

# NOTA SÔBRE A GEOLOGIA DO PRE-CAMBRIANO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO, S.P.

REINHOLT ELLERT

Departamento de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP.

## ABSTRACT

Quartzite pebbles, generally larger than 10 cm in diameter, occur in the Pre-Cambrian of São Bernardo do Campo, S. P. These pebbles are surrounded by biotite schist, locally rich in sillimanite. The fold axes in the schists are oriented NE-SW and the axial planes dip SE. In two areas the schists were granitized passing to granite and quartz-diorite. In the quartz-diorite, quartzite pebbles were partially granitized in a rim of 4 cm.

## RESUMO

Nas rochas metamórficas Pre-Cambrianas em São Bernardo do Campo, S. P., ocorrem seixos de quartzito geralmente com mais de 10 cm de diâmetro. Acham-se englobados em biotita xistos, localmente ricos em sillimanita. Nos xistos a direção do eixo das dobras é NE-SW e o plano das dobras mergulha para SE. Em duas áreas os xistos foram granitizados passando a granito e quartzo-diorito. No quartzo-diorito foram granitizados parcialmente seixos de quartzito, formando uma auréola de 4 cm em média.

## INTRODUÇÃO

Na observação de cortes na via Anchieta, chamou-nos a atenção a ocorrência de xistos metamórficos englobando blocos de quartzito, de contôrno arredondado, atingindo vários decímetros de diâmetro.

A extensão e continuidade dos xistos conglomeráticos ao longo da via Anchieta, desde o km 10, nos limites com a cidade de São Paulo, até as proximidades da descida da Serra do Mar aconselhou-nos um exame mais acurado sôbre a natureza e estrutura destas rochas. As melhores exposições dêste metaconglomerado estão em cortes ao longo da via Anchieta, entre os kms 22 e 28. Os seixos ou matações possuem tamanho variado, quase sempre alongados, geralmente com mais de 10 cm de comprimento, (foto n.º1). Encontram-se, entretanto, blocos com mais de 50 cm de comprimento, quase sempre deformados, na proporção de 1:3 representada pela relação entre os valores dos eixos menor e maior.

A raridade de afloramentos frescos não possibilitou a obtenção de dados que pudessem esclarecer a situação estratigráfica desta seqüência

rochas atípicas no embasamento cristalino. Por outro lado, a alteração dos xistos permite o reconhecimento fácil dos seixos de quartzito englobados na matriz xistosa.

O autor agradece ao Prof. Dr. Viktor Leinz, Diretor do Departamento de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP e ao Dr. José Moacyr V. Coutinho, do Departamento de Mineralogia e Petrografia, da mesma Faculdade, as sugestões e críticas que fizeram ao presente trabalho.

A área ora estudada é constituída de xistos metamórficos pré-cambrianos, em parte granitizados e sedimentos terciários da Bacia de São Paulo. Estes ocupam pequena área na parte Norte do Município de São Bernardo do Campo e assentam-se sobre as rochas pré-cambrianas numa superfície irregular. Na área SW do Município, na região de Curucutú aflora gabro-olivínico intrusivo nos xistos. Este gabro foi descrito por Felicíssimo e Franco (1956) e pode formar, quando intemperizado, depósitos de bauxita. Ocorrem ainda na região estudada pequenos corpos graníticos e zonas pegmatíticas.

A direção dos eixos de dobras nos xistos é NE-SW, mergulhando normalmente para SW. As dobras são assimétricas, geralmente deitadas, mergulhando o plano da dobra para SE, indicando que o sentido do transporte tectônico, durante a orogênese, dirigiu-se de SE para NW.

A orientação estrutural das rochas desta área, bem como, as da Serra do Mar, mais a SE, é idêntica com as da Série São Roque. Pode-se admitir que pertençam à mesma seqüência, apresentando metamorfismo crescente em direção à Serra do Mar. Hipótese semelhante foi formulada por Almeida (1953), no seu trabalho sobre a geomorfogênese da Serra do Cubatão, no qual menciona a observação da passagem gradual de filitos a biotita-xistos, xistos e gnaisses fitados de origem migmática, observação esta realizada no tunel da Usina Hidroelétrica do Cubatão.

Litológicamente os xistos são heterogêneos, apresentando variação na textura e composição mineral, parecendo pertencer ao fácies epídoto-anfibolito. Nestes xistos ocorrem seixos e matacões de quartzito, formando um metaconglomerado, no qual seixos grandes estão dispersos numa matriz originalmente fina. A granulação das rochas metamórficas, nas camadas contendo seixos, apresenta freqüentemente variações na vertical em poucos centímetros indicando variação nas condições de sedimentação. As vezes nota-se que a matriz do xisto conglomerático é rica em porfiroblastos centimétricos de silimanita, sugerindo abundância de material argiloso.

