

# REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA

Ano XXII

ABRIL - JUNHO DE 1960

N.º 2

## GEOLOGIA, PETROLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA ILHA DE SÃO FRANCISCO DO SUL

BENEVAL DE OLIVEIRA

Da Associação dos Geógrafos Brasileiros

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho originou-se de um reconhecimento geomorfológico por nós iniciado, em fins de 1943. Por ser de todo inevitável, não pudemos fazer "tábula rasa" da geologia e daí também evoluirmos para o processo petrológico, tendo-se em vista que nossa atenção foi despertada, por curiosidade científica, para a petrogênese dos granitos. Temos que a ciência mantém suas portas abertas para todos aqueles que desejam, com honestidade e espírito de sacrifício, contribuir para a solução de seus problemas.

Assim, pelo interesse que tomamos por matéria tão complexa e ao mesmo tempo tão fascinante, procuramos, na medida do possível, verificar o que de fato existe, comparativamente, entre as rochas graníticas da ilha de São Francisco e as que foram magnificamente descritas e estudadas, em outras áreas do Brasil por DJALMA GUIMARÃES, autor da "Metalogênese e Teoria Migratória dos Elementos". De sorte que nosso trabalho, com exceção da geologia local, bem como da parte geomorfológica, não contém originalidades, representa, apenas, modesta contribuição ao estudo do complexo cristalino brasileiro, reconhecendo como perfeitamente plausíveis as conclusões brilhantemente expostas por um dos mestres abalizados da petrologia brasileira.

Nossos trabalhos de campo foram feitos em sucessivas fases, a primeira, em dezembro de 1943, seguindo-se as demais em março de 1944, em abril de 1948 e, finalmente, em março de 1949, no que fomos ajudados por pessoas residentes no local notadamente, pelos Srs. NATA NAEL DE OLIVEIRA, ADERBAL FERNANDES DE OLIVEIRA e, ainda, pelo topógrafo DARLI DE OLIVEIRA CARVALHO, funcionário do Departamento de Geografia e Cartografia do estado de Santa Catarina.

Resta-nos, agora, externar os nossos mais sinceros agradecimentos ao Dr. AXEL LOEFGREN, chefe da Secção de Mapoteca e Carta Geológica pela elaboração do mapa anexo e ao Dr. EVARISTO PENA SCORZA, chefe da Secção de Petrografia, que se encarregou, a nosso pedido, do estudo



o oceano Atlântico, pelo poente seus contornos se esbatem na baía de Babitonga e pelo sul no canal de Araquari atualmente truncado por aterros nos quais a Viação Férrea Paraná-Santa Catarina assentou seus trilhos.

A baía de Babitonga borda uma infinidade de agrupamentos rochosos do nosso complexo fundamental.

## GEOLOGIA

A geologia local é assinalada por um maciço de rochas arqueozóicas, que sofreram maior ou menor granitização em face de alterações físico-químicas de catazona ocorrida durante os primitivos tempos da formação terrestre por metamorfismo regional progressivo Também possivelmente proterozóicas<sup>1</sup>.

Essas rochas são constituídas de quartzo-diorito, de gnaisses a hornblenda, de anfibolitos, de gnaisses de composição quartzodiorítica e de gnaisses de composição alcalicalcogranítica sobrepostas a um embasamento de microclina-biotita-granito, apresentando diferenças texturais, ora equi ora inequigranulares, e algumas vezes, ainda predominantemente cataclásticas.

O maciço focaliza, ainda, aplitos, apófises de pegmatito e principalmente vieiros de quartzo de origem evidentemente hidrotermal Cortam, ainda, o embasamento, várias intrusões de eruptivas básicas, geralmente diabásios, com a sua clássica textura ofítica e alguns basaltitos.

Como formações nitidamente sedimentares capeam as rochas acima citadas depósitos holocênicos como extensos lençóis de areia de praias e de restingas primitivas, bem como formações paludais marinhas (*mangrove swamp*).

Tendo-se em vista as condições do relêvo, que é pontilhado de pequenos morros revestidos de densa vegetação e de altitudes que raramente se elevam a 80 metros, não se tem muita facilidade para se estabelecer uma seqüência estratigráfica em tôrno das rochas ocorrentes na primitiva ilha. Note-se que constitui tarefa ingrata, senão impossível, tendo-se em vista a precariedade dos dados existentes, tratar-se de estratigrafia em maciços de rochas cujas origens são sempre discutidas, observando-se, ainda, que a maioria das rochas em questão apresenta grau muito elevado de granitização.

Todavia, por simples empirismo ou mera imposição ordenadora, considerando, apenas, o fator granitização, houvermos por bem discriminá-las da seguinte maneira, de cima para baixo:

---

<sup>1</sup> O Dr GONZAGA DE CAMPOS numa nota publicada em maio de 1888 na "Revista do Imperial Observatório", pesquisando a presença de meteoritos na ilha de São Francisco do Sul informa que na península do Saí, já na parte continental e, portanto, do outro lado da baía de São Francisco, a oeste, encontrou uma 'série de morros constituídos por massas de um micaquistos muito quartzoso, em que, às vezes a mica desaparece sendo substituída por oligisto' Observe-se que no vale do ribeirão do Lamim, portanto, em níveis inferiores aos afloramentos de micaquistos, afloram granitos semelhantes, como informa o inesquecível cientista, aos encontrados na antiga ilha de São Francisco Note-se, ainda, que as massas metamórficas estão quartzificadas e sobrepostas ao embasamento gnaiss-granítico. Os esquistos, pela descrição em apêço, não parecem diferir dos algonquianos da série de Minas



*Fig 2 — Panorama da baía de ingressão de São Francisco do Sul. No meio dela, pequenas ilhas alinhadas e terraceadas, segundo a ordem de 20-30 metros. À direita, nível de erosão, de caráter subaéreo, da ordem de 200-250 metros. Na extremidade (ponta do Estaleiro) o terraço corresponde aos níveis das ilhas. Ao fundo, elevações da serra do Mar. À esquerda, instalações portuárias e morro do Hospício.*

- a) Depósitos holocênicos
- b) Diques de eruptivas básicas
- c) Aplitos, pegmatitos e vieiros de quartzo
- d) Microclina-biotita-granito
- e) Gnaisse alcalicalcogranítico
- f) Gnaisse quartzo-diorítico
- g) Quartzo diorito
- h) Anfibolitos
- i) Gnaisse a hornblenda sem quartzo.

Via de regra as rochas não apresentam zonas muito nítidas de contacto, passando gradativamente de uma para outra. Intercalam-se, portanto, e não apresentam estruturas violentas. A maioria dos gnaisses apresentam orientação N 40° e os diques de eruptivas básicas seguem a orientação N 320° W.

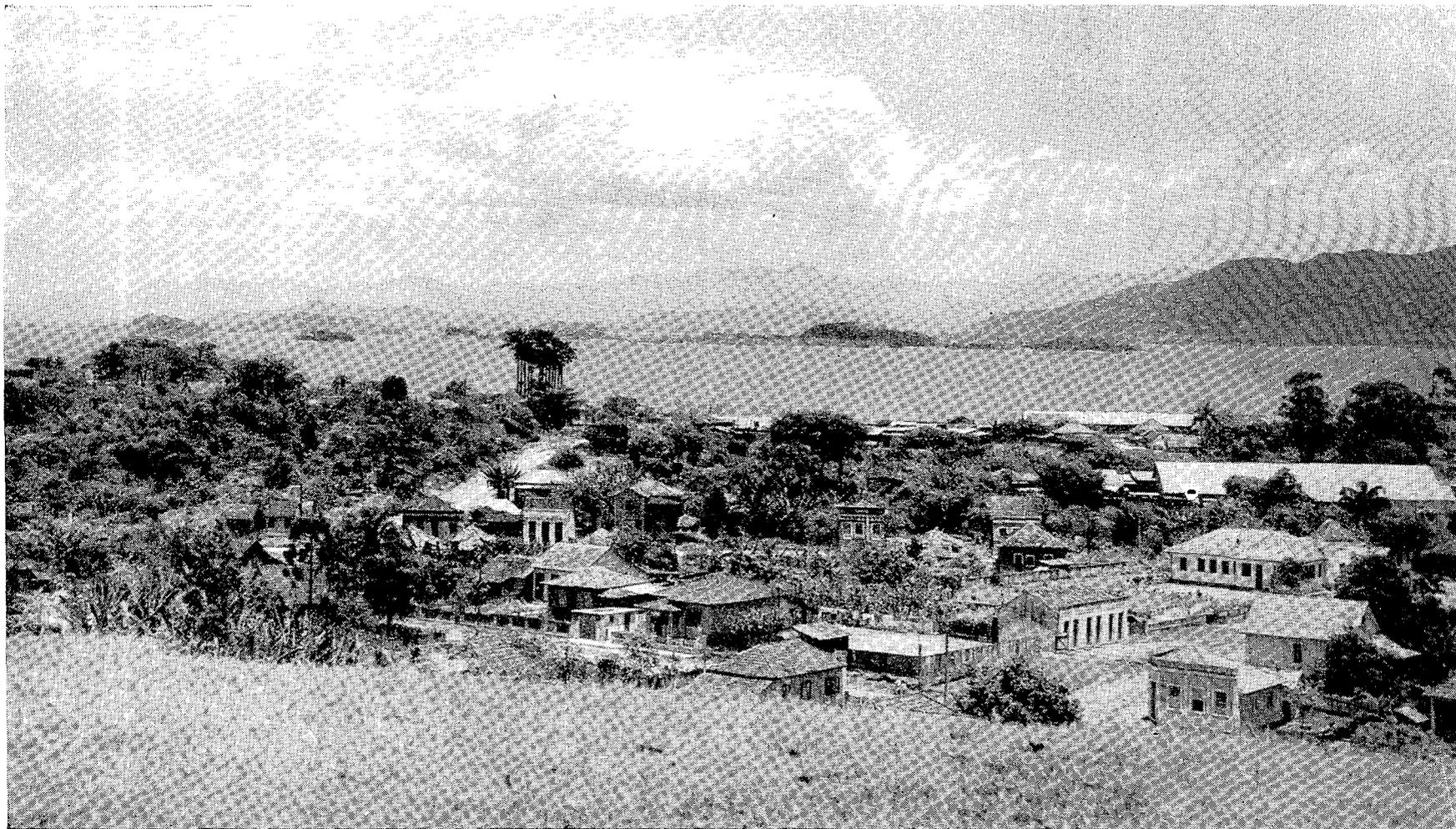


Fig. 3 — Perfil longitudinal do alinhamento de terraços constantes de pequenas ilhas dissecadas pela erosão marinha (wave cut terrace) Ao fundo, a serra do Mar (jalhada) A direita plataforma de erosão subaérea que entesta a península do Sai. A esquerda trecho da parte sul da cidade de São Francisco do Sul.

(Foto CNG)

## OCORRÊNCIAS NO CAMPO

1) *Gnaisses a hornblenda*

Sob a rubrica acima alinhamos todos os gnaisses melanocráticos ricos em hornblenda. Constituem exposições inconspícuas na antiga ilha.

No campo, mostram-se sempre, mais ou menos distanciados das massas graníticas, intercalando-se nos gnaisses de composição quartzo-diorítica e até mesmo nos gnaisses de composição alcalicalcogranítica. Não formam fronteiras nítidas, pois, passam gradativamente de melanocráticos a mesocráticos quando se tornam quartzo-dioríticos ou alcalicalcograníticos.

