

GEOLOGIA E PETROLOGIA DA REGIÃO DE PIRAÍ DO SUL, PARANÁ

POR

JOSE' MOACYR VIANNA COUTINHO

Departamento de Mineralogia e Petrografia, Fac. Fil., Ciên. Letras, Univ. São Paulo

RESUMO

O trabalho apresenta o resultado de estudos geológicos preliminares na região de Pirai do Sul, Paraná, bem como considerações petrográficas e petrológicas em torno das rochas presentes. Assim, foi verificada a presença de arcósios estratificados (a), perturbados por tectonismo de regular intensidade (mergulhos de 10 a 60°). Segue-se a oeste, uma faixa de basalto albitizado (b) ou spilito, em possante sill (ou derrame) de 150 m. de espessura. Estes dois tipos de rocha estão, na região próxima ao rio Pirai, parcialmente recobertos por sedimentos fluviais arenosos e argilosos (c) e (d). Ao norte e oeste do rio, até às primeiras barrancas de sedimentos devonianos, aparecem rochas plutônicas gabricas (e), que passam gradualmente a tipos leucocráticos granofíricos. Termos característicos da sequência: granogabro olivínico, quartzo-diorito, granodiorito e adamelito. O maciço plutônico é cortado por um certo número de diques de rochas basálticas (f), com textura variando entre porfirítica fina (basalto) até ofítica quase grosseira (diabásio). Acima de 30 a 40 m do nível do rio Pirai, dominando topograficamente tôdas as rochas gabróides, ocorrem quartzo-pórfiros, riolitos e tufo riolíticos (g), formando os morros e picos de mais altas altitudes da região, acima mesmo do tôpo da escarpa devoniana. Também foram assinalados: um dique de quartzo (h) e diversas zonas miloníticas (i) nas rochas gabróides e riolíticas.

Do estudo da região resultou a verificação da existência de uma linha tectônica preferencial N 10-20° E, que compreende: rumo de estratificação no arcósio, direção de intrusões basálticas, direções fluidais em riolitos e erosão moderna. Admite-se que a erupção da lava ácida se deu por fendas de direção N 10°E. Um centro eruptivo mais intenso se localizaria como um vulcão a 2 km NNW da cidade de Pirai.

Alguns dados petrográficos sugerem consanguinidade entre gabros, alaskitos e riolitos, diferenciados de um mesmo magma, todos presentes na região de Pirai, embora separados cronológica e espacialmente.

Pode ser dada a seguinte interpretação aos fatos geológicos observados: As rochas gabróides são anteriores ao devoniano, já que estão erodidas em um peneplano fossilizado ao nível de base da escarpa devoniana. Os arcósios (formação Castro) estão sem dúvida em posição estratigráfica intermediária entre a série Açungui (algonquiana) e a série dos Campos Gerais (devoniana). As rochas riolíticas se formaram em grande parte em ambiente sul-aéreo, e, dêste modo exclui-se a possibilidade de serem intrusivas e portanto posteriores aos sedimentos devonianos, que,

