identico genericamente com o de S. Paulo, sendo a parte superior referida ao terreno triassico. Como em S. Paulo toda a formação é cortada e frequentemente coberta por uma rocha eruptiva granular (diabaseforme) nos diques, porphyritica (augito-porphyrito ou melaphyre-forme) nos lenções. Uma outra relação inteiramente local acha-se ainda nos phenomenos de contacto entre o grez e a rocha eruptiva basica das duas regiões.

Encontra-se descripta no referido trabalho de Cohen (pgs. 251 e 262) uma formação de contacto entre os diabases e o grez do Karroo médio que deixa concluir uma correspondencia muito intima entre o *Hornfels* sud-africano e o *Hornfels* endomorphico brasileiro acima descripto. A rocha de Coleskop contém, conforme Cohen numerosos microlitos prismaticos, incolores que são, pela maior parte, rectangulares e extinguem-se parállelos ao eixo. São ricos em inclusões de particulas em forma de poeira e insoluveis em acido hydrochlorico como são igualmente os crystaes de cordierita de Sampaio Goes. Por esta descripção me parece provavel que sejam de cordierita os microlitos do *Hornfels* de Coleskop,

(\*) Neues Jahrbuch fur Mineralogie, supplemento V, 1887.

(\*\*) Suess — Antlitz der Erde I, p. 667.

Waagen-Derby — Neues Jahrbuch fur Mineralogie, 1888; II, p. 172.

Derby — Boletim da Sociedade de Geographia do Rio de Janeiro, vol. I 1885.

comquanto Cohen não conseguisse determiná-los e a mim também não fosse possível adiantar qualquer coisa de positivo sobre este schisto de contacto.

## V

## PHYLLITAS COM OTTRELITA E COM MAGNETITA DO ESTADO DE SÃO PAULO

Na exploração geologica da secção encachoeirada do rio Tieté, acima do salto de Itú, foi encontrada uma zona interessante de phyllitas (schistos argillosos) cujas amostras me foram entregues para a investigação petrographica. Esta zona acha-se situada entre o massiço granítico da Serra de Itaiquy, perto da villa de Parnahyba e o salto de Pirapora no rio Tieté com a orientação de L—O e a largura approximada de 4 kilometros. As phyllitas ora amarelladas ou pardas, ora avermelhadas ou violaceas quando pouco alteradas, são intercaladas com quartzitos e altamente inclinadas.

Em certos pontos e especialmente no lugar chamado Ponte Velha, onde o Tieté atravessa uma garganta de 7<sup>m</sup> apenas de largura, cortando as phyllitas transversalmente á orientação, observa-se que ellas são mais ou menos ricamente salpicadas com pequenas lamellas arredondadas, de côr preta esverdeada, que attingem quando muito o tamanho de uma cabeça de alfinete. Com exame minucioso vê-se que estas inclusões crystallinas tabulares, bem como a rocha no seu todo apresentam a maior semelhança com o bem conhecido schisto ottrelítico das Ardennas, correlação esta que é completamente confirmada pela investigação microscopica.

Muitas vezes pode-se observar na mesma amostra uma transição perfeita de partes livres de ottrelita em outras carregadas com os seus pequenos crystaes.

A massa fundamental do schisto, de granulação crystallina desusadamente fina, consiste pela maior parte de um aggregado muito finamente lamellar de mineraes micaceos entre os quaes um incolor pode ser determinado como muscovita emquanto o segundo verde-claro e muito fracamente pleochroítico deve pertencer ao grupo das chloritas. Entre as lamellas mais ou menos regularmente arredondadas deste ultimo encontram-se tambem umas de secção longitudinal rectangular que são muito mais fortemente pleochroíticas. Espalhados irregularmente neste aggregado acham-se grãos de quartzo extremamente pequenos, irregulares, incolores, ricos em inclusões fluidas, bem como granulos opacos de mineraes de ferro que frequentemente são alterados em um aggregado de bastonetes de rutilo amarello-palha. A julgar pelo producto de alteração estes granulos como os do schisto das Ardennas, são de ferro titanado. (\*) Finalmente acham-se ainda na massa

(\*) A. Renard; Bull. Soc. Min. de Belgique. T. III, 1884, pg. 256.

fundamental innumerous microlitos amarelos de rutilo em forma de agulhas compridas, frequentemente em maclas cordiformes e geniculadas bem como raramente prismas microscopicos, azul-cinzento de turmalina.

Nesta massa fundamental muito mais finamente crystallina que a das phyllitas das Ardennas são ricamente espalhadas as pequenas lamellas de ottrelita, pela maior parte discoides, frequentemente porém distinctamente hexagonaes.

A ottrelita apresenta nas secções microscopicas uma côr verde-oliva ou nas rochas completamente frescas a côr azul de ameixa.

As secções pela maior parte de apenas 0.25—0.26<sup>mm</sup> em diametro, são rectangulares, mais raramente circulares ou hexagonaes. Estas ultimas são as secções parallelas á base (001) e mostram clivagem regularmente distincta conforme duas direcções fazendo entre si o angulo de 120° proxivamente. Em uma amostra tambem as secções basaes apresentam uma estrutura zonal tendo cerca de 2/3 do interior do crystal quasi impellucido e escuro em virtude da accumulacão de inclusões.

