

## ESTUDO GEOLÓGICO E GEOCRONOLÓGICO DA ÁREA DE SÃO GONÇALO, PARAÍBA

PAULO VANDOROS(\*) e JOSÉ MOACYR VIANNA COUTINHO(\*)

### ABSTRACT

A syenitic rock from the São Gonçalo, Paraíba area is studied. It occurs as a 12 km long and 500 m thick vertical dyke which strikes in the N80°W direction intruding regional banded biotite-hornblende gneisses.

The syenite — a saturated to slightly oversaturated rock is made up essentially of microcline, albite, soda-augite and sodic amphibole. Quartz may appear in modal amounts up to 2%. The chemical and optical properties of the amphibole (pg. 21 and 26) points to richterite. Chemical, spectrographic and petrographic data are also given for both syenite and banded gneiss.

The geologic work done in the area together with age determination effected on the samples concerned, reveals that the syenite was emplaced during early Caririan orogeny around 600 million years ago.

O presente trabalho teve por finalidade a) o estudo geológico da área de São Gonçalo, e b) a determinação das idades das rochas aflorantes.

Foram executados: mapa geológico e de localização, estudo macroscópico e microscópico das rochas principais, análises modais, análises químicas e espectrográficas e determinações de idades das rochas por meio do método K-Ar. Este trabalho foi tornado possível graças a auxílio substancial fornecido pelo Conselho Nacional de Pesquisas.

A área em estudo compreendendo aproximadamente 60 km<sup>2</sup> abrange os arredores do açude de São Gonçalo, Município de Souza no Estado da Paraíba, a 12 km ao sul da cidade de Souza.

(\*) Departamento de Petrologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.



Situação da área estudada.

A região é constituída litologicamente por gnaisses bandados considerados pré-cambrianos, sienito, quartzo-sienito e rochas sedimentares do Cretáceo. Ocorrem ainda pegmatitos simples e aplitos ácidos bem como zonas de granito-gnaiss intensamente cizalhado com faixas de milonitização e epidotização.

Os gnaisses bandados são constituídos essencialmente de quartzo, microclínio, plagioclásio, biotita e hornblenda. Apresentam-se geralmente inalterados e afloram em grandes extensões. O diaclasamento principal é NS e um secundário varia de N15W a N40W. Apresentam um "bandeamento" formado pela alternância de camadas félsicas com máficas. A gnaissificação é nítida na direção N75-85°W (ver foto nº 1) com mergulho de 70-85°NE. Uma nítida lineação provocada por orientação da hornblenda e/ou biotita é paralela ao eixo

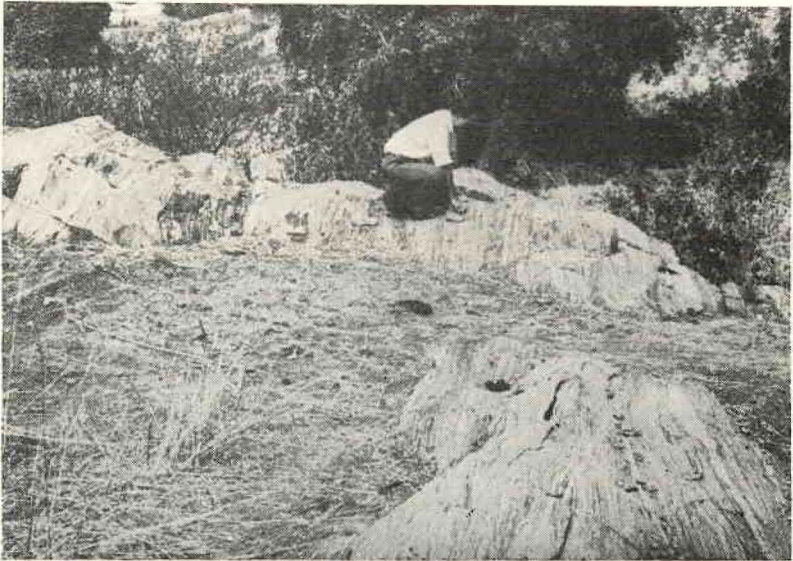


Foto 1 — Gnaisses bandados. Observa-se a alternância de camadas félsicas com máficas na direção N80°W.

de dobramento regional e tem atitude sub-horizontal (até 10° para W ou E).