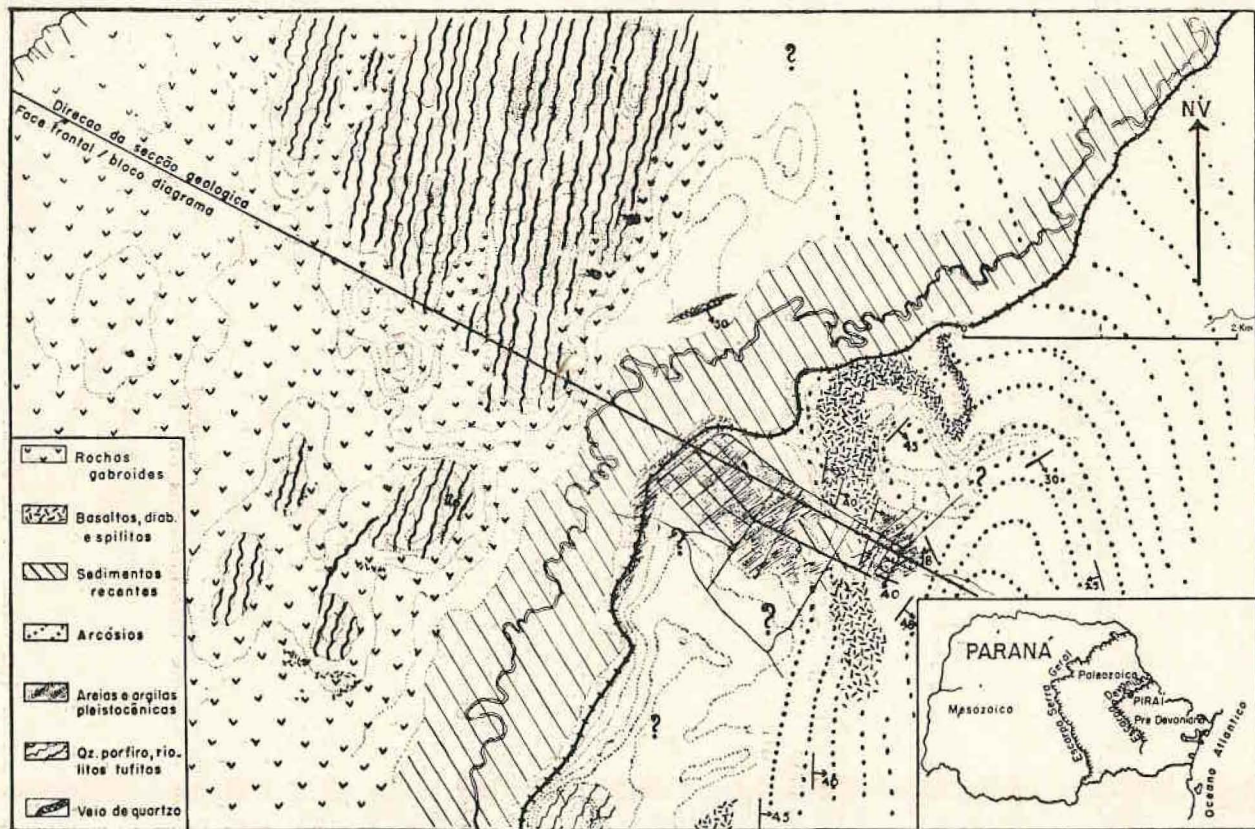


Fig. 1 — Mapa geológico da área estudada. Os símbolos de orientação e mergulho referem-se, conforme o caso, a estratificação em arcósios, estrutura fluidal em riolitos e contactos.

cêrtamente, uma vez cobriram tôda a área em estudo. As relações entre as rochas básicas e os arcósios são difíceis de estabelecer, mas pelo menos em um caso pôde-se concluir pela idade posterior ou pelo menos contemporânea de uma rocha básica: o spilite (b), possivelmente consanguinea e singenética dos gabros. Outras dúvidas aparecem ao se tentar estabelecer as relações arcósio-riolito, sendo provável a idade mais recente destes.

ABSTRACT

This paper presents the results of geologic studies in the region of Pirai do Sul, State of Paraná, Brasil, as well as petrographic and petrologic data. Arkoses (a) dominate on the east side of the area. They have been affected by a tectonism of medium intensity since their beds are shown dipping 10 to 60°. A 150 m thick spilite sill or flow (b), occurs concordantly within arkosic beds. In the neighborhood of the Pirai river, both arkoses and spilite are partially covered by fluvial sands and clays, either pleistocenic (c) or recent (d). In the area between the river and the devonian scarp (above left in map), gabbroic rocks (e) gradually changing to leucocratic granophyric types, make their appearance. Observed sequence: olivine grano-gabbro, quartz-diorite, granodiorite and adamellite. Ophitic diabase and also fine-grained porphyritic basalt (f) dikes have been found intruding gabbroic rocks. Everywhere the topography reaches 30 to 40 m from the river level one can see huge masses of rhyolitic lava and tuff (g) spreading over the gabbroic peneplain and making up the highest mountains in the region. One quartz dike (h) and several mylonitic pseudo-dikes (i) have been spotted in the rhyolitic and gabbroic areas.