A freqüência dos seixos ao longo da mesma camada não é constante e não se nota passagem para seixos de granulação menor. Ao longo de algumas camadas, numa área que sofreu trabalhos de terraplanagem, nas proximidades do Pico do Bonilha, nota-se que a distância média de um bloco a outro é de 1 metro ou mais.



Foto n. 1 — Seixo de quartzito no xisto alterado

A origem dêste metaconglomerada é obscura. Deve ter-se formado em condições especiais de sedimentação sub-aquática, com deposição de grandes seixos em matriz argilosa. A seqüência vertical dêste xistos é heterogênea, achando-se intercalados alternadamente xistos não conglomeráticos. A espessura total dos xistos conglomeráticos é considerável, devendo ultrapassar algumas centenas de metros, indicando que durante muito tempo prevaleceram condições especiais de transporte e sedimentação.

Os xistos são predominantemente biotita-xistos, sendo comuns leitões ricos em porfiroblatos centimétricos e sillimanita. Mineralogicamente os xistos são constituídos essencialmente de quartzo, biotita e subordinadamente muscovita. Esta última mostra comumente placas encurvadas, rica em inclusões aciculares de sillimanita. Pode-se ainda notar passagem para biotita, principalmente ao longo de planos de clivagem. Além do quartzo e micas, os xistos são formados de oligoclásio (An 20) e, como

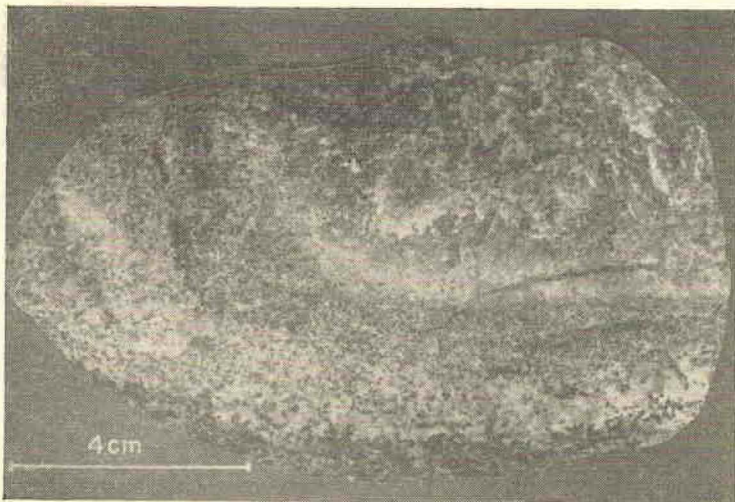


Foto n. 2 — Seixo de quartzito parcialmente granitizado

accessórios, apatita e zircão, o qual, nos grãos maiores se apresenta arredondado.

### GRANITIZAÇÃO

Na área estudada, em duas zonas, os xistos metamórficos foram granitizados. O termo granitização é usado como foi definido por Read em 1944 (1956, p. 89), isto é, o processo pelo qual rochas no estado sólido são transformadas em rochas de caráter granítico, sem passar pelo estágio magmático.

A primeira área situa-se nos limites com a cidade de São Paulo e a segunda no Distrito de Rio Grande, nas proximidades da via Anhieta, a E do km 26.

Na zona granitizada da primeira área assinalada, a faixa de granitos propriamente dita é pequena, parecendo afloramentos de granito fresco apenas numa pequena pedreira abandonada, nas proximidades de Diadema. Os xistos, ao redor do granito, numa extensão de vários quilômetros são cortados por faixas pegmatíticas, algumas de grande espessura e exploradas para a obtenção de caulim. O granito é de granulação fina e mostra textura orientada, evidenciada pelas placas de biotita, orientadas paralelamente aos xistos. Microscopicamente é formado de microclínio, oligoclásio, quartzo, biotita e muscovita. O feldspato mais comum é o microclínio e é posterior ao plagioclásio, que se mostra freqüentemente englobado poiquiliticamente. O oligoclásio, às vezes mirmequítico, está mais sericitizado que o feldspato potássico. A biotita predomina sobre a muscovita e em algumas placas nota-se passagem para anfibólio, ao longo dos planos de clivagem. Zircão, apatita e magnetita ocorrem como acessórios.

Na área de Rio Grande, os xistos são também cortados por pegmatitos e zonas pegmatóides, algumas de vários metros, ricos em turmalina. A grande área geográfica de ocorrência de pegmatitos rodeando estas zonas granitizadas de pequena extensão, sugere que aqueles pertencem à parte superior de grandes corpos graníticos mais profundos. A granitização, embora incipiente, mostra aspectos interessantes e variados.