Sienitos e quartzo-sienitos constituem um dique aproximadamente vertical na direção N80W, encaixados no embasamento formado por gnaisses bandados, ver foto n° 2. Seu comprimento é de aproximadamente 12 km, com largura média de 500 m. Ressalta-se na topografia local por formar as maiores elevações. Os principais minerais que constituem o quartzo-sienito são: quartzo, microclínio, albita, augita sódica, richterita, apatita, magnetita, rutilo e epidoto. Salvo pela ausência de quartzo e, talvez, rutilo, os mesmos minerais estão presentes no sienito. Embora as relações de campo entre as duas rochas não tenham sido averiguadas, dada a semelhança de aparência macroscópica não se tem dúvida em afirmar que ambas são produtos “consanguíneos”, diferenciados em um mesmo corpo intrusivo. Formam provavelmente camadas verticais interestratificadas com termos transicionais ou até mais ácidas.

As análises modais obtidas em contador de pontos e as propriedades óticas da richterita e augita sódica determinadas pelos meios usuais de imersão e métodos de platina universal acham-se agrupadas na tabela 1.

As análises químicas de gnaiss, sienito e richterita encontram-se na tabela 3, a análises espectrográficas dos mesmos encontram-se na tabela 4.

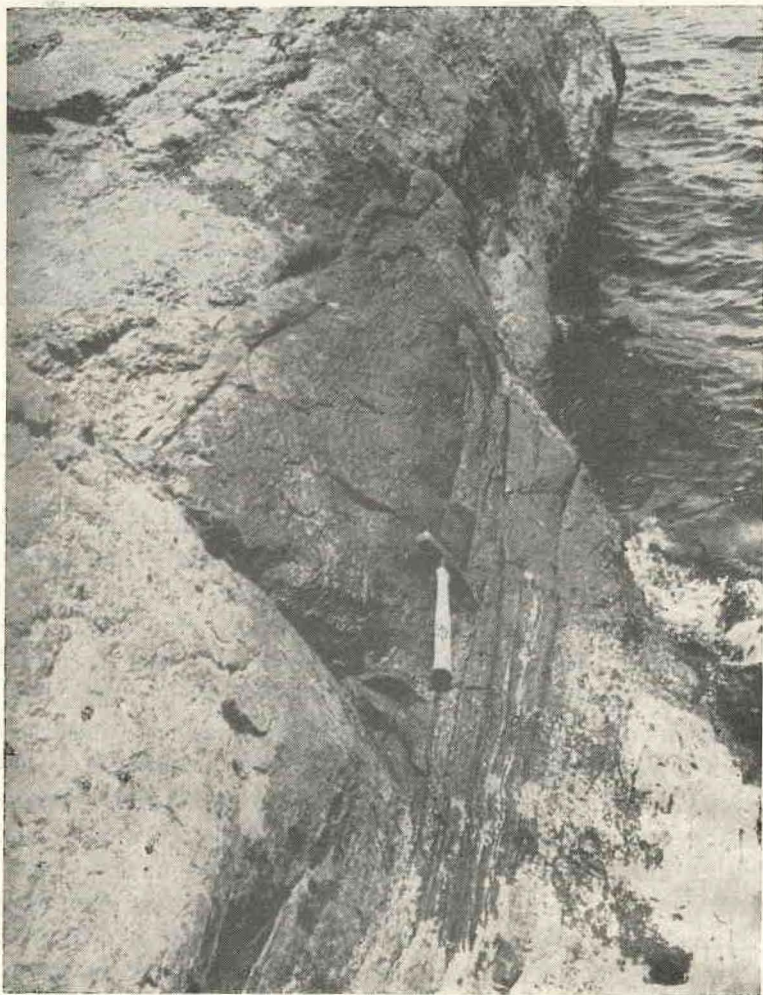














Foto 2 — Contato vertical do dique de sienito à esquerda, com os gnaisses bandados, à direita.