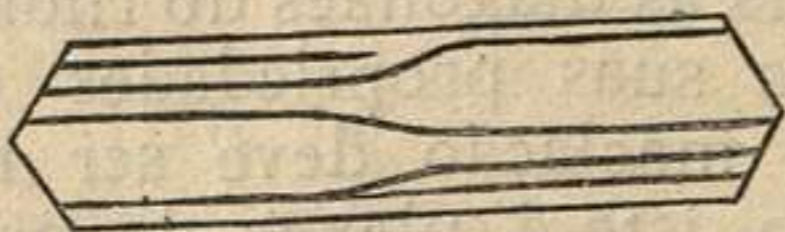
O pleochroismo nas secções basaes é regularmente forte entre côr azul de ameixa e verde de oliva. Em luz polarisada convergente observa-se a sahida quasi perpendicular da 1<sup>a</sup> bisectriz. E' muito pequeno o angulo dos eixos opticos e pequena tambem a inclinacão das bisectrizes ao eixo vertical.

Nas secções longitudinaes rectangulares percebe-se não raramente a presença de faces pyramidaes visto que a secção do crystal mostra um tanto distinctamente a forma de um hexagono deformado (fig. 8 e 9).

Fig. 8



Fig. 9



Maclas polysyntheticas parallelas a (001) e uma estrutura interna em forma de ampulheta evidenciada pelo arranjo das numerosas inclusões são quasi constantes. Tambem foi observado o intercrescimento conforme a base (001) de dois individuos da forma de (001) (111) (111) (010) sendo um individuo inteiramente livre de lamellas de maclas, e outro cheio dellas (fig. 8) que tambem se ligam entre si em forma de cunha (fig. 9).

Além da maclação parallelas á base (001) encontram-se muitas vezes maclas cruzadas e de contacto, conforme uma das faces do doma (?) devida a crescimento alternado de dois individuos com inclinacão das faces basaes entre 110° e 125°.

Maclas inteiramente semelhantes já foram descriptas por A. d'Achiardi (\*) nos schistos ottrelíticos dos Alpes apuanos e as encontrei também nas minhas preparações dos schistos das Ardenas. (Compare-se figuras 10 e 11)

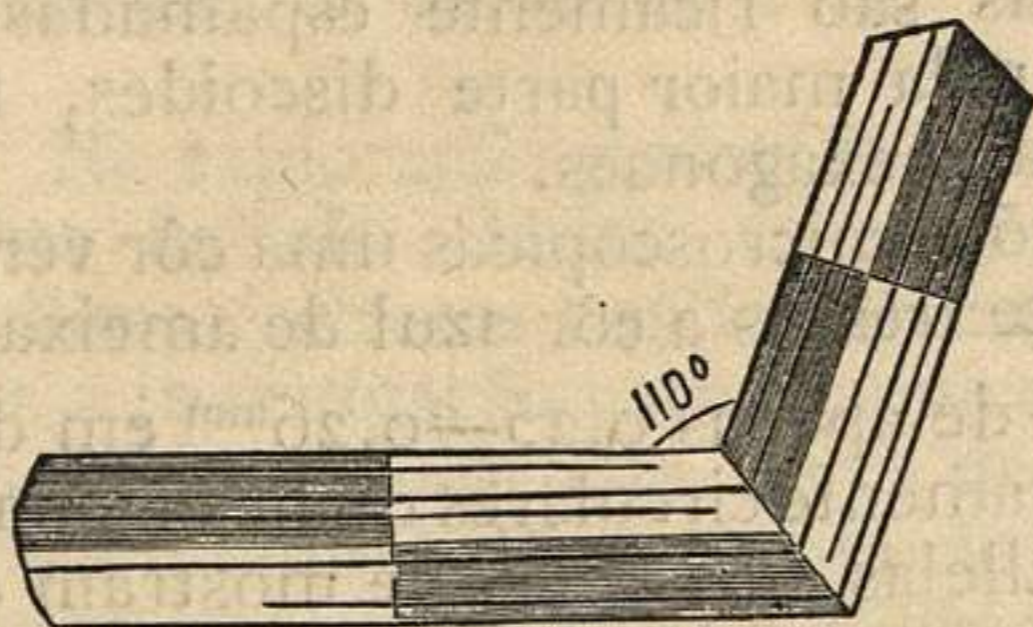


Fig. 10

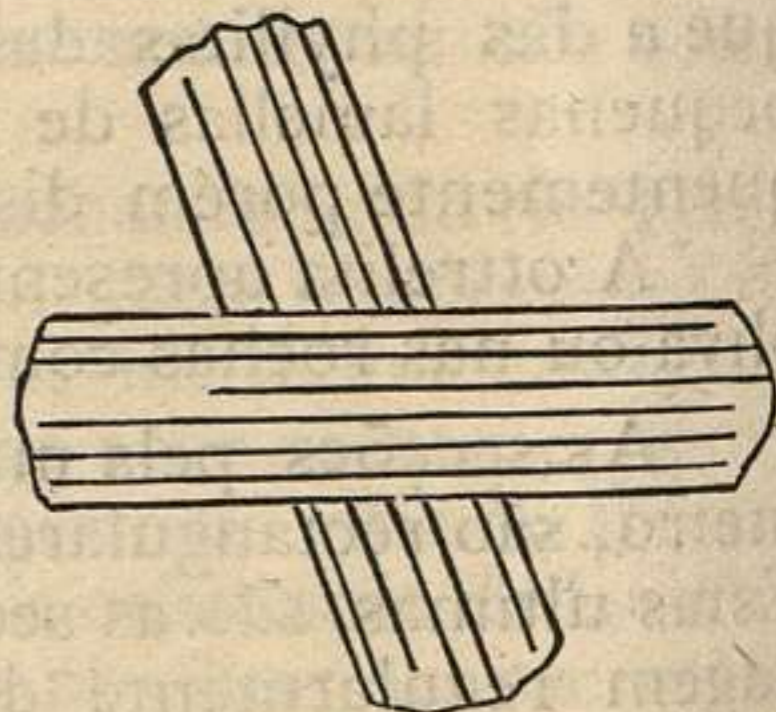


Fig. 11

Em secções paralelas a base (001) apresenta-se muitas vezes uma divisão muito distincta das partes das maclas que lembra a da aragonita. Os hexagonos se desfazem entre nicols cruzados em tres campos rhombicos estando em cada um a direcção de