Na Pedreira São Bernardo, a E do km 26, foram granitizados xistos conglomeráticos, intecalados com camadas decimétricas de calcários. Os calcários passaram a hornfels, conservando o acamamento na orientação original. Nos seixos de quartzito nota-se uma granitização progressiva para o interior, geralmente numa faixa de 4 cm ao redor dos blocos (fotos nos. 2 e 3). Macroscopicamente pode-se observar que de fora para dentro diminuem o tamanho e abundância de micas e feldspatos.

Nesta zona granitizada não se formaram feldspatos potássicos, mas apenas plagioclásios sódicos, passando os xistos a quartzo-dioritos ou Trondhjemitos. O quartzo-diorito, resultante da granitização dos xistos,

é textural e mineralogicamente heterogêneo graças à natureza variada do xisto original. Localmente pode exibir textura granular grosseira, mas predomina a textura orientada, mostrada pelos minerais micáceos. Em algumas é leucocrático, enquanto que noutras é melanocrático, muito rico em biotita. São comuns zonas micáceas pouco feldspatizadas. No contato de algumas zonas micáceas com o quartzo-diorito observa-se neste, uma faixa na qual os feldspatos e micas possuem tamanho centimétrico (foto n.º 4).

A textura e granulação do quartzo-diorito são variáveis. Pode-se apresentar localmente orientado, variando a textura de microcristalina aplítica a hipidiomorfo granular. Ao microscópio nota-se abundância de quartzo, de contôrno suturado, podendo conter inclusões de plagioclásio. Feldspatos potássicos são raros e completamente sericitizados. O feldspato dominante é o albita-oligooclásio, geralmente hipidiomorfo. Dentre os minerais micáceos a biotita predomina sobre a muscovita. As placas de biotita estão quase sempre rodeadas de grânulos de mineral opaco, provavelmente ilmenita. A maioria das placas de muscovita possui em seu interior concentrações orientadas de acículas de sillimanita. Estas inclusões podem também aparecer em placas de biotita, que neste caso, passa a ter côr esverdeada. Em algumas placas de muscovita há inter-crescimento com quartzo. Em menor quantidade existe clorita formada a partir de biotita. Apresenta pleocroísmo  $X =$  verde e  $Z$  incolor, 2 V pequeno. Ao longo dos planos de clivagem existem inclusões orientadas de mineral opaco. Como acessórios ocorrem zircão e apatita.

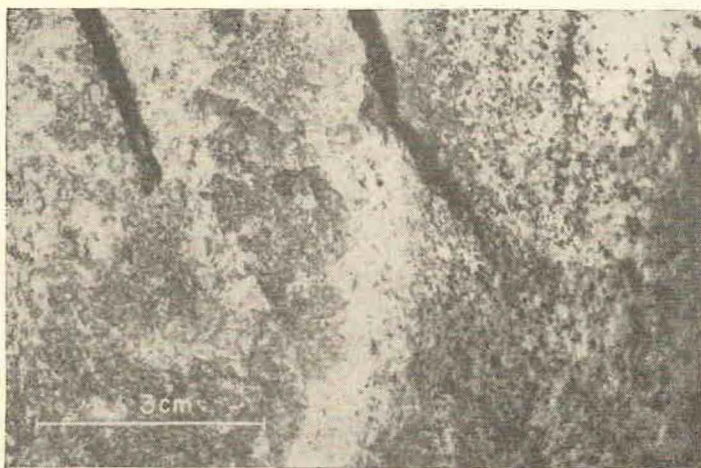


Foto n. 3 — Seixo de granito parcialmente granitizado

## HORNFELS

Na mesma pedreira já citada, ocorrem faixas decimétricas de rochas carbonatadas, sob a forma de hornfels calco-silicático. Geralmente apresentam-se sob forma de rocha estratificada, com camadas claras e verde acinzentadas, de granulação milimétrica. Na zona de contato com o quartzo-diorito, este é freqüentemente pegmatóide, com desenvolvimento de minerais micáceos. Em algumas camadas de hornfels a passagem para o quartzo-diorito não é brusca, existindo uma faixa de transição de alguns centímetros.

De um modo geral o hornfels é formado de tremolita-actinolita, zoisita, clinozoisita, muscovita, calcita, titanita, quartzo e, em certas bandas, diopsídio em predominância.

Ao microscópio a rocha mostra alternância de leitos formados por grandes cristais de tremolita-actinolita, que podem atingir 4 mm, com  $\alpha \gamma = 16^\circ$ , normalmente piquiloblástica, associada a zoisita, clinozoisita, calcita e quartzo. Outras lentes, com cristais menores, mostram-se ricas em diopsídio idiomorfo. Como acessórios aparecem no hornfels, quartzo, plagioclásio cálcico e titanita, que pode formar halos pleocróicos no anfibólio.