**LEGENDA**

-  CRETÁCEO, SEDIMENTOS
-  ZONA DE PEGMATITO
-  SIENITO + QUARTZO - SIENITO
-  GRANITO - GNAISSE CATACLÁSTICO
-  GNAISSES BANDADOS REGIONAIS
-  CONTATO VERIFICADO
-  CONTATO INFERIDO
-  CONTATO GRADACIONAL
-  FALHA REJEITO DESCONHECIDO
-  DIREÇÃO E MERGULHO DA GNAISSIFICAÇÃO
-  DIREÇÃO E MERGULHO DA ESTRATIFICAÇÃO
-  LINEAÇÃO
-  ESTRADA DE RODAGEM
-  RIOS E AQUEDS

**MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA  
DE  
SÃO GONÇALO, PARAÍBA**

ESCALA  
0 Km

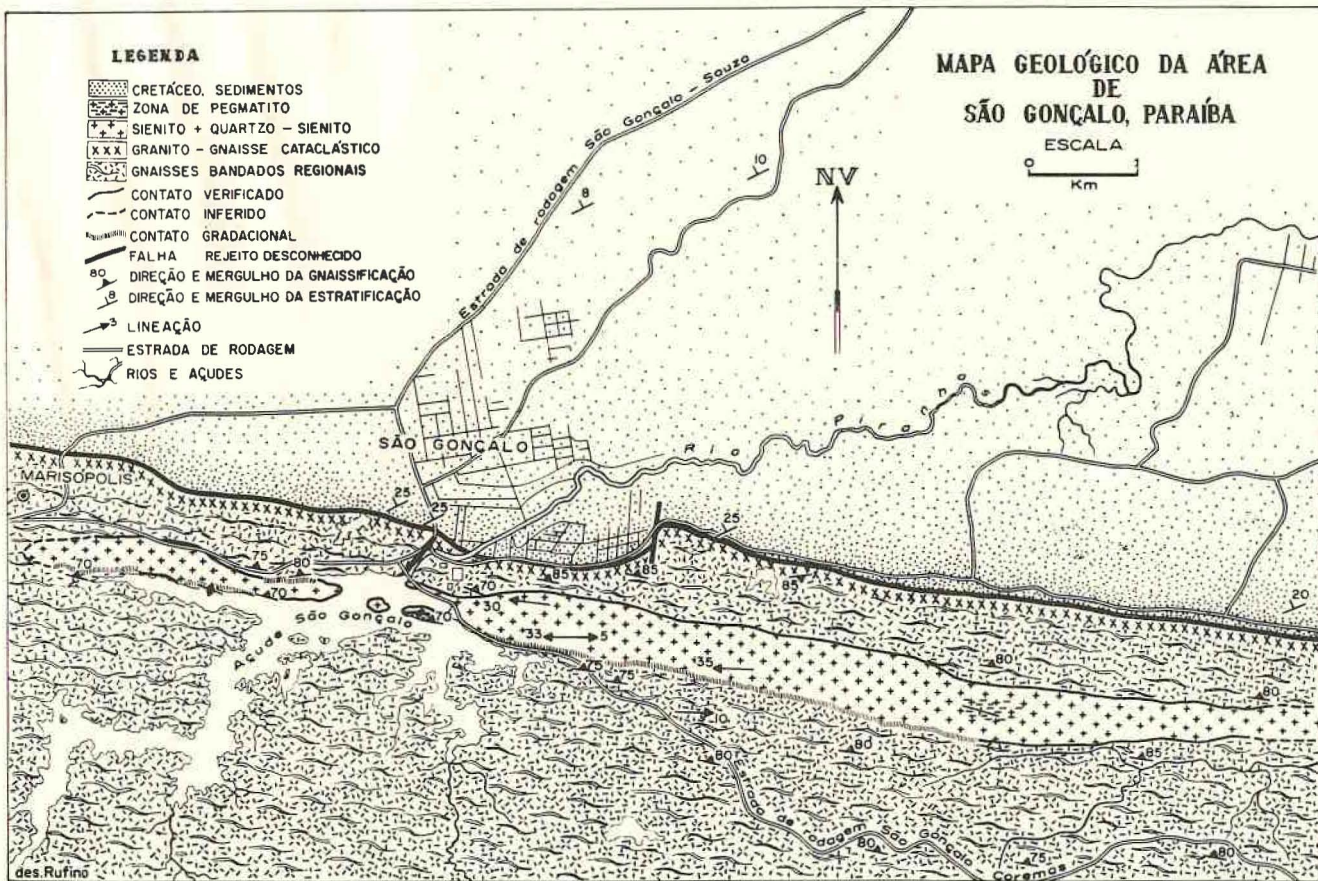




TABELA 1 — ANÁLISES MODAIS

	QUARTZO-SIENITO (PV78 PB)	SIENITO (PV8 PB)
Quartzo .....	2,2	0
Feldspato .....	71,4	83,0
Richterita .....	19,4	12,0
Augita sódica .....	1,9	3,1
Apatita .....	2,8	0,6
Magnetita .....	2,0	0,7
Rútilo .....	0,x	0
Epidoto .....	0,x	0,x

*Propriedades óticas da Richterita*

	PV 8 PB	PV 78 PB
Nx	1,640	1,643
Ny (calc.)	1,652	1,651
Nz	1,655	1,654
Nz — Nx	0,015	0,011
Z $\wedge$ C	27°	32°
2V (—)	50°	60°
Dispersão	inclinada forte	
Pleocroísmo X:	esverdeado claro	
Y:	violeta claro	
Z:	verde azul claro	
	X < Y ~ Z	

Orientação do plano dos eixos óticos paralelo a 010

*Propriedades óticas da augita sódica*

2V (+) = 82° . X $\wedge$ c = 31°
Pleocroísmo X: verde esmeralda claro
Y: verde claro
Z: amarelo esverdeado
X > Y > Z

Em alguns pontos o quartzo-sienito mostra-se intensamente diaclasado, sendo o principal sistema vertical na direção NS. A lineação, dada por orientação preferencial da richterita tem rumo  $90^{\circ}\text{W}$  e caimento de cerca de  $35^{\circ}$ . Uma segunda lineação  $90^{\circ}\text{E}$ , caimento de  $5^{\circ}$ , é observada em alguns locais. Em um ponto observou-se xenólito de gnaisse com hornblenda e biotita.