Os gnaisses a hornblenda podem ser vistos no local denominado morro do Budal na extremidade ocidental do conjunto rochoso das La-

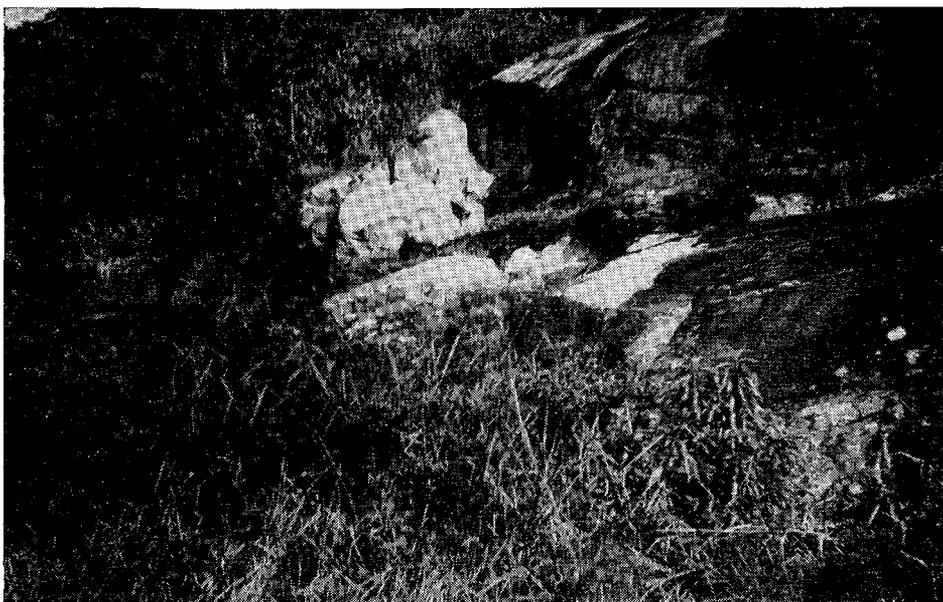


Fig 4 — Afloramento de biotita-hornblenda-gnaiss, no morro do Rocio Observe-se diaclasamento do bloco Orientação N 45 NE (Foto do autor)

ranjeiras, bem como num dos morros do Rocio Grande, na antiga chácara do Sr. TRAJANO DOS PASSOS, morro êsse que constitui um prolongamento do conjunto rochoso que vai ter ao morro da Mina, nas proximidades da estrada do Acaraí.

Mineralógicamente êsses gnaisses escuros são constituídos de abundante hornblenda, oligoclásio-andesina, titanita, apatita, epidoto e óxido de ferro. Apresentam nítida textura gnáissica.

“Lâmina 9 778 — *Hornblenda gnaiss*  
*Proc.* — Morro do Budal. Laranjeiras.  
*Textura:* gnáissica

*Composição mineralógica:* hornblenda, plagioclásio, (oligoclásio-andesina) epidoto, titanita, apatita e óxido de ferro.

*Caracteres microscópicos:* a hornblenda é o elemento predominante e exibe intenso *pleocroísmo* que lhe é característico.

A rocha é inteiramente desprovida de quartzo".

## 2) *Anfibolitos*

Sob a rubrica acima alinhamos lentes de rochas melanocráticas destituídas de esquistosidade e com textura granuloblástica. Acham-se encaixadas nas massas quartzo-dioríticas e nas de gnaisses da mesma composição. Estão voltadas para o mar, formando belas exposições no começo da praia de Ubatuba. Esses anfibolitos bem como os gnaisses e dioritos que os acondicionam, estão atravessados, em numerosos pontos por vieiros de quartzo. São destituídos de microclina, mas, em compensação, mostram ter sido profusamente albitizados. Além do feldspato sódico são esses anfibolitos constituídos de titanita e apatita. Assemelham-se, portanto, os anfibolitos como os gnaisses a hornblenda de que tratamos, às rochas descritas e estudadas por DJALMA GUIMARÃES no



Fig 5 — Plano de abrasão Ponta dos Paulas (Foto do autor)

Nordeste, vale do rio Doce e arredores de Curitiba<sup>2</sup>. Não passam, como tão bem observa o ilustre petrologista, de restos de eruptivas básicas assimiladas. Lembremos, todavia, com ADAMS<sup>3</sup> que calcários podem sofrer transformações que dêem origem a rochas metamórficas de com-

<sup>2</sup> DJALMA GUIMARÃES — "Metalogênese e Teoria Migratória dos Elementos" "Boletim" 24 do DNPM Rio — 1938 — 67 páginas

<sup>3</sup> FRANK D. ADAMS — "On the origin of the amphibolites of the Laurentian Area of Canada" — 1909 — "Journal of Geology" Vol. XVII, n.º 1



Fig 6 — Afloramento de alcalicalcogranito (biotita-microclina-granito) na ponta da Cruz  
(Foto CNG)

posição idêntica. Aliás, essa circunstância também é referida no mesmo trabalho por DJALMA GUIMARÃES.

“Lâmina 9 587 — *Anfibolito*

*Proc* — Estrada do Forte, próximo à praia de Ubatuba. Município de São Francisco, estado de Santa Catarina.

*Textura*: granuloblástica

*Composição mineralógica.* hornblenda, albita, epidoto, titanita e apatita

*Caracteres microscópicos.* o plagioclásio apresenta alteração parcial em sericita, mais ou menos generalizada em tôda a rocha

Os cristais de epidoto parecem provir da alteração da hornblenda.

O pleocroísmo da hornblenda tem as seguintes tonalidades: X amarelo-claro, Y verde-oliva carregado, Z verde carregado

A extinção é  $Z \wedge c = 22^\circ$ .

A presente rocha parece resultar de processo metamórfico de uma eruptiva cujo plagioclásio básico foi albitizado.

Como os minerais não estão orientados, a textura é granuloblástica e a rocha se classifica entre os anfibolitos e não entre os gnaisses.

É digna de nota a ausência absoluta de quartzo na rocha".

### 3) *Quartzo-diorito cataclástico*

Na ponta do João Dias e nas pedreiras da praia de Ubatuba afloram rochas dioríticas, com grande abundância de quartzo que as enquadra no grupo das rochas quartzo-dioríticas.

Apresentam acentuados fenômenos de catáclase Sua composição mineralógica é constituída de oligoclásio andesina, quartzo, hornblenda, biotita, apatita, titanita, piritita e óxido de ferro.

A olho nu, isto é, macroscopicamente, a rocha mostra textura grossa, tendendo a porfiróide, onde o quartzo se torna relevante. Ao microscópio, acentua-se a catáclase generalizada, estirando-se o quartzo alotriomorfo que penetra nos demais elementos constituintes e exibindo fortíssima extinção ondulante O feldspato, por sua vez, mostra-se também perturbado.

Parece tratar-se de uma rocha híbrida. A propósito da gênese dos dioritos e monzonitos cumpre últimamente assinalar acentuada tendência da maioria dos petrólogos do mundo no sentido de apresentarem essas rochas como produtos de assimilação ou de alteração metassomática em virtude de fenômenos de granitização operada sobre rochas básicas S J SCHAND<sup>4</sup> e D. L REYNOLDS<sup>5</sup> estudando a matéria referem-se às pesquisas feitas por H. H THOMAS e W. CAMPBELL nas inclusões dioríticas dos granitos de Tregastel os quais se acham em contacto com rochas gabróides

"The hybridized basic igneous rocks in the British, escreve D L REYNOLDS, as compared with their respective unaltered basic types, commonly show an increase in the albite content of plagioclase, the appearance of some quartz and potash feldspar, and the development of amphibole and biotite at expense of pyroxene, together with an increase in the amount of apatite These changes have repeatedly

<sup>4</sup> S J SCHAND — "Eruptive Rocks" — John Wiley & Sons, New York — Second Edition, 444 páginas

<sup>5</sup> D L REYNOLDS — "The sequence of geochemical changes leading to granitization" "The Quarterly Journal of the Geological Society of London" 1946 N° 407

been interpreted as signifying granitization, in the sense that the rock is regarded as becoming acidified and approaching granite in composition”.

Observações mais ou menos similares foram feitas por A. K. WELLS e WOOLDRIDGE na ilha de Jérsei onde aparecem dioritos em contacto com gabros e granitos.

Segundo TYRREL citado por S. J. SCHAND, em trabalho já referido, a evidência petrográfica admite como provável que puro e homogêneo diorito e quartzo-diorito sejam os resultados finais de completa solução das rochas gabróides a expensas de um magma ácido.

Mais interessantes, porém, nos parecem as observações de J. L. GILLSON no distrito de Pioche (Nevada) e ainda citadas por SCHAND. “GILLSON shows that a magma which began to consolidate as norite was attacked by solutions (gazes) which brought about a replacement of pyroxene by amphibole and of plagioclase by orthoclase, resulting in the formation of quartz-monzonite. Perhaps these solutions were the forerunners of an underlying body of granite”.

A evidência no campo, onde os quartzo-dioritos aparecem em meio de anfibolitos e gnaisses de composição diorítica, não distantes dos afloramentos graníticos, mostra sem dúvida que se trata de rochas híbridas, transformadas por ações granitizantes, atuando sôbre rochas básicas preformadas.

#### 4) *Gnaisses dioríticos e quartzo-dioríticos*

Sob a rubrica acima alinhamos todos os gnaisses de composição diorítica e quartzo-diorítica destituídos de microclina ou de qualquer outro feldspato potássico.

O gnaisse quartzo-diorito forma o núcleo principal de todos os gnaisses existentes na antiga ilha de São Francisco. Ocorrem raríssimas vêzes e em pequenas exposições encaixadas em granitos, confundindo-se nêles, como acontece na ponta do Rabo Azêdo e no morro da Pedreira em que o alcalicalcogranito tende a passar para granitodiorito, levando-se em conta o ligeiro aumento de basicidade, quando o plagioclásio passa de oligoclásio para oligoclásio-andesina.

Salientam-se em maior volume, em maciços isolados, como acontece no morro da Palha e ao lado da estrada que vai ter ao povoado da Gamboa.

Envolvidos pelos granitos êsses gnaisses são ainda observados na pedra do Firmino perto da coroa do Tracovi na praia do Mota e no morro da Carioca Dona Nica.

Encontram-se, via de regra, ligeiramente orientados, sendo que a laminação é dada pela biotita. Exibem pouco quartzo apresentando as rochas tendência meotípica representando como felsitos o oligoclásio-andesina, a muscovita, a sericita; e como mafitos, a biotita, a hornblenda, a ilmeno-magnetita e, por vêzes, o epidoto.

No morro da Palha êsse gnaisse mostra-se granitizado, verificando-se, também, alguma silimanita como relíquia metassedimentar aluminosa.

O gnaisse que forma o conjunto do morro do Bananal, também conhecido como morro de Ubatuba contém muita biotita e hornblenda e muito pouco quartzo, daí a sua classificação de gnaisse diorítico. Encontra-se orientado para N 40°, apresentando estruturas paralelas.

A SSE do morro do Budal aparece, ainda, outro afloramento de gnaisse diorítico com grande abundância de mafitos (hornblenda e biotita) e integrado de feldspato calcossódico mais básico (andesina).

“Lâmina 9 859 — *Biotita-hornblenda-gnaisse* (composição diorítica)

*Proc.* — Morro do Bananal. Município de São Francisco do Sul, estado de Santa Catarina.

*Textura.* gnáissica

*Composição mineralógica.* oligoclásio-andesina, hornblenda, biotita, quartzo, apatita, magnetita e zirconita.

*Caracteres microscópicos.* no quartzo é pouco freqüente, notando-se mesmo grande predominância do plagioclásio sobre o quartzo. Tanto as palhêtas de biotita quanto os prismas alongados ou fibras de hornblenda estão orientados, emprestando à rocha textura paralela.

O quartzo encontra-se em cristais mais ou menos alongados, denteados uns nos outros, ou então triturados e exibindo sempre forte extinção ondulante.

O pleocroísmo da biotita é o comumente observado: X amarelo-claro, Y e Z pardo-carregado e quase preto.

As secções basais de hornblenda exibem o reticulado característico, formando ângulos de 124° pelos traços dos planos de clivagem 110.

O pleocroísmo da hornblenda é muito pronunciado, e tem as seguintes tonalidades: X amarelo-pálido, Y pardo-esverdeado, Z verde-carregado.