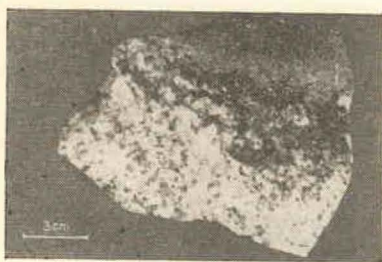


Foto n. 4 — Contato de zona micácea com quartzo-diorito

Na zona de contato com quartzo-diorito parece uma pequena faixa rica em biotita orientada tangencialmente e provavelmente formada a partir do epídoto. O plagioclásio, formado a partir do epídoto, do qual se notam vestígios dentro dos feldspatos, em forma de microgrânulos, é rico em inclusões de quartzo. Trata-se de um plagioclásio, cálcico, labradorita-bitownita (An 70) e de contorno hipidiomorfo. O quartzo

forma quase 50% do volume da rocha e os grãos podem atingir mais de 2 mm de diâmetro, com freqüentes inclusões de plagioclásio. Em menor quantidade existem muscovita, epídoto, calcita e zircão.

## GRANITIZAÇÃO DOS SEIXOS DE QUARTZITO

Na Pedreira São Bernardo existem conservados no quartzo-diorito seixos de quartzito pertencentes ao xisto conglomerático granitizado. Estes seixos, com vários decímetros de diâmetro, foram granitizados parcialmente, formando uma auréola feldspatizada de 4 cm de espessura, em média. No núcleo dos seixos de quartzito ocorrem além do quartzo, epídoto, diopsídio, plagioclásio, titanita, wollastonita, granada, biotita, muscovita, clorita, apatita calcita e zircão. O epídoto, que depois do quartzo

é o mais abundante, mostra ao redor dos grãos um início de passagem para plagioclásio sódico. Quase sempre estão associados epidoto, titanita, diopsídio e granada, incluindo esta freqüentemente wollastonita. Minerais micáceos são pouco comuns e os plagioclásios existentes no quartzito são do tipo oligoclásio-andesina.

Na primeira zona interna de feldspatização nota-se que se formaram plagioclásios a partir do epidoto. Estes plagioclásios são de contôrno irregular e riccs em inclusões micáceas. Nos plagioclásios reliquiores há aumento no teor de sódio e passam a oligoclásio. Grãos de granada aumentam de tamanho e apresentam-se partidos, com início de cloritização e formação de biotita e eventualmente muscovita.

Na auréola granitizada externa desaparecem epidoto, titanita, diopsídio, wollastonita e calcita. Aumentam em tamanho e quantidade plagioclásio, biotita, muscovita e granada, aparecendo raros prismas de turmalina. O albita-oligoclásio é quase sempre sem inclusões micáceas e alguns cristaes atingem 3 mm de comprimento. Neste caso, são poiquiloblásticos, incluindo granada, clorita, muscovita, biotita ou quartzo. As placas de minerais micáceos acham-se envolvidas por grânulos de mineral opaco, provàvelmente ilmenita que se teria formado a partir da titanita. As granadas podem atingir mais de 1 mm e cresceram em condições aparentemente instáveis, pois são partidas e nos bordos passam a clorita e biotita.

O quadro abaixo mostra a composição mineralógica do núcleo do quartzito e da aureóla granitizada, em porcentagem de volume.

	Quartzito	Auréola granitizada
Quartzo	45	60
Epídoto + diopsídio	40	—
Oligoclásio	—	25
Sfeno	5	—
Mícas	—	7
Granada	—	5
Acessórios	10	3

Nota-se que epidoto e diopsídio foram os principais fornecedores de material para a formação do plagicelásio, micas e granadas. No decorrer da granitização foram adicionados principalmente Na e K.

## BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de (1953) — *Considerações sôbre a geomorfogênese da Serra do Cubatão* — Bol. Paulista de Geogr. (Assoc. Geogr. Bras.), n. 15, p. 3-17. São Paulo.
- FELICISSIMO, J. e FRANCO, R. R. (1956) — *Bauxito no Altiplano da Serra do Cubatão* — Bol. Soc. Geologia, v. 5, n. 2, p. 35-49. São Paulo.
- JOHANSEN, A. (1952) — *A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks*, IV vol. The University of Chicago Press. U. S. A.
- RAMBERG, H. (1952) — *The Origin of Metamorphic and Metasomatic Rocks*. The University of Chicago Press. U. S. A.
- READ, H. H. (1956) — *The Granite Controversy*. Thomas Murby & Co. Londres.