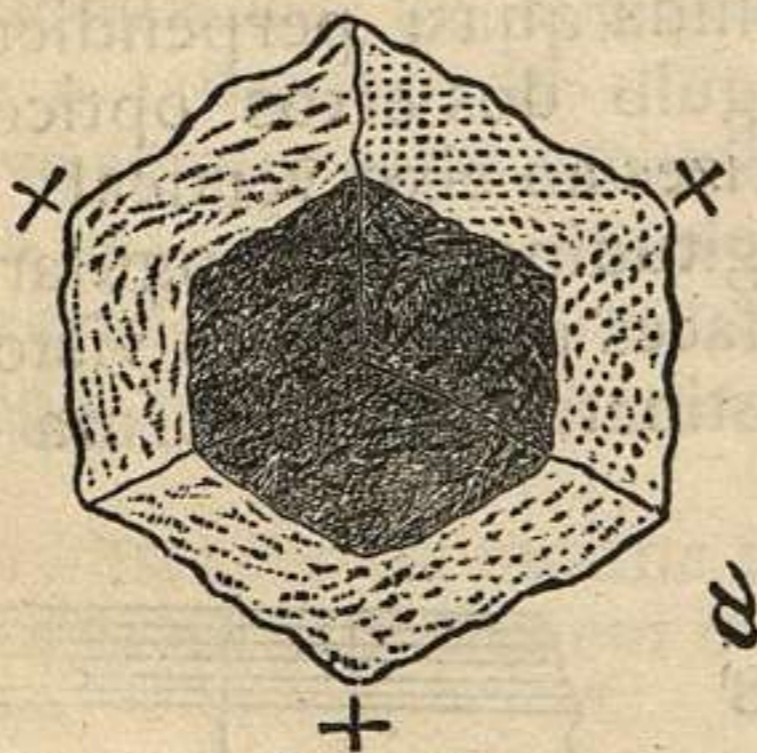


Fig. 12

extincção parallelas ás diagonaes do rhombo. Visto ser a ottrelita reconhecida pelas suas propriedades opticas como certamente monoclinica esta maclação deve ser referida á frequentemente observada na mica, isto é, planos de macla normal á base (001) e parallelas á aresta (001):(110).

Nas secções longitudinaes a clivagem basal, indicada por fendas muito distinctas, parallelas ás arestas da base, é muito bem definida e também regularmente a prismatica indicada por fendas normaes á base. Além destas são não raramente perceptíveis fendas que formam com a face (001) um angulo de  $72^\circ$  (fig. 13).

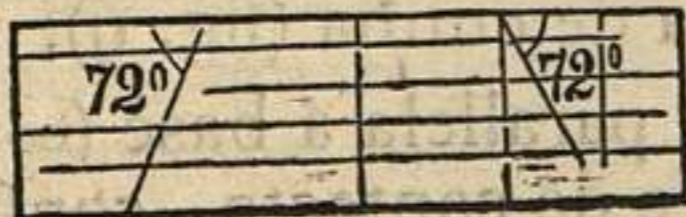


Fig. 13

(\*) Atti Soc. Toscana Scien. Natur. 1886, VII, p. 7, Tab. XVI, fig. 4-5.



E' digno de nota que, nas minhas preparações das phyllitas das Ardennas, a clivagem basal da ottrelita é muito mal definida.

Entre nicols cruzados a extincção dá-se ás vezes parallela á aresta da base, porém em geral com uma ligeira inclinação á esta aresta que no maximo attinge a 15°. O pleochroismo é tambem bastante forte, sendo amarello-esverdeado parallello ao eixo vertical e côr azul de ameixa clara até escuro normal a este eixo. A schema das côres axiaes é a seguinte :

*c*=amarella esverdeada  
*b*=azul de ameixa  
*a*=Verde-oliva ou cinzenta azulada.

Ainda mais forte é o pleochroismo dos crystaes de ottrelita não alterados de certas amostras de phyllita da mesma localidade.

*c*=branca-amarellada  
*b*=azul de ameixa escura  
*a*=verde-oliva.

Os crystaes de ottrelita, semelhantes aos de Ottrez, são muito ricos em inclusões e quasi inteiramente salpicados de pequenas agulhas amarellas de rutilo e alguns granulos relativamente mais grossos de ferro titanado. Falta o quartzo como inclusão.

N'uma rocha já um tanto alterada encontra-se a ottrelita notavelmente abundante em fendas cheias com granulos de mineraes de ferro ou de quartzo. Nota-se tambem que filões microscopicos de quartzo secundario atravessam os crystaes de ottrelita de modo