A extinção é  $Z \wedge c = 22^\circ$ .

Para a presente rocha, demos a composição diorítica em vez da quartzo-diorítica, tendo em vista que a quantidade de quartzo é relativamente pequena”.

“Lâmina 8 781 — *Gnaisse biotita-diorítico*

*Proc.* — Entre Pedra Branca e Morro do Agudo. Município de São Francisco do Sul, estado de Santa Catarina.

*Textura.* gnáissica

*Composição mineralógica.* andesina, biotita, epidoto, titanita e magnetita.

*Caracteres microscópicos.* a abundância da biotita chama logo a atenção do observador. O seu forte pleocroísmo tem as seguintes tonalidades:

X amarelo-claro, Y e Z pardo carregado.

O plagioclásio é zonado de maneira a se apresentar com o grau de basicidade decrescendo do núcleo para a periferia.

A titanita está geralmente alterada em massa amorfa acompanhada de óxido de ferro, etc. A composição mineralógica do presente gnaiss corresponde à de um biotita-diorito”.

### 5) *Gnaisses alcalicalcograníticos*

Sob a rubrica acima alinhamos todos os gnaisses de composição alcalicalcogranítica. Intercalam-se com os granitos a ponto de se confundirem com essas rochas, pois, em muitos casos, a distinção a olho se torna difícil. Quando isoladas tornam-se mais conspícuas, levando-se em conta o seu maior ou menor grau de esquistosidade.

Via de regra são mais leucocráticas do que mesocráticas pois nessas rochas preponderam o quartzo, a microclina e o plagioclásio ácido, sendo que a laminação é dada pela biotita, geralmente o único máfico incluso na sua composição.

Esses gnaisses são vistos no morro da Mina, na praia dos Paulas próximo da casa do Sr. LEOPOLDO ÉVORA, no alto do morro do Pão de Açúcar, nos morros do Rocio Grande e em outros lugares onde afloram os maciços graníticos.

A observação mais importante em torno da maioria desses gnaisses é a de que mostram sinais evidentes de microclinização: — grandes cristais de microclina encerram freqüentemente restos de plagioclásio, de biotita e mesmo de quartzo.

“Lâmina 9 751 — *Gnaisse alcalicalcogranítico*

*Proc.* — Morro da Mina.

*Textura:* gnáissica

*Composição mineralógica:* microclina, quartzo, oligoclásio, biotita, sericita, apatita e zirconita.

*Caracteres microscópicos:* observa-se grande predominância de microclina em relação ao oligoclásio. Alguns cristais de oligoclásio estão encurvados. O quartzo exhibe extinção ondulante generalizada.

As palhêtas de biotita encontram-se orientadas e formam às vezes faixas no interior da rocha.

A apatita apresenta-se freqüentemente em cristais bem desenvolvidos”.

“Lâmina 9 752 — *Gnaisse alcalicalcogranítico*

*Proc.* — Morro do Pão de Açúcar.

*Textura:* gnáissica

*Composição mineralógica:* microclina, quartzo, oligoclásio-andesina, biotita, muscovita, apatita e zirconita.

*Caracteres microscópicos:* as palhêtas de biotita estão orientadas formando faixas. Os cristais de quartzo exibem extinção ondulante. Os cristais de plagioclásio exibem zonamento, são hipidiomórficos e apresentam-se parcialmente alterados.

É abundante a biotita. Dentro dos cristais de microclina encontram-se fragmentos de plagioclásio, de quartzo e biotita”.

6) *Microclina* — *biotita* — *granito*

Os granitos formam o embasamento principal da antiga ilha. Como já dissemos acima, intercalando-se nos gnaisses mais ácidos e, quase sempre, confundem-se com os mesmos. Nas proximidades do atêrro do Linguado, por exemplo, o granito passa imperceptivelmente a gnaisse, da mesma forma no alto do Morro Agudo nas Laranjeiras e em outros lugares os granitos estão parcialmente gnaissificados.

Quanto à textura são desuniformes, ora equigranulares ora inequigranulares. Na ponta da Enseada e na baixada da Ribeira apresentam-se fortemente perturbados em virtude de catáclase. Exibem, em determinados maciços, maiores ou menores xenolitos de composição diorítica. Da mesma forma são vistos constantemente particularizações ricas em biotita, formando *schlieren*<sup>6</sup>. As concentrações micáceas estão sempre orientadas apresentando nítido caráter esquistoso.

Do ponto de vista da composição mineralógica também êsses granitos não oferecem uniformidade: no morro da Pedreira o plagioclásio é menos ácido (oligoclásio andesina); no sopé do morro do Pão de Açúcar na parte oriental do mesmo, além da biotita aparece bastante anfibólio, tornando-o um pouco mais escuro; no maciço das Laranjeiras os granitos não só apresentam diferenças texturais como também de composição, assim, no alto do Morro Agudo a microclina se apresenta em macrocristais e com abundância de biotita ao passo que na cachoeira do Maribondo, em nível mais baixo, o granito apresenta em cristais menores o feldspato potássico e com escassez de elementos fêmicos o que o torna bem leucocrático; também, a mesma desuniformidade é notada nos elementos acessórios e nos de alteração.

Em sua grande maioria os granitos se apresentam a duas micas (biotita e muscovita) sendo que em muitos dêles aparecem minerais de epizona (alteração) como a sericita, a calcita, o epidoto (descalcificação do plagioclásio) e a clorita como consequência da epigenização da biotita. Também outros fenômenos deuteríticos são relevantes com a infiltração de quartzo formando sinantesis com o plagioclásio (mirmequita).

Evidente o fenômeno de microclinização estudado por DJALMA GUIMARÃES. Dentro dos cristais desenvolvidos da microclina aparecem cristais de plagioclásio e quartzo formando autênticas inclusões. Muitos dos cristais de plagioclásio aparecem zonados.

Na ponta da Enseada, conforme já dissemos, os granitos mostram-se porfiróides e bastante perturbados pela catáclase. Contudo, em alguns cristais de microclina, a despeito da catáclase, podem ser vistas idênticas inclusões de quartzo e plagioclásio ácido.

Em sua totalidade, os granitos mostram ter experimentado maiores ou menores perturbações com o quartzo exibindo extinção ondulante, e em muitos dêles, com os feldspatos encurvados ou suturados.

<sup>6</sup> A HOLMES — "The Nomenclature of Petrology"

“Lâmina 9 568 — *Alcalicalcogranito*

*Proc* — Morro do Pão de Açúcar. Município de São Francisco do Sul, estado de Santa Catarina.

*Textura*: granular, com tendência a porfirítica

*Composição mineralógica* microclina, oligoclásio, quartzo, biotita, hornblenda, apatita, epidoto e calcita.

*Caracteres microscópicos* a microclina encontra-se sempre em estado de perfeita conservação. O plagioclásio está freqüentemente zonado com o núcleo mais básico do que a periferia. O plagioclásio mostra ainda ligeira alteração em caulinita e em calcita. Alguns cristais de quartzo exibem extinção ondulante e encontra-se geralmente ocupando os interstícios existentes entre os cristais hipidiomórficos de plagioclásio e microclina. A cristalização do quartzo, como tem sido observado nos granitos em geral, se processou posteriormente à dos feldspatos.

Contudo, encontram-se pequenos cristais xenomórficos de quartzo no interior da microclina.

A biotita apresenta-se com o seu forte pleocroísmo característico.

O pleocroísmo verde-limão do epidoto está muito bem representado na presente rocha.

A rocha parece ter sofrido ligeiro esforço de compressão e exhibe uma textura com tendência a porfirítica que se manifesta pelo maior desenvolvimento de alguns cristais de feldspato em relação aos cristais predominantes”.

“Lâmina 9 571 — *Alcalicalcogranito*

*Proc*. — Antigo campo do Ipiranga. Município de São Francisco do Sul, estado de Santa Catarina

*Textura*. granular hipidiomórfica

*Composição mineralógica*. microclina, quartzo, oligoclásio, biotita, sericita, apatita, zirconita, calcita e alguma mirmequita.

*Caracteres microscópicos*. os cristais de microclina são hipidiomórficos e apresentam-se sempre em ótimo estado de conservação, mostrando nítida estrutura em quadricula, devido às maclas polissintéticas da albita e periclina. Variam muito de tamanho: 0,2 mm e 2,2 mm.

Os cristais de plagioclásio são também hipidiomórficos, geminados segundo a lei da albita, e apresentam sempre alguns pontos alterados em sericita. Alguns desses cristais atingem dimensões maiores do que os de microclina, outros porém são tão pequenos quanto os menores de microclina. Observam-se ainda pequenos cristais de plagioclásio dentro da microclina, como que incluídos nela.

O quartzo é sempre alotriomórfico e exhibe freqüentemente ligeira extinção ondulante.

A biotita exhibe, além da fácil clivagem basal característica, forte pleocroísmo, com as seguintes tonalidades:

X é amarelo-claro, Y e Z são pardos carregados ou quase pretos.

A sericita e a calcita figuram como minerais de alteração.

A apatita e a zirconita são minerais acessórios.

A mirmequita parece ter-se formado na fase final da consolidação do magma, sendo portanto produto deuterítico”.

“Lâmina 9 754 — *Alcalicalcogranito*

*Proc* — Morro do Periquito. Rocio Grande.

*Textura*. granular hipidiomórfica.

*Composição mineralógica*: microclina, quartzo, oligoclásio, biotita, muscovita, apatita, epidoto, sericita, calcita e material clorítico.

*Caracteres microscópicos*: os cristais de microclina encontram-se em ótimo estado de conservação exibindo nitidamente a estrutura em rede resultante da associação das maclas de albita e periclina. Os cristais de plagioclásio apresentam-se parcialmente alterados em sericita, calcita e material caulínico.

É comum encontrarem-se cristais de plagioclásio e de quartzo dentro da microclina lembrando inclusões

Percebe-se que a microclina está penetrando os cristais de plagioclásio e que houve microclinização parcial destes. O quartzo exhibe extinção ondulante. A biotita está parcialmente epigenizada em clorita”.

#### 7) *Aplitos, pegmatitos e vieiros de quartzo*

Diques de granito aplítico ocorrem na ponta da Enseada, apresentando também fenômenos de catáclase. Na sua composição aparecem quartzo, microclina e algum óxido de ferro.

Apófises de pegmatito são vistas no morro do Rocio Pequeno, na pedreira da Maria Paum, e na Prainha da Enseada. São ocorrências de pequena monta e sobremodo freqüentes no nosso complexo fundamental. Sobre a gênese dessas rochas já tão bem estudadas por NIGGLI<sup>7</sup>, SCHALLER<sup>8</sup>, e entre nós por SCORZA<sup>9</sup>, forramo-nos à tarefa de repetir aqui lugares comuns da petrologia.

Vieiros de quartzo são também freqüentes no maciço granítico. Evidente sua procedência hidrotermal de fase derradeira, quando ocorreram fenômenos deuteríticos<sup>10</sup>.

#### 8) *Milonitos*

No arquipélago da Graça, em pleno oceano Atlântico e que inclui as pequeninas ilhas de Mondijituba, Graça e Paz aparecem, ainda, ao lado de granitos bastante perturbados pela *Stress*, rochas miloníticas semelhantes a *cherts*, com quartzo, plagioclásio ácido, sericita, epidoto e óxido de ferro. Conforme o característico da milonitização, ditos elementos encontram-se esmigalhados e pulverizados.

<sup>7</sup> PAUL NIGGLI — “Ore Deposits of Magmatic Origin” — Tradução H. C. Roydell, London — 1929.

<sup>8</sup> W. T. SCHALLER — “The Genesis of Lithium Pegmatites” — “American Journal of Science” — Vol. 10 — 1925

<sup>9</sup> EVARISTO PENA SCORZA — “Província Pegmatítica da Borborema” — “Boletim” 112 da Divisão de Geologia e Mineralogia — Rio de Janeiro, 1944, 58 páginas.