Na região centro-leste do corpo sienítico encontramos ainda diques de pegmatito simples, com quartzo e feldspato, na direção  $\text{N}75^{\circ}\text{W}$  e mergulho  $80^{\circ}\text{NE}$ , bem como diques verticais de albita na direção  $\text{N}70^{\circ}\text{W}$ .

Sienitos e quartzo-sienitos são rochas equigranulares (granulação em torno de 1 a 3 mm) em textura xenomórfica. O mineral mais comum, microclínio, tem geminação em grade, bem distinta e se acha variavelmente pertitzado (albita em lentes finas). Perifêricamente ocorre albita acompanhada ou não de quartzo, ambos em grãos bem menores, por vezes encadeados em colar.

Os elementos máficos e acessórios espalham-se homogeneamente pela rocha e mostram uma tendência à isorientação morfológica. Dêstes, o anfibólio sódico é o que chama mais a atenção por sua abundância e pelas propriedades ópticas e químicas (tabelas 1 e 3).

Em resumo anterior (VANDOROS e COUTINHO — 1966) êste mineral foi classificado como eckermanita, tendo em vista a ocorrência e algumas coincidências químicas e físicas. Entretanto no anfibólio de São Gonçalo chama a atenção o alto teor de  $\text{CaO}$  e baixo de  $\text{Na}_2\text{O}$ , inusitado na série eckermanita-arfvedsonita. Por outro lado, e, devido à maior possibilidade de solução sólida entre richterita e tremolita;  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$ , são conhecidos exemplos de richterita mais cálcica e, conseqüentemente menos sódica que a composição ideal. O anfibólio winchita é a variedade de richterita que mais se ajusta ao mineral de São Gonçalo.