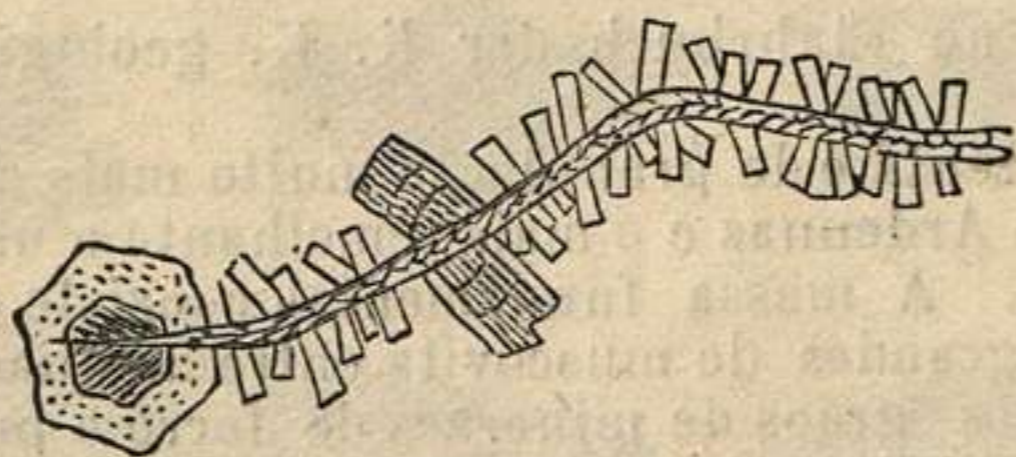


Fig. 14

que os fragmentos dos mesmos parecem um tanto afastados uns dos outros. (fig. 14)

A ottrelita parece bastante resistente á alteração, visto que em preparações da zona marginal alterada dos schistos e tambem em amostras totalmente decompostas em massa molle argillosa a ottrelita ainda se apresenta em individuos inteiramente frescos. Em virtude das numerosas inclusões uma analyse da ottrelita não teria valor especial. (\*)

(\*) Em relação a isto parece-me conveniente dar aqui descripção resumida de uma occorrença de schisto ottrelitico na Bohemia que até agora parece não ser conhecida na litteratura. Conheci este schisto pelas amostras colleccionadas por Helmhacker, em Kraskov e conservadas na collecção petrographica da Imperial Academia de Minas, em Leoben, Styria. Sobre esta occorrença acha-

Intimamente ligados com os schistos ottreliticos acima descriptos e muitas vezes alternando com elles em leitos da espessura de um dedo apenas, acham-se de um lado phyllitas com magnetita e do outro lado phyllitas normaes livres de inclusões mineraes.

As phyllitas com magnetita apresentam côr cinzenta-esverdeada escura, (em estado decomposto parda clara) e já no exame macroscopico deixam perceber em redor dos crystaes de magnetita, da grossura de 1<sup>mm</sup> apenas, uma orla de coloração clara, bem como um arranjo parallelo aos planos de schistosidade, destas magnetitas orladas.

A massa fundamental do schisto mostra-se nas preparações microscopicas inteiramente semelhante á das phyllitas ottreliticas constituída principalmente de granulos muito pequenos e irregulares de quartzo, e folhetas fracamente pleochroiticas em parte incôlores, em parte esverdeadas, de chlorita (mica?) Entre estas encontram-se numerosas agulhas prismaticas curtas de rutilo amarello de mel frequentemente em maclas geniculadas e cordiformes bem como raramente prismas, muitas vezes quebrados, de turmalina azulada.

Além destes a massa fundamental da phyllita contém ainda crystaes microscopicos isolados, de côr amarello-enxofre a amarello pardacento, cujas seccões são ora quadradas, ora hexagonaes ou irregulares. Estes são frequentemente coloridos em escuro no centro, em virtude de inclusões e entre nicols cruzados portam-se como corpos isotropos. Conforme todas estas e outras particulari-

se uma breve noticia no «Jahrbuch der K. K. geologische Reichanstalt, de Vienna.

A rocha de côr cinzenta é de granulação muito mais grosseira que o schisto da Ponte Velha e o das Ardennas e é mais semelhante a um mica-schisto do que a um schisto argilloso. A massa fundamental consiste quasi exclusivamente em lamellas bastante grandes de muscovita entre as quaes ficam granulos de quartzo incolôr, poucos grãos de mineraes de ferro e prismas de rutilo. As camadas deste schisto são fortemente levantadas.

As inclusões (*einsprenglinge*) são muito maiores, porém não tão bem crystallizadas como as da rocha da Ponte Velha. Apresentam em seccão o diametro de 1.15mm a 1.2mm e uma bella côr de azul de ameixa. O pleochroismo é tambem mais forte, sendo

*c* = incolor

*b* = azul de ameixa escuro

*a* = verde amarellado.