<sup>10</sup> MORAIS RÊGO, L. F. e TARCISO DE SOUSA SANTOS — “Contribuição para o estudo dos granitos da serra da Cantareira” — “Boletim” n.º 18 do Instituto Tecnológico de São Paulo, junho de 1938, 162 páginas

9) *Eruptivas básicas*

Diques de eruptivas básicas, geralmente diabásios, cortam o embasamento gnaisse-granítico São diques pequenos quase imperceptíveis que se encontram com a orientação N 320° W. Os diabásios aparecem na ponta do João Dias; no morro da Pedreira perto da ponta da Cruz; na estrada das Laranjeiras e no morro da Cruz. Compõem-se de labradorita, augita, ilmeno-magnetita, apatita e uralita.

Na ilha da Graça aparece basaltito.

10) *Meteoritos*

Há, no mostruário da Divisão de Geologia e Mineralogia, pequenas amostras de meteoritos procedentes da ilha de São Francisco.

ORVILLE DERBY escrevendo a respeito da ocorrência do meteorito Santa Catarina, assim se manifesta: "Atribui-se a sua descoberta ao Sr. MANUEL GONÇALVES DA ROSA no ano de 1875, mas parece incrível que estando apenas 3 a 4 quilômetros distante de um centro populoso não fôsse conhecido antes pelo povo do lugar. O certo é que o Sr. ROSA, julgando ter uma mina de ferro, tirou concessão e por seu intermédio vieram amostras para a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, onde foram analisadas pelos Profs. GUIGNET e OSÓRIO DE ALMEIDA, que publicaram nos "Comptes Rendus" de 1876 uma notícia acompanhada por uma nota do Prof. DAMOUR. No entanto, continuava a exploração do suposto depósito até esgotar o local, sendo, conforme me informou o próprio Sr. ROSA, o metal exportado para a Inglaterra onde foi fundido para extração do níquel. O mesmo senhor informa que o livro da Mesa de Rendas de São Francisco do Sul acusou a saída de 25 000 quilogramas. Era, portanto, a maior massa de ferro nativo cujo peso tem sido verificado, pôsto que não era reunido em uma só massa. O maior bloco encontrado foi do peso de cerca de 2 250 quilogramas. Vários outros de menores dimensões, completaram o peso total exportado do lugar. Infelizmente, estes blocos foram reduzidos a fragmentos para facilitar o transporte e a maior parte foi fundida para extração do níquel antes de ser reconhecido o grande interesse científico que se liga a este ferro. Entretanto, acham-se conservadas amostras em quase todas as principais coleções de meteoritos"<sup>11</sup>.

Tendo-se em vista a necessidade de conhecer-se o local (topografia e geologia) para a dissipação de dúvidas quanto à origem discutida do estranho depósito, o Museu, por iniciativa de ORVILLE DERBY, designou para realizar aquela tarefa o Dr. LUÍS FILIPE GONZAGA DE CAMPOS, que ali chegou em dezembro de 1884

Após referir-se a dificuldades encontradas para a localização do sítio, o Dr. GONZAGA DE CAMPOS escreve no n.º 5 da "Revista do Observatório" de maio de 1888, o seguinte: "A cerca de 4 200 metros, a SSE

<sup>11</sup> ORVILLE DERBY — "Notas sobre Meteoritos Brasileiros" "Revista do Observatório do Rio de Janeiro" Ano III, janeiro de 1888, n.º 1



Fig 7 — Exposição de biotita-microclina-granito afloramento no morro do Escrivão. Pode observar-se particular ação de biotita no corpo da rocha  
(Foto do autor)

da cidade de São Francisco do Sul, fica o local onde foram encontrados os fragmentos de ferro. Designam geralmente o sítio pelo nome de Rocío. É na encosta de uma pequena elevação de 58 metros de altura vertendo para o pequeno córrego, que vai de SE a NO entrar na baía, distante, apenas, 2 quilômetros. Na ocasião do descobrimento desses fragmentos em 1875 pelo Sr. MANUEL GONÇALVES DA ROSA, havia na en-

costa do morro uma roçada que permitiu achar fãcilmente os fragmentos maiores na superfície, e aquêles que estavam apenas cobertos por pequena espessura do material removido pelas águas. Em dezembro de 1884, quando ali estivemos, havia crescido a capoeira, e para as pesquisas foi necessário abrir picadas”.

Informa-nos, em seguida, o saudoso cientista da natureza geológica local, tôda gnaisse-granítica, “sem um afloramento de rocha básica que nos servisse de orientação”<sup>12</sup>.

A seguir, GONZAGA DE CAMPOS alude às dificuldades surgidas para encontrar o minério estranho, tendo, após um levantamento do local, encontrado alguns fragmentos ferro-niquelíferos, parcial ou totalmente enterrados, tendo, para isso, sido necessário fazer escavações até a profundidade de 2,80 metros.

Alega que as amostras já se encontram alteradas e que em algumas “há um cimento ferruginoso, prendendo entre si os elementos do granito aderentes à massa de ferro”.

Procedendo a novas pesquisas no local temos, apenas, a confirmar a natureza gnaisse-granítica referida pelo inolvidável cientista, pois todos os morros existentes no hoje arrabalde da cidade chamado Rocio Grande são constituídos de microclina-biotita-granito e de gnaisse de composição alcalicalcogranítica. Apenas, num prolongamento de morros que vão ter ao morro da Mina, nas imediações dos terrenos do Sr. João CURTIDOR e na chácara do Sr. TRAJANO DOS PASSOS (no alto da colina) aflora uma exposição de hornblenda-gnaisse constituída de oligoclásio andesina, epidoto, titanita e apatita.

Não se percebem diques de rochas básicas nas imediações, nem quaisquer outros afloramentos de rochas ultrabásicas como peridotitos, piroxenitos ou rochas gabróides.

Pelo que endossando, aliás, as impressões de GONZAGA DE CAMPOS opinamos, também, por uma origem sideral, portanto, autêntico meteorito, para os fragmentos ferro-niquelíferos, outrora encontrados na ilha de São Francisco do Sul.

A propósito da química, da mineralogia, da textura, da classificação e descrição dos meteoritos, enviamos os interessados para a segunda edição do livro de S. J. SCHAND, intitulado “Eruptive Rocks”.

## OS GRANITOS E SUA GÊNESE

Quanto mais nos aprofundamos nos estudos petrogenéticos maiores dificuldades se nos deparam neste setor. Partimos de um ponto dado com um rumo, com uma teoria, com uma concepção petrogenética para, em seguida, nossas concepções se aluírem ante novas observações perfeitamente admissíveis de comprovação. Assegurado o avanço, retorna-se à estaca zero. Há, como em tudo que é incipiente e impreciso, meras suposições. As soluções permanecem ainda por demais vacilantes

<sup>12</sup> GONZAGA DE CAMPOS — Trabalho citado

e dúbias, muito longe de alcançar a meta desejada. E isto ressalta à vista, quando estudamos rochas discutíveis e controversas como os granitos.

Muita razão teve R. A. DALY quando observou "the origin of the granite is to be sought as well in time as of space"<sup>13</sup>.

Entretanto, para não negarmos evidências, somos forçados a reconhecer que muita claridade já se tem projetado sobre a matéria, tão fugidia e obscura.

A nosso juízo, três conceitos estão sendo considerados como perfeitamente válidos para explicar a gênese dos granitos: o primeiro conceito sustenta que o granito é um produto direto de um magma diferenciado; o segundo, baseado no primeiro, proclama que o granito pode ser também um produto metamórfico formado à custa de fenômenos granitizantes, mas irremissivelmente ligado a um magma granítico original, o terceiro abstrai o granito do magma granítico original, torna-o um produto estritamente anatexitico, transformado principalmente por emanções magmáticas de profundidade

Quanto à concepção paliogenética, podemos assegurar que ela não é nova. Promana, como tão bem assinala PETER MISCH<sup>14</sup> da escola francesa do último século e das subseqüentes contribuições de J. J. SEDERHOLM apresentadas em 1907, 1923, 1926 e 1934

Não obstante a vetustez das contribuições, só nos últimos dez anos o problema da granitização começa a despertar a atenção geral

Ainda que compreensível, dada a delicadeza da matéria, os modernos trabalhos dos pesquisadores não passam dos conceitos tradicionalistas. Assim, quando se fala de substituições ou de alterações metassomáticas, não se vai além de fenômenos parciais, limitados exclusivamente a áreas marginais dos batolitos de granito. Injeções *lit-par-lit* ou migmatização, apófises, substituições, aparecem invariavelmente ligados a um magma ácido que por meio de processos de assimilação ou transfusão têm reagido sobre as rochas de cobertura provocando os conhecidos fenômenos metamórficos de contacto.

É o que se depreende da leitura de um recente trabalho de A. F. BUDDINGTON "Origin of granitic rocks of the Northwest Adirondacks"<sup>15</sup> em que o autor após estudar as massas rochosas daquelas montanhas atribui aos granitos em sua maior parte 85% (hornblenda granito e alaskito) como produtos de um magma granítico e 15% como produtos granitizados originados por um magma granítico (microclina-granito e albita-granito).

Não nos ocorre debater, aqui o mérito desse trabalho, não sendo, portanto, nosso propósito criticá-lo, pretendemos com isso tão somente assinalar a personalidade com que ainda se trata do magma granítico.

<sup>13</sup> R. A. DALY — "Igneous Rocks and the Depths of the Earth" — 1933 — Mc Graw Hill Book Company, Inc New York, 598 páginas

<sup>14</sup> PETER MISCH — "Metasomatic Granitization of Batholiths Dimensions" "American Journal of Science" — 1949, n.º 4

<sup>15</sup> A. F. BUDDINGTON — "Origin of granitic rocks of the Northwest Adirondacks" — Princeton University — N. J. 1948, abril, 43 páginas

Há outros autores modernos que observam o problema sob o mesmo ângulo<sup>16-17</sup>.

A dificuldade vem daí. Forma-se um obstinado ambiente de ceticismo em torno do antibatolito, acoimando-se até os inovadores de "emanacionistas".

A verdade, porém, é que até hoje ninguém conseguiu provar a existência do magma granítico. Teria, realmente, existido esse magma? A pergunta fica no ar, como no ar ficarão outras tantas perguntas. A inconveniência no terreno da pesquisa é a que permite a esquematização antecipada dos fenômenos, é a adoção rígida de pontos de partida que podem ficar sujeitos a revisão infalível. No caso, quando essa revisão se impõe ou é sugerida, a tradição se inflama. Assim, como em tôdas as coisas...

Nos nossos dias, PETER MISCH que investigou a granitização das rochas do maciço de Nanga Parbat, no Himalaia, e no maciço de Sheku, na China<sup>18</sup> mostra senso muito elevado na condução do problema.

A propósito, escreve que "some of the workers in this field believe that metamorphic granitization is a process of much more fundamental and general significance" E mais adiante. "To prove this point, it has to be demonstrated that large masses of granitic rocks have as a whole, and not only marginally, formed by metamorphic transformation of solid rocks". E a respeito do material que coletou e estudou no referido maciço de Nanga Parbat, assim se exprime: "It appear to me that areas described are not in any way extraordinary but typical of what is found all over the world".

Entre nós, DJALMA GUIMARÃES com a sua abalizada autoridade, atravessou o Rubicon, superando a obsoleta e imutável concepção batolítica. Após demorados e meticulosos estudos petrográficos em vários granitos e esquistos granitizados do nosso complexo fundamental mostrou<sup>19</sup>, com precisão e abundância de conceitos a origem dessas rochas como resultantes de um processo de regional metamorfismo progressivo.

Nossas observações feitas em torno dos granitos da antiga ilha de São Francisco visam, apenas, a comprovar que essas rochas pouco ou nada diferem das suas similares constitutivas do vasto e complexo escudo cristalino brasileiro.