É interessante ressaltar que embora não havendo na literatura (DEER e outros, 1964) nenhum exemplo de richterita quimicamente semelhante que tenha suas propriedades



ópticas inteiramente ajustadas à de São Gonçalo nem por isso fogem as propriedades do quadro de feições distintivas para a richterita em geral. Assim, índices de refração, ângulo máximo de extinção  $Z \wedge c$ , orientação óptica, dispersão e pleocroísmo, caem dentro da faixa de variação para a espécie. Ficam pouco aquém dos limites conhecidos; a birrefringência e o ângulo  $2V$ .

Ao longo do contacto de falha N80W entre os gnaisses e rochas sedimentares, encontra-se uma zona de granito-gnaisses intensamente milonitizados e epidotizados (ver foto nº 3). A falha de direção N80W estende-se por mais de 2 centenas de km, uma faixa tectônica conhecida pelo nome de alinhamento de Patos.



Foto 3 — Granito-gnaisse intensamente brechado por falha.

As rochas sedimentares, perto da falha apresentam-se perturbadas com direção N65°E e mergulho de 25°NW. O mergulho diminui sensivelmente para o norte (mais ou menos a 8 km ao norte da falha).

Os sedimentos são representados por arenitos e siltitos avermelhados folhelhos cinzentos e avermelhados, lentes de arenito calcítico e ainda conglomerados com seixos essencialmente de quartzo variando em tamanho de 1,5 x 1 cm até 4 x 3,5 cm.

Os folhelhos distinguem-se facilmente dos arenitos finos e siltitos, pela presença de "pastilhamento" na parte superficial dos afloramentos.

Topograficamente, o solo na zona sedimentar se apresenta ondulado, sendo que nos pontos mais altos forma áreas relativamente planas e extensas, em geral recobertas por seixos rolados de quartzo. As encostas daqueles tabuleiros, são relativamente íngremes.

#### *Técnica empregada nas determinações de idades*

A técnica empregada na determinação do argônio é a descrita por AMARAL e outros (1966).

O argônio das amostras foi extraído por meio de fusão total, em cadinho de molibdênio, num alto-ultra-vácuo. Usou-se A<sup>38</sup> como "spike" e a quantidade total de argônio foi determinada por meio de espectômetro de massa tipo Reynolds. A análise química do K foi efetuada por fotometria de chama. Usou-se a técnica descrita por BRANNOCK e BERTHOLD (1949).

Para finalidade de cálculo foram utilizadas as seguintes constantes de desintegração: total =  $0,530 \times 10^{-9}$ /ano; K =  $0,588 \times 10^{-10}$ /ano e atomicidade em % K<sup>40</sup> no K = 0,0119.

#### *Interpretação das idades das rochas estudadas*

As idades determinadas pelo método K-Ar representam, o início da retenção do argônio no retículo cristalino. Esta retenção se efetua de um modo geral, quando a temperatura regional cai abaixo de 300°C. Indicam o fim do último efeito termal ocorrido. Isto depende da retentibilidade do mineral. As micas praticamente não retêm argônio durante aquecimento. Plagioclásios e anfibólios podem não reter argônio (ou retê-lo) totalmente ou parcialmente.

Existem diferenças na retentibilidade de argônio por parte dos dois tipos de anfibólio da região. A hornblenda do gnaiss bandado da área de São Gonçalo apresenta retentibilidade menor do que a richterita do quartzo-sienito. A hornblenda começa a reter argônio mais tarde do que a richterita e a idade de 512 m.a. (ver tabela de idades) indica o último aquecimento, representando provávelmente uma fase tardi-tectônica ou post-tetônica regional.

A idade média aproximada de 610 milhões de anos apresentada pela richterita pode significar a idade primária do sienito e quartzo-sienito.