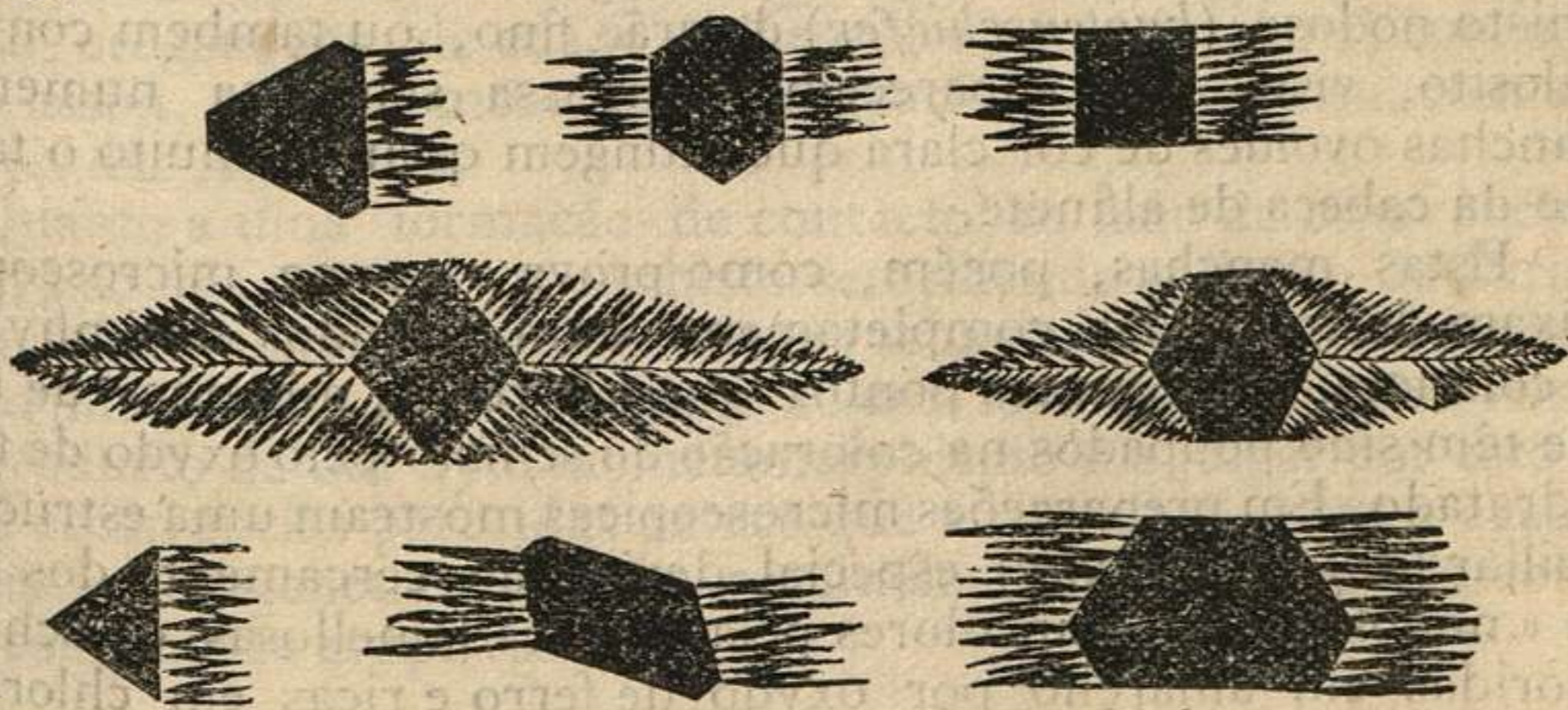
Os crystaes de ottrelita se acham dispostos com muita regularidade parallelos á schistosidade da rocha, feição esta que é menos distincta no schisto de Ponte Velha, e são regularmente ricos em inclusões de quartzo granular. Emquanto á clivagem e propriedades opticas concordam inteiramente com os do Brazil acima descriptos, posto que maclas geniculadas não foram observadas na ottrelita de Kraskov.

Como a ottrelita desta localidade é muito fresca e relativamente grande e pobre em inclusões, ella fornece material bom para analyse e oxalá que estas linhas sirvam para chamar attenção sobre esta localidade.

dades só se pode attribuir estes crystaes á granada, provavelmente spessartina e assim temos uma outra analogia interessante com os schistos das Ardennas.

As referidas agulhas de rutilo provém, conforme toda a probabilidade, em grande parte, de ilmenita (ferro titanado micaceo) visto que são muito mais abundantes nas phyllitas fortemente decompostas e coloridas em vermelho-pardacento por oxydo de ferro hydratado e são sempre cercadas por uma pequena crosta de oxydo de ferro hydratado, semelhante a ferrugem, ao passo que nestas mesmas phyllitas decompostas faltam quasi inteiramente os mineraes de ferro opaco.

De especial interesse são os pequenos octahedros de magnetita bem formados, de 1<sup>mm</sup> de grossura e com aspecto de inclusões (*einsprenglinge*). Nas preparações microscopicas das phyllitas vê-se que a magnetita é alterada em martita com conservação de um certo grão de magnetismo, inuitas vezes, todavia bem fraco. Em laminas extremamente finas são pela maior parte translucidos com côr de sangue e todos sem excepção mostram um phenomeno que já a olho nú é perceptivel. Este é a orla orientada de côr clara em redor dos crystaes que consiste em palhetas de quartzo dispostas com a maior regularidade. O phenomeno concorda tão completamente com o descripto por E. Geinitz (\*) nas phyllitas com magnetita e pyrita (pedra loisa) de Rimogne, Ardennas, que poucas palavras e as figuras juntas bastam para esclarecel-o.



Todos os crystaes de magnetita (martita) apresentam assentadas regular e perpendicularmente sobre as faces do octahedro palhetas em forma de lanceta de quartzo que são aggregadas sobre o crystal n'um corpo ellipsoide (orla).

Tanto em secções parallelas como perpendiculares a schistosidade da phyllita nota-se ainda uma disposição destes corpos magnetita-quartzo perfeitamente parallelas entre si.

(\*) Tschermaks Min. und Petrogr. Mitth. n. Folge, III, 1881, p. 553 et seq.

Muito raramente acham-se palhetas de chlorita verde ou particulas de mineraes de ferro engastadas entre as palhetas de quartzo que só apresentam inclusões fluidas.

A phyllita com magnetita não alterada de côr verde-cinzenta bem como a phyllita « normal » livre de inclusões de magnetita e outrelita só se distingue da acima descripta pelo facto de que na massa fundamental os mineraes de ferro opacos se apresentam mais abundantemente, ao passo que as agulhas de rutilo são muito mais raras. Os pequenos crystaes de spessartina (?) nunca faltam. Quanto ao referido mineral micaceo de ferro julgo poder considerá-lo, apezar da falta de analyse chimica, como ilmenita micaceo (ferro titanado micaceo) em vista do facto indubitavelmente provado de sua alteração em um aggregado de agulhas de rutilo e de oxydo de ferro. Confirma esta opinião o facto de que é facil obter por lavagem na batêa, de phyllita, totalmente decomposta uma porção de pseudomorphoses de ilmenita que combinam perfeitamente com os acima descriptos (p. 17) do rio Ribeira. E' sabido que o ferro titanado desempenha um papel importante nas phyllitas. As phyllitas quartzosas (Stache) do Tyrol e uma parte das phyllitas das Ardennas (conforme a investigação de A. Renard (*loc. cit.*) apresentam muitas vezes a alteração deste mineral de ferro em rutilo.