Quanto à gênese, reconhecemos, não pode ser postulada em termos definitivos, tendo-se em vista, conforme já assinalamos, a incipiência da matéria neste sentido, onde contribuições novas vêm à tona, frequentemente, enriquecendo o campo científico, e abrindo terreno para novas discussões.

<sup>16</sup> GEORGE H. ANDERSON — "Granitization, albitization and related phenomena in the Northern Inyo Range of California Nevada" — "Bull. of the Geological Society of America" Vol. 48, n.º 1 January 1947

<sup>17</sup> HUANG, Y. S. — "On the Pre-Sinian Crystalline Rocks of the Muchlapa-Sintsi Area in Southern Schensi" — "Bulletin of the Geological Soc. of China" Vol. LXXVIII, ns. 1-2 — June 1948

<sup>18</sup> PETER MISCH — "Metasomatic Granitization of Batholithic Dimensions" 1949 — "American Journal of Science", Volumes 4 e 6, abril

<sup>19</sup> DJALMA GUIMARÃES — "Contribuição à Metalogênese do Maciço Brasileiro" "Boletim" 16 — 1937 do DNPM Serviço do Fomento da Produção Mineral

## FATORES QUE REGEM A GRANITIZAÇÃO

A granitização é, antes de tudo, um processo ultrametamórfico. Esse processo, por sua vez, é ocasionado por fenômenos metassomáticos. O metassomatismo promana de alterações sofridas pelo magma, tendo-se em vista a concentração de elementos voláteis nos resíduos que resultam da diferenciação e consolidação magmáticas. Essa tendência é sempre dirigida para um enriquecimento de álcalis. O metassomatismo é assim, provocado por uma operação de ordem magmática estritamente ligada a uma modificação do estado de equilíbrio por influxo de fatores físico-químicos. Esses fatores dizem respeito ao alívio de pressão reinante concomitante a sensíveis modificações térmicas.

As reações químicas daí decorrentes promovem, então as substituições ou as transformações metassomáticas pelas quais são submetidas as rochas infiltradas ou permeada, e daí destes conceitos, a teoria moderna de granitização cujo papel atribuído às emanações magmáticas, é decisivo.

Admite-se, portanto, previamente um estado de deformação plástica da crosta da terra, em estruturas convexas, onde os resíduos magmáticos enriquecidos de gases acumulados, mediante condições adequadas de pressão se infiltram através das rochas, nelas exercendo a metassomose, solvendo ou favorecendo a migração dos elementos. Muitas dificuldades em torno da formulação desses conceitos, tiveram que ser vencidas, tendo-se em conta a unilateralidade de pontos de vista já formados anteriormente.

Após ter comprovado a formação de resíduos ácidos provenientes de magmas básicos em estudos de sua autoria e nos de outros autores como H. H. THOMAS e E. B. BAILEY, que investigaram rochas graníticas na Inglaterra, o petrólogo DJALMA GUIMARÃES na sua "Metalogênese e Teoria Migratória dos Elementos", chama a atenção para o fato de que se a cristalização do piroxênio e do plagioclásio em magmas básicos pode determinar a formação de um resíduo intersticial, cuja composição tende para a de um granito, esse fenômeno por si só não basta para explicar a formação de largos maciços graníticos.

Realmente, como tão bem observa o ilustre cientista sendo o resíduo granítico uma pequena fração do magma original é óbvio que não se pode concluir pela competência da "cristalização fracionada" como processo de formação de maciços graníticos, sem interferência de outros fenômenos. E em seguida formula também suas críticas a FENNER<sup>20</sup> pelo unilateralismo do processo destilatório (*transfer of gases*) cuja concepção de absoluto antagonismo a N. L. BOWEN<sup>21</sup>, não revela as modificações de equilíbrio que se passam e as reações entre fases fluida, gasosa e sólida que podem ocorrer durante a acumulação de elementos voláteis pelo efeito de cristalização. E mais adiante: "a in-

<sup>20</sup> C. FENNER — "A view of magmatic differentiation" "Journal of Geology", vol XLV, n.º 2 — 1937

<sup>21</sup> N. L. BOWEN — "The Evolution of the Igneous Rocks". Princeton University, Princeton N. J. — 1928, 332 páginas

fluência de gases e vapores, acarretando elementos e compostos voláteis, não é somente no processo destilatório (segundo NIGGLI); no quadro geral dos fenômenos físico-químicos tem de ser considerado o processo migratório da matéria que se tem verificado hoje universal”<sup>22</sup>.

Sem a menor sombra de dúvida somos devedores a GOLDSCHMIDT pelas suas magníficas contribuições geoquímicas e que revelaram a existência de ciclos migratórios de vários elementos.

DJALMA aludindo a estudos que realizou em Roraimã<sup>23</sup> e baseado nas observações de FENNER-NIGGLI observa que “a presença de elementos voláteis em teores crescentes na massa magmática residual que resulta de consolidação por cristalização fracionada, cria condições favoráveis a um verdadeiro processo migratório segundo o qual a CaO é novamente mobilizada e o processo metassomático (intramagmático) operante, promove uma alcalinização do plagioclásio preexistente ou em vias de cristalização. Este fenômeno não pode ser negado, visto como se verifica nos dioritos, dacitos e andesitos pela presença de plagioclásios zonados. O aumento de mobilidade molecular e a modificação do equilíbrio físico-químico devido à concentração de elementos voláteis, especialmente CO<sub>2</sub>, permite a migração de CaO, aliás verificada nas exalações vulcânicas no estado de fluoreto e cloreto, assim como em formações hidrotermais no estado de carbonato”.

Após acentuar não ser somente exogenético mas também endogenético o efeito dos elementos voláteis, escreve, ainda, DJALMA GUIMARÃES: “Segundo nossas investigações a tendência durante fases subseqüentes de acumulação de elementos voláteis é para fixação de Na<sub>2</sub>O no plagioclásio e migração de CaO; a conseqüência é um enriquecimento de K<sub>2</sub>O no magma residual, pois que a CaO é afinal fixada em vários minerais acessórios (apatita, titanita, perowskita, fluorita, calcita, dolomita, etc.) mesmo durante o processo intramagmático e, depois, durante a infiltração das emanações (exalações de FENNER) através de rochas onde se formam minerais calcíferos. A eliminação de cálcio dos magmas por efeito migratório é conhecida pela formação de veios, diques e tufo calcários (epizona). Parece-nos claro que em fase adiantada da evolução de um magma, quando se inicia a fixação de hidroxila (OH), isto é, durante a formação de anfibólios e biotita, dá-se uma silicificação do magma residual. A acumulação de vapor d’água em estado de dissociação deve romper o equilíbrio reinante e a SiO<sub>2</sub> torna-se ácido menos forte, sendo deslocada pela H<sub>2</sub>O (ARRHENIUS). O enriquecimento em K<sub>2</sub>O e SiO<sub>2</sub> conduz, assim, a um magma residual de composição granítica que, em períodos de recrudescência do processo de deformação da crosta da terra pode ser expelido através de fraturas. Dêste modo podem consolidar-se os granófiros, pórfiros graníticos e riolitos”<sup>24</sup>.

Retornando, porém, ao processo de granitização, convém lembrar PETER MISCH, que escreve assim: “Não pode haver dúvida de que há dois

<sup>22</sup> DJALMA GUIMARÃES — Op citada, p 50

<sup>23</sup> DJALMA GUIMARÃES — “Provincia Magmática do Roraimã, Brasil Setentrional” — “Bol” 45 — Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil 1930 — Rio de Janeiro

<sup>24</sup> DJALMA GUIMARÃES — “Metalogênese e Teoria Migatória dos Elementos” 1938 “Boletim” n.º 24 Serviço do Fomento da Produção Mineral

principais tipos de granitização, isto é, predominante metassomatismo potássico e predominante metassomatismo sódico. Ambos são aptos a atuar sobre metassedimentos, mas o último parece ser mais apto de atacar as rochas básicas. O principal efeito da granitização do metassomatismo potássico sobre intercalações básicas (observadas nos gnaisses de Nanga Parbat), consiste na biotização da hornblenda que tem várias vezes transformadas marginalmente intercalações ricas em hornblenda em quase pura esquistosa rocha biotítica”<sup>25</sup>.

Essas observações parecem encontrar fundamento nos estudos realizados em torno de gnaisses de composição diorítica do morro do Bananal em estado menos avançado de granitização, onde os elementos anfibólicos se encontram parcialmente tomados pela biotita, em relação ao metassomatismo sódico os anfibólitos de Ubatuba cujas origens metabasíticas ou calcíferas merecem investigação mais ampla, a albitização ganhou terreno invadindo a rocha transformada

É fato mesmo estabelecido, entre petrólogos de grande evidência, no caso, para não alongar, citamos somente D. L. REYNOLDS<sup>26</sup> que a granitização desloca material rico em Fe, Mg, K e algumas vezes Na, conjuntamente com os menores constituintes Ti, P e Mn e que estes são fixados numa zona além da granitização

Impossível, também, negar-se a importância que os gases exercem nos resíduos magmáticos, tão pouco a habilidade que eles têm de efetuar solução e recristalização. A propósito escreve CLARENCE N. FENNER “To some degree they probably have a direct solvent action upon the silicate material, and bring about gaseous solutions, in addition complex reactions occur by which elements of the mineral unite with those of the gas combinations which are themselves intrinsically volatile, and later, by new reactions, the volatile compounds break up and solids are deposited. Their functions are analogous to those of liquids, both in offering a medium in which unstable substance may pass to more stable forms, and in acting as an agency of transportation to distant points. Like liquids, also, they may perform their functions without leaving evidence in the compounds deposited”<sup>27</sup>

A objeção mais forte a ser aqui considerada sobre a granitização operada, principalmente, pelas emanações magmáticas, como tão bem pondera DJALMA GUIMARÃES seria a de que a quantidade dessas emanações se mostraria deficiente para transformar maciços graníticos de grande extensão

Todavia, é mister não esquecer que as atividades magmáticas podem ser reproduzidas num mesmo local, durante as variadas fases do processo, e que essas atividades poderiam da mesma forma ter-se operado em localidades diferentes, em maior ou em menor extensão e em tempos não sincronizados. Sem dúvida que o processo está acima de tudc

<sup>25</sup> PETER MISCH — “Metasomatic Granitization of Batholiths Dimensions” Trecho traduzido pelo autor

<sup>26</sup> D. L. REYNOLDS — “The sequence of geochemical changes leading to granitization” “The Quarterly Journal of the Geological Society of London”, n.º 407, vol. CII, part 3 December 1946.

<sup>27</sup> CLARENCE N. FENNER — “Pneumatolitic Process in the Formation of Minerals and Ores” 1933 — Institute Carnegie of Washington

condicionado a fenômenos químicos cujas ações e reações transformadoras são sobremodo lentas. Essas operações podem, conforme já assinalamos, ser repetidas e haver, assim, na conformidade do que pensam vários autores, fases de granitização cíclicas. Não houve, apenas, uma transformação, mas transformações sucessivas, isto é, fases variadas de atividades intramagmáticas e necessariamente extramagmáticas que resultaram na alteração do quimismo das rochas.

#### ORIGEM ANATEXÍTICA PARA OS GRANITOS SÃO FRANCISCO

Através das descrições já feitas em torno dos granitos que ocorrem na ilha de São Francisco, e comparando-os com os que foram estudados por DJALMA GUIMARÃES, em trabalhos anteriormente citados, não nos parece absurdo admitir, também, para estas rochas origem semelhante, isto é, palingenética em que teriam sido verificados fenômenos de anatexis

A preexistência de rochas dioríticas no campo é mais do que evidente, por sua vez, a evidência resultante dos estudos e observações microscópicas autorizam perfeitamente a sustentação da tese.