TABELA 2

IDADES K-Ar, DAS ROCHAS ESTUDADAS NA REGIÃO DE SÃO GONÇALO PARAIBA

ROCHA	Nº DO EXEMPLAR	MATERIAL	( <sup>41</sup> )% K	( <sup>41</sup> )ccSTP/AR <sup>40</sup> .	( <sup>41</sup> )Ar <sup>39</sup> ar%	IDADE × 910 anos
Quartzo-Sienito	SPK-0572	Richterita	0,702	19,59 × 10 <sup>-6</sup>	7,3	600
Quartzo-Sienito	SPK-0571	Richterita	0,685	20,24 × 10 <sup>-6</sup>	8,2	624
Gnaiss bandado	SPK-0603	Hornblenda	1,279	30,0 × 10 <sup>-6</sup>	15,7	512

(1) Média de 2 análises

(2) Ar<sup>39</sup>ar = 100 Ar<sup>39</sup>ar / (Ar<sup>40</sup>radiogênio Ar<sup>39</sup>ar)

A idade média calculada, 610 m.a., obtida na richterita, concorda plenamente com as idades determinadas por ALMEIDA e outros (1966), para rochas semelhantes do nordeste brasileiro. A idade ao redor de 600 m.a. representaria a fase inicial da Orogenia Caririana, com formação de rochas graníticas sintectônicas.

TABELA 3

ANÁLISES QUÍMICAS DE ROCHAS E MINERAL DA  
REGIÃO DE SÃO GONÇALO — PARAIBA

Elemento	W-166340	W-166341	W-166342
SiO <sub>2</sub>	64,4	62,0	55,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,7	15,5	2,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,1	2,6	5,9
FeO	3,2	1,1	5,9
MgO	1,9	2,2	16,1
CaO	3,9	2,5	7,3
Na <sub>2</sub> O	3,8	3,5	3,6
K <sub>2</sub> O	3,2	9,2	0,56
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,06	0,11	0,15
H <sub>2</sub> O	0,73	0,33	1,1
TiO <sub>2</sub>	0,57	0,30	0,48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10	0,63	0,06
MnO	0,09	0,07	0,32
CO <sub>2</sub>	0,05	0,05	0,05
Soma	99,8	100	99,02

W-166340 — Gnaiss bandado; W-166341 — Sienito; W-166342 — Richterita.

TABELA 4

ANÁLISES ESPECTROGRÁFICAS SEMIQUANTITATIVAS  
DE ROCHAS E MINERAL DA REGIÃO DE SÃO GONÇALO  
- PARAIBA

Elemento	W-166340	W-166341	W-166342
Ba	500	5000	100
Be	2	1	7
Ce	500	500	0
Co	15	10	100
Cr	20	50	150

Cu	30	3	7
Ga	15	15	1
La	70	150	0
Nb	7	0	0
Ni	0	30	200
Pb	20	0	0
Sc	15	15	30
Sn	0	0	10
Sr	500	1000	500
V	70	70	150
Y	30	20	10
Yb	3	2	1
Zr	500	10	70

Nota: Valores expressos em p.p.m.

W-166340 — Gnaiss bandado; W-166341 — Sienito; W-166342 — Richterita separada do sienito.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. de; MELCHER, G. C.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. and VANDOROS, P. — 1966 — *Absolute Age Determinations From Northern Brazil*, Meeting of San Francisco. Geol. Soc. of America.
- AMARAL, G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. and REYNOLDS, J. H. — 1966 — *Potassium argon dates of basaltic rocks from southern Brazil*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 30.
- BRANNOCK, W. and BERTHOLD, S. — 1949 — *The determinations of sodium and potassium in silicate rocks by flame photometer*, U. S. Geological Surv. Bull. 922, pp. 1-14.
- DERR, W. A.; HOWIE, R. A. and ZUSSMAN, I. — 1964 — *Rock Forming Minerals* — Vol. 2 Chain Silicates, Longmans.
- VANDOROS, P. e COUTINHO, J. M. V. — 1966 — *Estudo geológico e geocronológico da área de São Gonçalo, Paraíba*, Resumo em XX Congresso Brasileiro de Geologia, Vitória, Espírito Santo.