Em Jurumirim, um tanto afastado da margem esquerda do Tieté, encontra-se uma phyllita parda que tanto macro como microscopicamente differe dos acima descriptos. Este schisto friavel, fortemente alterado e colorido por oxydo de ferro hidratado apresenta, examinado macroscopicamente, grande semelhança com um schisto nodoso (*knotenschiefer*) de grão fino, ou tambem com um spilosito, visto que apparecem na massa schistosa numerosas manchas ovoides de côr clara que attingem quando muito o tamanho da cabeça de alfinete.

Estas manchas, porém, como prova o exame microscopico, deixam de concordar completamente com os nodos das phyllitas de contacto, sendo antes pontos quasi livres de mineraes de ferro que têm sido poupados na coloração do schisto pelo oxydo de ferro hidratado. Em preparações microscopicas mostram uma estrutura occillar (*augen-structur*) especial devida ao cercamento dos pontos « nodosos » quasi incolores pelas partes lamellosas do schisto, coloridas em amarello por oxydo de ferro e ricas em chlorita e especialmente em pequenas agulhas de rutilo.

Estes pontos incolores que parecem olhos no meio da massa colorida, são quasi livres de particulos de mineraes de ferro e de rutilo e mostram frequentemente no centro dos « nodos » accumulações de poeira chloritosa. Prismas de turmalina são raros e o mineral semelhante á spessartina falta. Tudo considerado é todavia innegavel que este schisto tem grande semelhança com um schisto argiloso nodoso (*knotenthonschiefer*), por assim dizer meio acabado.

Ultimamente, por obsequio do Dr. Henrique E. Bauer, me veio ás mãos uma amostra de phyllita do sul de São Paulo, que tanto macro como microscopicamente concorda inteiramente com a phyllita com magnetita de Ponte Velha. É um schisto de cor vermelha de carne que se acha sobreposto a gneiss na Ilha de Abrigo, perto de Cananéa. Comparado com a phyllita de Ponte Velha nota-se apenas que as orlas de quartzo não apresentam estrutura tão regular como neste, assemelhando-se mais ás descriptas por E. Geinitz (*loc. cit.*) que cercam os crystaes de pyrito no schisto de Rimogne.

Tambem se pode notar que o schisto avermelhado que se acha associado com itabarito nas visinhanças de Ouro Preto, Minas-Geraes, concorda com estas phyllitas não sómente no aspecto geral como tambem na estrutura microscopica e especialmente no caracteristico teor em magnetita.

Perguntando se sobre o modo de origem das particularidades destes schistos apenas pode se referir não ser questão de acção de contacto por intrusão de rocha eruptiva, quer seja, no caso de São Paulo, o granito de Parnahyba de um lado ou o diorito de Pirapora do outro. Os schistos mais proximos a estas rochas eruptivas não apresentam estas inclusões mineraes e a alternção entre phyllitas normaes e as com ottrelita e magnetita é demasiado brusca e diversificada para admittir esta hypothese.

Parece-me antes tratar-se nesta zona schistosa, cujos membros são em todo o caso mais novos de que os schistos da zona gneissica, de um complexo de schistos argillosos metamorphoseados por pressão orogenetica, de idade palaeozoica (predevoniana) concordando assim, como já mostrou a observação petrographica, com as phyllitas das Ardennas.

Quanto a uma formação de contacto ao lado de uma rocha eruptiva só fala a seu favor o schisto semelhando spilosito de Jurumirim, não havendo porém nenhuma rocha eruptiva visivel na visinhança immediata. Na minha opinião esta formação nodosa é tambem producto de um dynamometamorphismo e a julgar por esta e outras occorrencias parecidas parece que em muitos casos a acção da pressão orogenetica produz resultados identicos aos de contacto com rochas eruptivas.

## VI

### NOTÍCIA RESUMIDA SOBRE A OCCORRÊNCIA DE CORINDÓN EM S. PAULO

Proveniente da Serra de Itaqui foi-me submettida para exame uma série de amostras de rochas entre as quaes uma se distinguiu logo por seu peso descommunal. O elemento principal que pelo aspecto pareceu ser quartzo, separado pela solução Thoulet de densidade de 2.8 e ensaiado a maçarico, provou ser corindon.

Em consequencia desta identificação foram feitos alguns trabalhos de pesquisa pelos proprietarios do terreno e numa visita á localidade tive occasião de reunir maior material para o estudo e de fazer algumas ligeiras observações sobre o modo de occorrença desta rocha e de outras da visinhança.

Segundo as informações recebidas a rocha de corindon ou esmeril se apresenta em massas lenticulares espalhadas pela superficie do terreno com um certo alinhamento como se fossem provenientes de filões ou diques intercalados no mica-schisto da serra de Itaqui, ao nordeste da estação de São João, da estrada de ferro Sorocabana. De côr cinzenta azulada, granulação grosseira e de tenacidade e densidade pouco communs, a rocha apresenta um aspecto bastante semelhante ao de um quartzito micaceo ou tambem de um gneiss.

O elemento principal deste esmeril brasileiro consiste em corindon azul-claro a cinzento que como prova a separação com a solução Klein de densidade 3.2, constitue 71 % da massa. Como na rocha de esmeril da Ilha de Naxos o mineral se apresenta sempre nas preparações microscopicas, em crystaes que, quando coloridos, mostram secções longitudinaes fortemente pleochroiticas com forma semelhante a um barrilete, tendo planos terminaes e de pyramide aguda. Estas secções têm sempre a clivagem rhomboedrica quasi perfeita e, entre nicols cruzados, côres de interferencia muito vivas com extincção direita.