O fenômeno da embebição de microclina encerrando cristais de quartzo e oligoclásio pode ser observado em quase tôdas as lâminas; de outro lado, em algumas, como a do granito do morro do Periquito percebe-se que a microclina está penetrando os cristais de plagioclásio, que, se não de todo, pelo menos aparente, lembram intercrescimentos micropertíticos

Observe-se ainda, a desuniformidade mineralógica, química e textural dos granitos São Francisco para não desapojar sua original procedência. Xenólitos e particularizações anfibólio-biotíticas estiradas esquistosamente no corpo das rochas não podem definir, em termos taxativos, um mero processo assimilatório, a expensas de um magma granítico.

Indiscutível o processo de alteração hidrotermal sofrido pelos granitos São Francisco, tendo-se em vista a presença de epidoto, clorita, calcita, sericita e inclusão de caulinita (material argiláceo) no plagioclásio acidificado, e ainda pelo fenômeno de mirmequitização (plagioclásio + quartzo).

Observe-se, ainda, em última instância, o caráter parcialmente gnáissico da maioria dos granitos São Francisco para não nos intimidar dos pontos de vista formulados.

#### CONSIDERAÇÕES SÔBRE METAMORFISMO MIGMATÍTICO

Na parte mais setentrional da antiga ilha onde se encontram os afloramentos rochosos da ponta do João Dias, do morro de Ubatuba e da ponta da Enseada ocorrem rochas bastante perturbadas e que sofreram, portanto, ações de catáclase enérgica. No arquipélago das Graças, conforme já referimos, encontramos rochas milonitizadas, que homologam amplamente os esforços tectônicos a que foram submetidos os aludidos afloramentos.

Na ponta da Enseada os granitos pórfiros cataclásticos conglobam nas suas alas direita e esquerda exposições de gnaiss facoidal (augen-gnaiss) que por sua vez são atravessados por diques de aplitos.

Tudo indica que o augen-gnaiss seja um produto milonítico de uma rocha básica injetada *lit-par-lit*, à semelhança do que sugere DJALMA GUIMARÃES para os gnaisses lenticulares do Distrito Federal. O processo parece indicar duas fases de granitização, primeiramente se teria verificado um enriquecimento de álcali sódico e posteriormente a microclinização.

A investigação microscópica feita pelo petrógrafo EVARISTO P. SCORZA revela que a rocha é constituída de oligoclásio, quartzo, microclina, biotita, hornblenda, apatita, titanita e óxido de ferro, sendo que “as lentes são constituídas pelos cristais de microclina nos quais se encontram incluídos cristais de plagioclásio e biotita. Os cristais de oligoclásio encontram-se, às vèzes, encurvados e mesmo fraturados. O quartzo exhibe extinção ondulante muito forte e, em certas zonas da rocha, está esmigalhado”.

A cêrca de 3 a 4 quilômetros da Enseada, no morro de Ubatuba, a metamorfização de rochas dioríticas tomou outra orientação, de vez que êsse processo não importou em embebição de microclina.

O gnaiss diorítico de Ubatuba apresenta estruturas paralelas com fitas vistosas de anfibólio-biotita e feldspato menos acidificado (oligoclásio-andesina), penetrado de quartzo. Congloba essa massa gnáissica lentes de anfibólitos, ricos em albita, por vèzes atravessados por vieiros de quartzo, fato êsse que parece confirmar ser o processo microclinizante necessariamente precedido de uma fase de albitização. No caso, não houve evolução no processo. Apenas teria havido biotitização, com adição de K, Mg, e F, de que nos fala MISCH, confirmando, antes de tudo, que só o metassomatismo sódico é hábil para transformar rochas básicas.

A propósito do metamorfismo migmatítico releva salientar a verdadeira interpretação das injeções *lit-par-lit*. Esta certamente compreende também um processo químico e não exclusivamente mecânico, como se poderia supor. Aliás, na Europa, como tão bem pondera PETER MISCH<sup>28</sup> a injeção *lit-par-lit* tem definição larga e ampla, implicando, de acôrdo com GOLDSCHMIDT, processos de infiltração, embebição e substituição, tão bem como uma verdadeira injeção, excluindo-se todavia, a idéia de intrusões de maiores e continuados corpos de magma. Todavia, a presente concepção não elimina, de modo algum, a possibilidade de que haja na fase final do metamorfismo migmatítico alguma subordinada contribuição de verdadeiro material de injeção.

## GEOMORFOLOGIA

Impossível seccionar, ou seja desvincular da evolução geomorfo-gênica da fachada litorânea do Brasil Sudeste, o pequenino feixe de

<sup>28</sup> PETER MISCH — “Metasomatic Granitization of Batholithic Dimensions” “American Journal of Science”, n.º 4

litoral do norte catarinense. Trata-se, evidentemente, de uma área excessivamente reduzida, particularmente limitada, e portanto, sua separação não teria o menor cabimento. Mesmo porque a baía de ingressão denominada Babitonga que se interpõe entre a área ocidental da ilha de São Francisco e o continente pròpriamente dito, acha-se intimamente ajustada a um processo geológico, que, embora de natureza recente, representa, no fundo, um estágio associado a uma fase remotíssima de estágios mais antigos, e por isso mesmo, escalonando fatores tectônicos, eustáticos e erosivos.

A verdade, em linhas claras, é que, para a explicação dêsse panorama litorâneo, temos que estabelecer uma gradação, tomando-se, como ponto de partida, o tectônico andino que, no fim do cretáceo ou no começo do terciário (eoceno), escalonou uma série de falhamentos no maciço atlântico, que explicam a presença de numerosas escarpas e degraus de falhas na atual serra do Mar, fatos já formulados, aventados, comprovados e debatidos por FRANCIS RUELLAN, REINHARDT MAACK, RUI OSÓRIO DE FREITAS, JOÃO JOSÉ BIGARELLA, numa apreciável e atraente literatura geomorfológica regional.

Desde que emoldurada a primitiva linha costeira do Brasil Sudeste, com a sobrelevação da bacia interior do Paraná (nascentes do Iguaçú e Negro) e o fraturamento e afundamento das terras voltadas para leste, várias considerações e hipóteses passaram a fixar-se como elementos capazes de elucidar a atual configuração litorânea do sudeste brasileiro. Dentre êsses elementos de investigação, além dos fatores de erosão, passaram a ganhar proeminência, os terraços de abrasão costeiros (*wave cut terraces*) que estariam explicando, à luz de farta base científica, a morfogênese do nosso litoral.

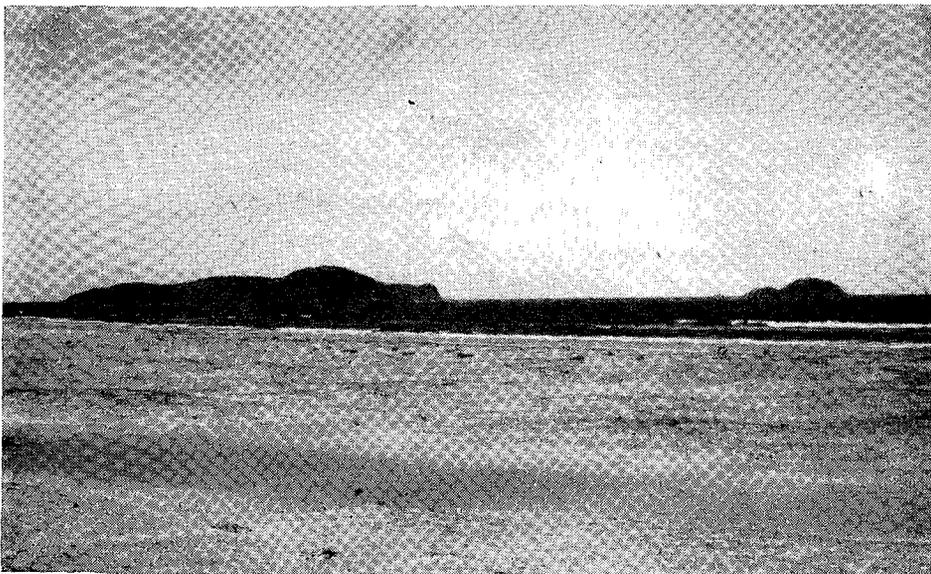


Fig 8 — Grupo das ilhas Remédios. Constitui a parte emergida mais avançada de uma plataforma submersa. Observe-se o contorno terraceado das ilhas, que formaria mais um nível costeiro da ordem de 30-60 metros, correspondente a outros da mesma ordem, situados na ilha de São Francisco

(Foto do autor)



Fig. 9 — Perfil do maciço gnaisse-granítico das Laranjeiras em plena ilha de São Francisco do Sul. Constitui uma ramificação (embora seccionada do continente) do nível de erosão de caráter subaéreo predominante na parte meridional da península do Saí, da ordem de 200-250 metros. A parte mais dentada do maciço é devida ao diaclasamento e a erosão diferencial. Junto a cidade, pequenos morros da ordem de 3r metros correspondentes aos níveis de terraços das ilhas constantes da fig. 1

Que a paisagem de São Francisco do Sul, bem como as áreas adjacentes (Joinville, Pirabeiraba, Garuva) está morfogeneticamente ligada à do Paraná, constituindo até seu prolongamento (Guaratuba), não há a menor dúvida. Interpreta a existência de formas regionais típicas que estão assinaladas no alinhamento de morros terraceados e alongados de diferentes níveis, de maciços isolados e planos de abrasão recentes, bem como uma infinidade de ilhas, ilhotas e lajes submersas que afloram na baixa-mar.

Já o Prof. FRANCIS RUELLAN comentando relatório que apresentamos, em 1944, numa tertúlia do Conselho Nacional de Geografia, sobre a paisagem de ingressão da baía de Babitonga, confirmou a existência, por nós comprovada, de uma formação de terraços marinhos da ordem de 20-30 metros alinhados, paralelamente, ao continente, numa caprichosa sucessão de ilhas (Maracujá, Cação, Corisco, Chico Pedro, Rita, etc).

Observação mais demorada, porém, projetará maior claridade às formas geomórficas dessa paisagem litorânea. Ver-se-á, assim, que a cinta de morros alongados e complanados que vertem da península do Saí para a baía de Babitonga não passa de um nível de erosão da ordem de 200-250 metros, provavelmente de caráter subaéreo. Esse alinhamento de elevações, na mesma ordem altimétrica, seria continuado, em plena ilha de São Francisco, pelo maciço gnaisse-granítico das Laranjeiras cujas formas menos aplainadas encontrariam explicações no fenômeno irreversível da erosão diferencial.

Partindo-se dessas superfícies de erosão superiores, iremos encontrar, na ilha de São Francisco, conjuntos de morros isolados, geralmente alongados, por vezes, em forma de pães de açúcar, em níveis da ordem de 80-150 metros (Pão de Açúcar, Bananal, Iperoba, Enseada, João Dias, Morro da Mina e Rocío Grande). Teriam sido conjuntos dissecados e rebaixados pelo favor da erosão, que impediu adquirissem a personalidade dos níveis a que aludimos, ou, em caso contrário, seriam outro alinhamento de uma nova plataforma, o que não é de todo improvável, convindo salientar aqui que REINHARDT MAACK alude em seus trabalhos a diversas superfícies de erosão inferiores no litoral catarinense da ordem altimétrica mencionada.

Mas a presença de níveis costeiros (*wave cut terrace*) mais típicos se situa, evidentemente, na ordem altimétrica de 20-30 metros constante de pequenas ilhas já referidas acima e dos planos de abrasão recentes, visíveis nos esporões gnaisse-graníticos que mergulham nas águas da Babitonga (ponta da Cruz e ponta do Estaleiro) ou diretamente nas águas do oceano Atlântico (ponta de João Dias e ponta da Enseada).

Quanto aos demais níveis existentes no litoral da ilha de São Francisco do Sul são pertinentes a pequenos terraços construídos de areias inconsolidadas oriundas de praias e restingas sobrelevadas (*wave built terrace*). Essas formações mal consolidadas, bem como as bem recentes formações de mangues, exerceram capital importância na configuração da paisagem atual do município são francisquense, pois a elas se deve



Fig. 10 — *Entrada da barra do pórt de São Francisco do Sul. Ao fundo, a ponta de João Dias (lômbolo) A margem da baía terrenos pantanosos constituídos de manguezais (mangrove swamp)*  
(Foto CNG)

a amarração dos conjuntos de morros isolados, que anteriormente foram ilhas.