Nas secções parallelas á base (0001), isotropas, quasi circulares, observa-se sempre em luz polarisada convergente a figura de interferencia uniaxial não perturbada com refração dupla negativa. Nunca se mostram lamellas de maclas. Os crystaes são cheios de inclusões fluidas e granulos isolados de mineraes de ferro de modo a serem quasi impellucidos nas laminas um tanto grossas.

Um segundo elemento mineral da rocha é uma mica branca de lustre prateado, de dois eixos opticos, em palhetas irregulares. Comquanto falte analyse chimica completa, esta mica pode por seus caracteres ser referida á margarita. Debaixo do microscopio vê-se que as laminas de mica estão cheias de pequenas agulhas de rutilo amarello.

Em proporção quasi igual á da margarita entra na composição da rocha a turmalina parda em pequenos crystaes prismaticos fortemente estriados no sentido longitudinal. São igualmente cheios de agulhas de rutilo. A turmalina e a margarita sempre se acham reunidas formando pequenos buxos no meio do corindon granular puro.

Além desta rocha cinzenta de grão grosso encontra-se uma outra variedade mais compacta e mais pobre em corindon bem como uma rocha parda escura de grão fino em que a turmalina é mais abundante ao passo que a mica diminue e o corindon tambem torna-se mais raro, apresentando-se por isso mesmo em bellos

crystaesinhos azul-escuros. Ha tambem variedades de grão muito fino, frequentemente coloridas em pardo-amarellado, outras muito ricas em mica, etc.

E' digno de nota que até agora não se tenha podido reconhecer nesta rocha de corindon nem quartzo nem um mineral feldspathico. Encontra-se porém na citada variedade rica em turmalina um mineral incolor, de lustro vitreo e dureza regular que se apresenta em grandes lamellas delgadas com clivagem perfeita numa direcção e com inclusões de granulos de corindon. Tanto nas propriedades opticas (sahida da 1ª bisectriz perpendicular ás lamellas de clivagem) como no aspecto tem este mineral grande semelhança com a mica (muscovita) sendo comtudo mais quebradiço e mais duro e por isso considero-o provisoriamente como *diaspore*.

Tanto por seu interesse mineralogico como por sua importancia technica será esta localidade de corindon assumpto de estudos mais completos que serão opportunamente apresentados junto com analyses da rocha e da margarita e diaspore que a acompanham.

A rocha de esmeril brazileira é bastante differente em composição mineralogica da bem conhecida rocha da Ilha Naxos que, como pude verificar nas preparações que possuo, consiste de corindon azul-escuro, muita magnetita e um mineral fortemente pleochroitico de côr verde-oliva a verde de alga que pelas propriedades opticas e pela clivagem concorda inteiramente com a sismondina.

O esmeril brazileiro parece concordar melhor, especialmente na associação com margarita, com o norte-americano, tanto quanto este me é conhecido pelas noticias deficientes que tenho á mão.

Na visita á localidade verifiquei que a rocha de esmeril se apresenta em grandes blocos enterrados no solo numa facha estreita atravez da encosta de uma lombada de morro de modo a suggerir a sua proveniencia de um filão ou dique o qual porém não pôde ser reconhecido em virtude da cobertura superficial de terra. A rocha vista *in situ* e que parece constituir a massa geral da lombada é um schisto micaceo argilloso completamente decomposto em materia terrosa de côr pardacenta avermelhada. Cortando este schisto, as vezes parallelas á orientação, mas no geral transversaes a ella, existem na visinhança numerosos filões interessantes. Entre estes ha filões de quartzo puro de mais de 1<sup>m</sup> de espessura, de quartzo e muscovita, de turmalina preta pura que muitas vezes não excedem de 2—3 centimetros de espessura, de turmalina e quartzo, etc.

Especialmente notavel entre estes filões é um que na superficie parece ser de quartzo puro. Estando porém aberto numa certa profundidade vê-se que a espessura que na superficie é de 1/2<sup>m</sup> parece diminuir para o fundo e que pouco a pouco se apresentam grandes lamellas de muscovita e grandes crystaes destacados de andalusita até se tornar o filão composto de quartzo e andalusita em proporções quasi eguaes. A andalusita se apresenta com especial

abundancia junto as margens do filão que são nitidamente definidas contra o schisto e ali os crystaes, menores e mais frescos do que na parte central, são dispostos com o eixo vertical normal ás margens do filão.

Os grandes crystaes de andalusita attingem o comprimento de 12 centímetros e mostram a forma usual (110), (001) e muito raramente a forma (101) mal desenvolvida. São pela maior parte completamente envolvidos por lamellas de muscovita e, como mostra o exame microscopico, completamente transformados em um aggregado do mesmo mineral ao ponto de ser facilmente cortados com canivete. A côr da andalusita alterada é cinzenta semelhante á da pedra-sabão. Preparações microscopicas paralelas a (001) mostram frequentemente um nucleo central composto de grandes lamellas de muscovita irregularmente dispostas, muitas vezes colorido em amarello com oxydo de ferro hydratado; vem depois uma zona de lamellas irregulares microscopicas de muscovita semelhante um aggregado de sericita, com particulos isolados de um mineral esbranquiçado, turvo, semelhante á lithomarga, e finalmente junto ao envolucro externo de muscovita, uma zona estreita paralela ás arestas do prisma composta de muito pequenas lamellas de muscovita dispostas perpendicularmente ás faces prismaticas. Como inclusões acha-se raramente um crystal pequeno de turmalina ou um granulo de corindon e ainda mais raramente grãozinhos de um mineral de ferro.

Frequentemente os crystaes de andalusita são unidos parallelas as faces prismaticas em grandes grupos ou atravessados irregularmente uns nos outros, sempre porém com desenvolvimento completo por todos os lados.

Os crystaes menores das margens do filão (de 2<sup>cm</sup> de comprimento) mostram nas preparações microscopicas a mesma alteração em muscovita porém muitas vezes conservam ainda manchas da substancia de andalusita com forte pleochroismo entre vermelho e verde. Nestes tambem são mais frequentes as inclusões de corindon e turmalina.

Para analyse foi escolhido um crystal completamente alterado de côr cinzenta e translucido nas margens, que foi cuidadosamente limpo das lamellas de muscovita e grãos de quartzo adherente as faces prismaticas. O resultado foi o seguinte:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	= 46.49 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
(com pouco Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	= 36.62
Ca O . . . . .	= 2.15
Mg O . . . . .	= traços
K <sub>2</sub> O . . . . .	= 7.80
Na <sub>2</sub> O . . . . .	= 1.30
H <sub>2</sub> O . . . . .	= 4.79
	<hr/>
	99.15



A composição chimica concorda evidentemente com a de uma mica potássica (compare-se C. Hintze, Handbuch der Mineralogie I, p. 141 e IV, p. 634) e não resta a menor duvida que ahi se trata de uma pseudomorphose completa de andalusita em muscovita. As grandes lamellas de muscovita accumuladas no centro dos crystaes podem porém ser consideradas como inclusões, as adherentes ás faces prismaticas como formação primaria visto que tanto a muscovita como a andalusita se apresentam como elemento mineral do filão. No todo esta occorrença de andalusita concorda perfeitamente com a bem conhecida de Lienz no Tyrol. E' evidente que os referidos filões de quartzo, turmalina, quartzo-andalusita, e corindon no schisto micaceo argilloso da Serra de Itaqui tem relação generica intima, e causa impressão ver ali reunidos em tão grande abundancia tres dos mais espalhados mineraes dos contactos graniticos, isto é, a turmalina, o corindon e a andalusita.

Como já foi referido a andalusita é fresca nas margens do filão e ali tambem o schisto é mais duro e menos alterado. Neste ultimo, como mostrou o exame microscopico, faltam completamente o corindon e a andalusita, ao passo que, como em outras phyllitas, agulhas de turmalina e rutilo abundam como elementos accessorios.

Pesando bem estas circumstancias pode-se perguntar si os referidos filões de (1º) quartzo, (2º) turmalina, (3º) corindon, (4º) andalusita devem ser considerados, conforme a theoria corrente, como formados por secreções lateraes do schisto ou si não terá de algum modo influido na sua formação a acção eruptiva.

\* \* \*

Em relação a occorrença tão abundante de corindon em São Paulo parece-me conveniente acrescentar algumas notas sobre a sua distribuição até agora reconhecida no Brazil, onde este mineral tem sido considerado uma raridade apenas referido pelo prof. Gorceix como companheiro do diamante nas arêas de Salobro no estado da Bahia. (Annaes da Escola de Minas, de Ouro Preto, 1884, I, p. 224).

Tenho encontrado o corindon nas seguintes arêas diamantíferas :

1º.—Camassari, Bahia—Corindon ordinario de côr branca á pardacenta. apresenta-se em fragmentos de crystaes e em crystaes bem formados com as faces do prisma e base na arêa rica em zirconio. Esta occorrença concorda inteiramente com a descripta pelo prof. H. Gorceix.

2º.—Datas, perto de Diamantina, Minas-Geraes—Muito raro, branco, em forma de crystaes tabulares delgados com estrutura zonal e divisão em sectores sobre as faces basaes.

3º.—Rio Sapucahy, no norte do Estado de São Paulo—Corindon nobre (saphira) em fragmentos rolados até 1<sup>cm</sup> de comprimento associado com diamante, zirconeo, xenotima, topazio branco, cymophana e numerosos outros mineraes. Na mesma visinhança encontra-se tambem nas arêas dos ribeirões das Canôas, e Santa Barbara e nos seus affluentes. No ribeirão de Santa Barbara achei um bello crystal prismatico de comprimento de 3<sup>mm</sup>.

Finalmente ha o apparecimento abundante de corindon ordinario no granito de Xiririca no valle da Ribeira no Estado de São Paulo. N'um pequeno riacho acima da cidade de Xiririca vê-se de cada lado paredões de 6—7 metros de altura de granito completamente decomposto. O riacho corre sobre biotita-granito (olho de sapo) não decomposto que em alguns pontos apresenta estrutura gneissica e é cruzado por numerosos diques estreitos de diabase e augito-porphyrito. Lavando o granito decomposto numa pequena batêa fui surprehendido pela abundancia do residuo em grandes fragmentos que, submettido ao exame microscopico, provou ser composto quasi exclusivamente de corindon. O mineral se apresenta pela maior parte em crystaes mostrando as faces do prisma com base, de côr cinzenta clara a cinzenta azulada, raramente de côr pardacenta. Parece-me fóra de duvida que o corindon ali se apresenta como elemento accessorio do granito.

Temos portanto o corindon, até agora considerado como mineral raro no Brazil, apresentando-se sobre uma grande extensão e em todas as suas variedades, como corindon ordinario, como corindon nobre (saphira) e, formando rochas, como esmeril. E' conhecido nas arêas diamantiferas dos tres Estados da Bahia, Minas-Geraes e São Paulo; nos schistos metamorphicos do valle do Pedro Cubas (p. 12); no granito do valle da Ribeira e finalmente nas phyllitas da Serra de Itaqui.