Assim, os pontos rochosos isolados que constituíam primitivamente pequenas ilhas passaram a unir-se à custa da sedimentação marinha colmatada de extensos lençóis de areia e, ainda mais recentemente, em alguns locais, por depósitos paludais de mangue.

Via de regra, as formações arenosas litorâneas se formam em virtude de correntes marítimas secundárias em conjunção com o fator escavamento provocado pelo trabalho das ondas.

A propósito, escreve o tratadista A. K. LOBECK: "A inclinação de um fundo de mar recentemente levantado ao largo da costa é muito suave. Formam-se ondas que se quebram ao largo. As menores ondas avançam na direção da terra e cortam baixos *cliffs* no material menos resistente do qual a terra é geralmente composta. Assim um *nip* é produzido. As maiores ondas quebrando ao largo da costa cavam o fundo do mar. Alguns destes materiais assim deslocados são compelidos a formar um banco submarino paralelo à praia. Este banco cresce constantemente em altura em adição de novos materiais retirados do fundo ou espalhados pelas correntes costeiras"<sup>29</sup>. Emerge, assim, o cordão arenoso.

Forçoso é notar-se que o desenvolvimento de uma restinga ou de feixes de restinga (*beach ridge*) se concretiza com mais rapidez, quando baseado em pontos de apoio, isto é, em afloramentos rochosos avançados para o mar em forma de pontas ou cabos ou mesmo em forma de ilhas situadas nas reentrâncias da costa, formando verdadeiros ângulos mortos e destarte propiciando a sedimentação conduzida pelas correntes marítimas secundárias<sup>30</sup>.

A paisagem da ilha de São Francisco do Sul é inequívoca neste sentido. As massas rochosas que a compõem em forma de morros foram pequenas ilhas primitivas e atualmente se acham ligadas umas às outras por lençóis de areia e áreas brejosas.

O maciço rochoso da ponta da Enseada bem com os chamados Morretes da Praia Grande foram, sem dúvida alguma, os pontos de apoio mais recentes para a formação da restinga em cujo interior se espelham as águas salobras das lagoas Capivaru e Acaraí captadas ao mar e em vias de entulhamento. Forçoso salientar a progressão da restinga tendo por base a ilha dos Remédios obstruída na barra do Araquari.

O relêvo da antiga ilha é pontilhado de numerosos morros, geralmente alongados, com altitudes que, raras vezes, ultrapassam de 80 metros. Apenas, os morros situados nas Laranjeiras (Agudo e Grande) bem como os de Pão de Açúcar, Monte do Trigo, Bananal e Enseada alcançam altitudes maiores. O morro Grande é o mais elevado de todos, atingindo 280 metros. Acham-se, em sua maioria, cobertos de densa vegetação, exibindo-se em forma de pães de açúcar.

<sup>29</sup> A. K. LOBECK — "Geomorphology" Mac Graw Hill Company, Inc Trecho traduzido pelo autor

<sup>30</sup> A. R. LAMEGO — "Restingas na costa do Brasil" "Bol" 96 Divisão de Geologia e Mineralogia

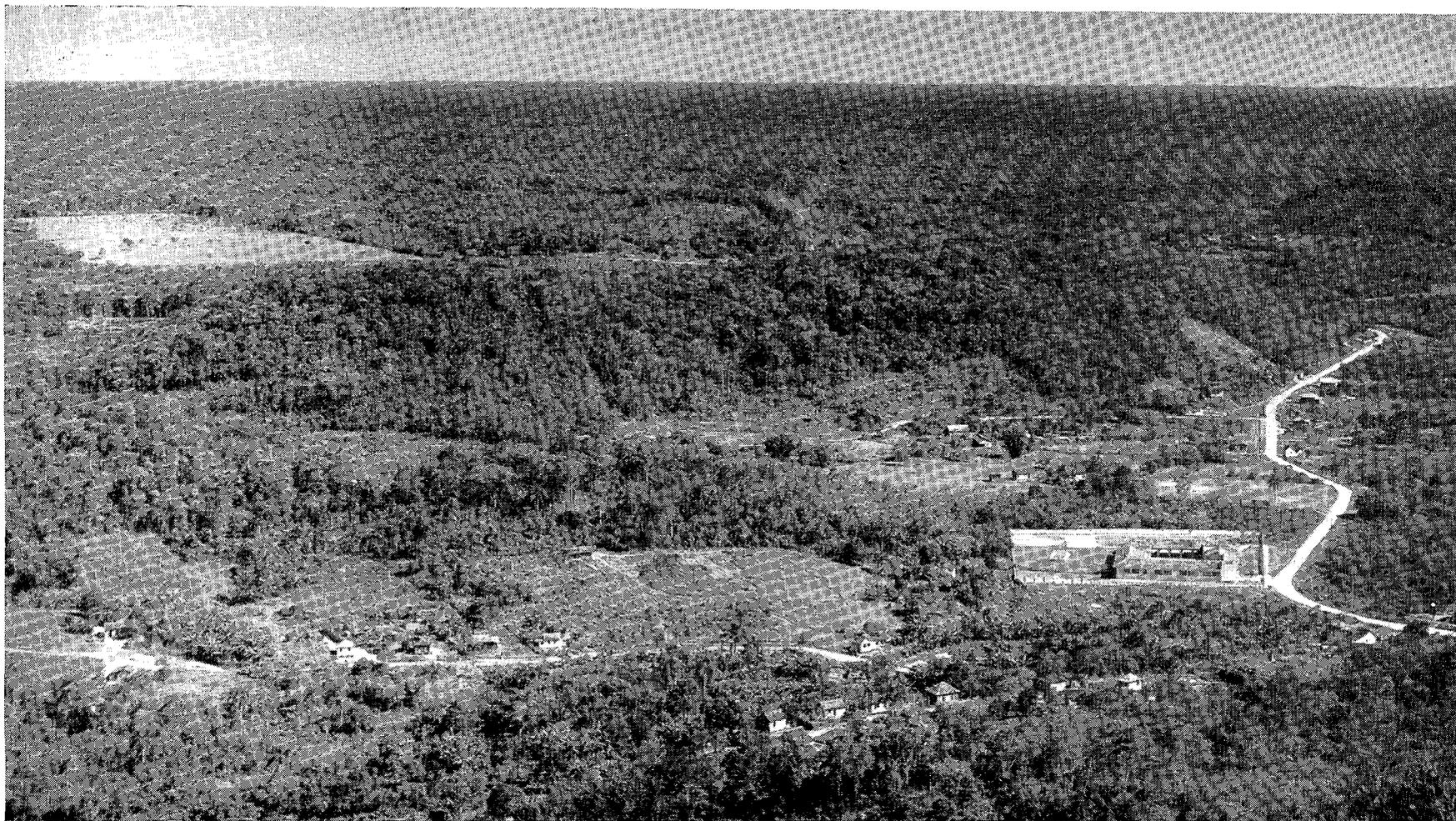


Fig. 11 — Panorama da parte oriental da ilha de São Francisco do Sul constituída de sedimentos arenosos construídos de antigas restingas formadas a custa do mar (wave built terrace)  
Ao fundo, o oceano Atlântico.

(Foto CNG)

A decomposição das rochas, por intemperismo, tendo-se em vista a natureza do clima quente e úmido, com cêrca de 1 800 milímetros anuais de chuvas, é profunda e generalizada.

É de ver-se que a própria formação geológica constituída de granitos e gnaisses facilita o trabalho do desgaste. Com efeito, granitos e gnaisses, em clima semelhante, são fortemente afetados.

Os feldspatos que constituem a composição mineralógica dessas rochas são extremamente sensíveis à hidratação ao passo que a mica ferromagnésiana ou a hornblenda e alguns elementos de alteração sofrem a ação da oxidação e também de posterior hidratação, (limonitização) Daí o caráter frágil destas rochas, submetidas a forte e profunda decomposição exibindo nos cortes e nas encostas dos morros espêssas camadas de argila, freqüentemente, de coloração vermelha, rósea ou roxa e amarela. Ajuda o processo de decomposição das rochas o espêssso revestimento vegetal da floresta atlântica; os vegetais conforme já salientava BRANNER<sup>31</sup> contribuem não só para perfurar o solo com suas raízes facilitando a infiltração d'água rica em carbono, como também para fornecer ácidos orgânicos desenvolvendo bactérias nitrificantes que nas suas ações afetam a superfície da massa rochosa atacada<sup>32</sup>.

Via de regra a preliminar deformação da massa rochosa se dá por meio da esfoliação. Favorecem-na certos fatôres, uma incipiente decomposição resultante da lavagem das rochas pelas chuvas combinada com alterações rápidas da temperatura. O comportamento desigual dos cristais com reações diferentes vai facilitando a desintegração Conseqüentemente as rochas quando desnudas se vão escamando e permitindo pelas fisuras e planos de clivagem o aceleração do desgaste Note-se que a esfoliação é tanto mais vigorosa quanto mais se expõe a massa aos fatôres exôgenos. Quando a decomposição se processa em profundidade dizemos que a deformação se dá por esfoliação concêntrica, desenvolvendo os chamados "boulders de decomposição" de que nos fala BRANNER

No primeiro plano acham-se, portanto, as massas desnudas geralmente constituindo os cumes ou os pontos mais elevados dos morros, ao passo que a decomposição em profundidade, isto é, em estágio mais avançado, se verifica nas encostas menos elevadas geralmente cobertas de matas exuberantes e em todos os morros de pequena altitude.

Retornando ao solevamento do litoral, não nos convém esquecer de que nos blocos rochosos adjacentes ao mar são fâcilmente observáveis, em altitudes de 20 a 30 metros planos de abrasão bem como abundantes falejas ou *cliffs*.

Nas rochas da Prainha bem como nas da ponta da Enseada, vêem-se numerosos contornos, à guisa de estacas, bem como sucessão de colunas em cujos interstícios se vêem ainda apófises pegmatíticas e que pela sua disposição textural gráfica com macrocristais de feldspatos e de

<sup>31</sup> JOHN C BRANNER — "Decomposição das rochas no Brasil" Trad da Prof<sup>a</sup> REGINA SCHAEFFER. "Boletim Geográfico" n.º 58, janeiro de 1948

<sup>32</sup> Vide A R LAMEGO — Escarpas do Rio de Janeiro" "Boletim" 93 — Divisão de Geologia e Mineralogia — 1938



Fig. 12 — Outro aspecto da baía de ingresso de São Francisco do Sul. Ao fundo, elevações da serra do Mar e áreas formadas de aluviões marinhos formadores da lagoa Saguagu e áreas adjacentes do município de Joinville. Vê-se, ainda, parte ocidental do maciço gnaisse-granítico das Laranjeiras, e ao centro, na baixada, uma parte da cidade de São Francisco do Sul.

outros minerais menos resistentes são mais prontamente atacados pela erosão diferencial.

### RESUMO CONCLUSIVO

Dos estudos e observações feitas no decorrer deste trabalho, podemos alinhar, o que segue:

a) Geològicamente a ilha de São Francisco é constituída de rochas arqueozóicas e também, possivelmente, proterozóicas

b) Preexistência de rochas básicas ou neutras, o que coincide exatamente com as observações do Prof. DJALMA GUIMARÃES feitas em outras áreas do complexo cristalino brasileiro.

c) Episódio de granitização não sendo, portanto, abusivo admitir-se origem palingenética para os nossos granitos.

d) Que, neste caso, a granitização se processa com a adição de álcalis (metassomatismo sódico e potássico), em rochas pré-formadas, em virtude das emanções magmáticas.

e) Que êsses fenômenos podem ser repetidos.

f) Que do ponto de vista geomorfológico a baía de São Francisco do Sul (Babitonga) é uma baía de ingressão. Trata-se de um profundo vale dissecado por erosão fluvial, já que somente a erosão marinha, não poderia tê-lo escavado na configuração que apresenta e de acôrdo com o que se lê, através do levantamento batimétrico da referida baía constante da carta da Marinha.

g) Que pela aceitação dessa evidência, é-se forçado a admitir ter a costa sido sobrelevada a níveis bem mais altos que os atuais, com posterior alternância de movimentos transgressivos e regressivos.

h) Que os níveis de erosão costeiros existentes na paisagem são franciscana são típicos, não diferindo, aliás, do que ocorre nas paisagens costeiras do Paraná e São Paulo e de mais trechos da costa do Brasil, quer os de caráter subaéreo, quer os de natureza subaquática (*wave cut terrace e wave built terrace*).

---

### BIBLIOGRAFIA CITADA OU ESTUDADA PELO AUTOR NA ELABORAÇÃO DESTES TRABALHOS

- 1 — ADAMS, Frank D — "On the origin of the amphibolites of the Laurentian Area of Canada" — 1909. "Journal of Geology", vol. XVII, n.º 1
- 2 — ALLING, H. L. — "Interpretative Petrology of Igneous Rocks" — 1936 Mc Graw Hill Company Inc. New York
- 3 — ANDERSON, GEORGE H — "Granitization, albitization, and related phenomena in the Northern Inyo Range of California Nevada" — "Bulletin of the Geological Society of America", vol. 48, n.º 1 — January 1947
- 4 — BACKHEUSER, Everard — "A Faixa Litorânea do Brasil Meridional". — 1918 — Rio de Janeiro.
- 5 — BACKLUND, Helge J — "The problems of the Rapakivi Granites". April-May 1938 "Journal of Geology", vol. XLVI, n.º 3, part II.
- 6 — BARREL, Joseph — "Relation of Subjacent Igneous Invasion to Regional Metamorphism" "American Journal of Science", VI, 1, n.º 1 — 1921.

- 7 — BIGARELLA, J J — "Contribuição para o estudo da planície". "Arquivos de Biologia e Tecnologia". Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas E do Paraná Curitiba "Bol." 1, art 7 — 1946, 111 páginas
- 8 — BOWEN, N L — "The Evolution of the Igneous Rocks " Princeton University Press Princeton, N J — 1928, 332 páginas.
- 9 — BRANNER, John C. — "Decomposição das Rochas no Brasil" Tradução da Prof<sup>a</sup> REGINA SCHAFFER, "Boletim Geográfico" n<sup>o</sup> 58, janeiro — 1948. Conselho Nacional de Geografia Rio de Janeiro
- 10 — BUDDINGTON, A F — "Origin of Granitic rocks of the Northwest Adirondacks" — April — 1948, 43 páginas. Princeton University, Princeton, N.J
- 11 — CAMPOS, L. F Gonzaga de — "Nota sôbre o ferro em Santa Catarina". "Revista do Observatório Imperial do Rio de Janeiro", ano III, maio de 1888, n<sup>o</sup> 5
- 12 — DALY, Reginald A — "Igneous Rocks and the Depths of the Earth" 1933. — Mac Graw Hill Book Company Inc New York, 598 páginas
- 13 — DERBY, Orville — "Notas sôbre Meteoritos Brasileiros" "Revista do Observatório Imperial do Rio de Janeiro", ano III, janeiro de 1888, n<sup>o</sup> 1
- 14 — FENNER, Clarence N — "A view of magmatic differentiation" "Journal of Geology", vol. XLV, n<sup>o</sup> 2 — 1937 "The Mode of Formation of Certain Gneisses in the Highlands of New Jersey". "Journal of Geology", vol XXII, n<sup>o</sup> 6 — 1914 "Pneumatolitic Process in the Formation of Minerals and Ores" Inst. Carnegie of Washington 827 páginas — 1933
- 15 — FREITAS, Rui Osório de — "Geologia e Petrologia da Ilha de São Sebastião" 1947 São Paulo. "Boletim" LXXXV "Geologia", n<sup>o</sup> 3 Universidade de São Paulo, 244 páginas
- 16 — GROUT, Frank F — "Petrography and Petrology" — 1932 Mac Graw Hill Book Company, Inc New York — 522 páginas.
- 17 — GUERRA, Antônio Teixeira — "Contribuição ao estudo da geomorfologia e do quaternário do litoral de Laguna (Santa Catarina) "Revista Brasileira de Geografia", ano XII, n<sup>o</sup> 4 — outubro-dezembro de 1950, pp. 535-564 — "Notas sôbre alguns sambaquis e terraços do litoral de Laguna (Santa Catarina)" Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros", vol V, tomo I — 1950-1951 Artigo transcrito no "Boletim Paulista de Geografia", n<sup>o</sup> 8 — 1951
- 18 — GUIMARÃES, Djalma — "Contribuição à Metalogênese do Maciço Brasileiro" "Boletim" 16 do DNPM Serviço do Fomento da Produção Mineral — Rio — 1937. "Metalogênese e Teoria Migratória dos Elementos" "Boletim" 24 do DNPM Serviço do Fomento da Produção Mineral Rio — 1938 "Província Magmática do Roraimá" "Bol n<sup>o</sup> 5 Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil Rio — 1930
- 19 — HOLMES, A — "The nomenclature of Petrology" Murby & Co London, 1920 284 páginas
- 20 — HUANG, Y S — "On the Pre-Sinian Crystalline Rocks of the Muchiapa — Sinti Area in Southern Schensi" "Bulletin of the Geological Society of China", Vol LXXVIII, ns 1-2 — June — 1948
- 21 — KESSLER, Thomas L — "Granitic Injection Process" "Journal of Geology", vol XLIV, n<sup>o</sup> 1 — 1936
- 22 — LAMEGO, A R — "Restingas na costa do Brasil" "Bol" 96 Divisão de Geologia e Mineralogia Rio 1940 63 páginas — "Teoria do Protognaisse" — 1937 "Boletim" 86 — Divisão de Geologia e Mineralogia, 73 páginas, 1 mapa — "Escarpas do Rio de Janeiro" — 1938 "Boletim" 93, Divisão de Geologia e Mineralogia, 71 páginas
- 23 — LAHEE, Frederic H — "Field Geology" — 1941 Fourth Edition. Mac Graw Hill Book Company, Inc 853 páginas
- 24 — LOBECK, A K — "Geomorphology — An Introduction to the Study of Landscapes" 1939 Mac Graw Hill Company, Inc New York, 731 páginas
- 25 — MAACK, Reinhardt — "Exploração Geográfica e Geológica em Santa Catarina" — 1939 Trad do alemão por GERSON FARIA ALVIM Publ do governo do estado de Santa Catarina, 112 páginas
- 26 — MISCH, Peter — Metasomatic Granitization of Batholiths Dimensions". "American Journal of Science" Vol 247, ns 4 e 6 — 1949
- 27 — MORAIS RÊGO, L F e TARCISO DE SOUSA SANTOS — "Contribuição para o estudo dos granitos da serra da Cantareira" "Boletim" 18 Instituto Tecnológico de São Paulo. Junho de 1938

- 28 — NIGGLI, Paul — "Ore Deposits of Magmatic Origin, their genesis and Natural Classification" — 1929 Murby & Co New York, 93 pp
- 29 — OLIVEIRA, Beneval de — "Restingas no sul catarinense Contribuição para o estudo do litoral do município de Laguna" — 1948 Rio. "Boletim" 4 Associação dos Geógrafos Brasileiros
- 30 — QUIRKE, Terence T — "Granitization near Killnarney, Ontario" "Bulletin of the Geological Society of America", vol. 51 — 1940, number 2
- 31 — REYNOLDS, D L — "The sequence of geochemical changes leading to granitization" "Quarterly Journal of the Geological Society of London" 1946 Vol 102, n.º 407
- 32 — SCHAND, S. J. — "Eruptive Rocks" — 1943 John Wiley & Sons, New York — Second Edition, 444 páginas
- 33 — SCORZA, E P — "Província Pegmatítica da Borborema" "Boletim" 112 Divisão de Geologia e Mineralogia Rio — 1944, 58 páginas.
- 34 — SEDERHOLM, J J — "On Migmatit and Associated Rocks of Southwestern Finland" "Bol" 107 — Comission Gelog Finland, Helsingfors — 1934
- 35 — SCHALLER, W T. — "The Genesis of Lithium Pegmatites". "American Journal of Science". Vol 10, ano 1925, n.º 57
- 36 — STARK, J. T — "Migmatites of the Sawatch Range", "Colorado Journal of Geology" Vol XLIII 1935, n.º 1
- 37 — TERZAGHI, R D — "The production of Potash rich Rocks by the Alteration of Sedimentary and Igneous Types" "American Journal of Science" Vol XXIX
- 38 — TYRREL, G W — "Principles Petrology". London 1940 Methuen & Co. Ltd 340 pp
- 39 — VON ENGELN, O D — "Geomorphology — Systematic and Regional 1942". The Macmillan Company. New York 655 páginas
- 40 — WORCESTER, Philip A — "A Textbook of Geomorphology" — 1939 D Van Nostrand Company, Inc — New York. 565 páginas

---

SUMMARY

This article, in which the author spent several years in the field work, it was studied the geology, the petrology and the geomorphology of the "Ilha de São Francisco do Sul" in St<sup>a</sup> Catarina's coast

After locating geographically the observed region and making a brief digression about its geological aspect, he proceeds and affirms that the mentioned region consists of archeozoic rocks, nevertheless he asserts the possibility of being proteozoic or algonquian

With reference to the geomorphology, after situating the "Rio São Francisco" bay in the class of the ingression bay, for the author accepts that it has been risen to higher levels than the existing today, with posterior alternate transgressive and regressive movements, he concludes that those levels are typical, so they are named "sanfranciscanos", however there is a similar occurrency in the border zone between "Paraná" and "São Paulo" and in another spots of the brazilian coast

On the point of view petrographic, the author analyzes the texture, the composition and the microscopic characters of various kind of rock, after that he ponders about the origin and the evolution of these elements

Dr AXEL LOEFGREN from Map's Archive and Geologic Charts Section contributed to the elaboration of this work, as well as Dr EVARISTO PENA SCORZA helped on as chief of Petrography Section of Rio de Janeiro, who was in charge of the description of the collected material

---

RÉSUMÉ

Après avoir entrepris plusieurs années des travaux de camp dans la région, l'auteur dans cet article, étudie la géologie, la pétrologie et la géomorphologie de l'île de São Francisco do Sul, au sud de Santa Catarina

Après avoir localisé la position géographique de l'île et décrit brièvement son aspect géologique, l'auteur la considère constituée de roches archéozoïques, tout en admettant la possibilité qu'elle se soit formé à une époque postérieure c'est-à-dire à l'époque proterozoïque ou algonkienne

Au point de vue de la géomorphologie ayant situé la baie de São Francisco parmi les baies d'ingression puisqu'il croit qu'elle a été soulevée à des niveaux plus hauts que les actuels, avec des alternances postérieures de mouvements transgressifs et régressifs, il conclut que ces niveaux sont typiques non seulement de la baie de São Francisco mais des bandes frontières du Paraná, São Paulo et celles d'autres régions de la côte brésilienne

Pétrographiquement, il analyse la texture, la composition et les caractères microscopiques de plusieurs roches en faisant des considérations sur l'origine et l'évolution de ces éléments

Pour l'élaboration de cette étude l'auteur a eu la collaboration du Dr AXEL LOEFGREN, de la Section de la Carte Géologique et de celles des Cartes en général; celle du Dr EVARISTO PENA SCORZA, de la Section de Pétrographie de Rio de Janeiro, qui s'est chargé de la description du matériel recueilli et du Dr MATIAS GONSALVES ROXO, directeur du DGM, qui ont fourni des données intéressantes et opportunes