There exists in the area a preferred tectonic direction, N 10-20°E, which includes: arkose bedding, arkose-gabbro contact, basaltic intrusion, rhyolite flow structure and also modern erosion. It is suggested that rhyolitic lava erupted through fissures N 10°E. A more active eruptive center could have been localized 2 km NNW of Pirai do Sul, as a true volcano.

Petrographic data highly suggest consanguinity among gabbroic rocks, alaskites and rhyolites. These rocks (all occurring within or close to the mapped area) seem to be differentiated from the same magma.

The geologic facts has driven the author to the following conclusions: The gabbroic rocks are older than Devonian since they make up a peneplain at the level of the base of the Devonian scarp. Castro formation (arkoses) occupies undoubtedly, an intermediate horizon between the Açungui series (algonkian) and the Campos Gerais series (Devonian). The rhyolitic rocks have been originated in a sub-aereal environment and cannot be younger than the devonian sediments which once covered the whole area under study. The relations regarding basic rocks and arkoses remain obscure. However, it has been possible to establish that the spilite (b) (probably syngenetic to the gabbros) is younger or at least contemporary to Castro formation. The arkose-rhyolite mutual relation is not yet defined with certainty. The author thinks that the rhyolite is probably younger.

INTRODUÇÃO

Em fevereiro de 1952 teve o autor a oportunidade de visitar a região de Pirai do Sul, Paraná, onde permaneceu cinco dias com o fim de localizar e estudar ocorrências de rochas alcalinas, cuja possibilidade de existência já lhe havia sido sugerida pelo prof. Viktor Leinz.

Com o auxílio de fotografias aéreas, gentilmente cedidas pelo sr. prefeito local, foi possível levantar petrográficamente parte da região abrangida na fotografia. Não se confirmou a existência de rochas alcalinas. Todavia, outros e interessantes problemas surgiram. Iniciou-se então um estudo mais aprofundado visando responder a certas interrogações petrográficas, tectônicas e estratigráficas. Com os dados de campo e com os resultados de um primeiro estudo de lâminas, o autor esboçou o assunto em uma palestra efetuada em reunião da Soc. Bras. de Geologia ainda no primeiro semestre de 1952. A continuação do trabalho, demandaria porém visitas subseqüentes à região em aprêço. Infelizmente, por motivos vários, não mais teve o autor oportunidade de voltar a Pirai. Pensando mesmo, que não o possa fazer brevemente, torna definitivas estas notas preliminares, esperando que possam ser úteis aos geólogos, especialmente paranaenses, que porventura venham a se interessar pela região. Sendo pois, um trabalho reconhecidamente incompleto, ficam explicadas as deficiências que se notarem.

* * *

Pirai se localiza a 30 km ao sul de Jaguariaiva e a cêrca de 35 km ao norte de Castro. A cidade fica a 5 km SE do ponto mais próximo da escarpa de sedimentos devonianos que limita o chamado 2.^o planalto do Paraná. A estrada de ferro ligando Curitiba a São Paulo, escala-o pouco além de Joaquim Murtinho.

DESCRIÇÃO PETRO-GEOLÓGICA

Partindo da serra de rochas provávelmente algonquianas (ver blocodiagrama) a leste, até a escarpa de arenitos devonianos a oeste, encontram-se predominantemente os seguintes tipos de rochas:

a) *Arcósio* — provávelmente o único tipo de rocha entre a serra do leste (não visitada) e a cidade de Pirai. Secção delgada desta rocha mostrou 40 a 50% de feldspato e sericita, o primeiro bastante alterado mas mostrando propriedades óticas de ortoclásio. Quartzo e, em pequena porcentagem, plagioclásio sódico são os outros minerais originais comuns. Os grãos mostram-se nitidamente arredondados e cimentados por matriz sericítico-limonítica. A estratificação em estratos de cêrca de 20-30 cm de espessura é nítida nos afloramentos observados. Os estratos de granulação mais fina podem atingir a da argila. Verdadeiros argilitos de côr vermelho chocolate são observáveis fâcilmente pouco

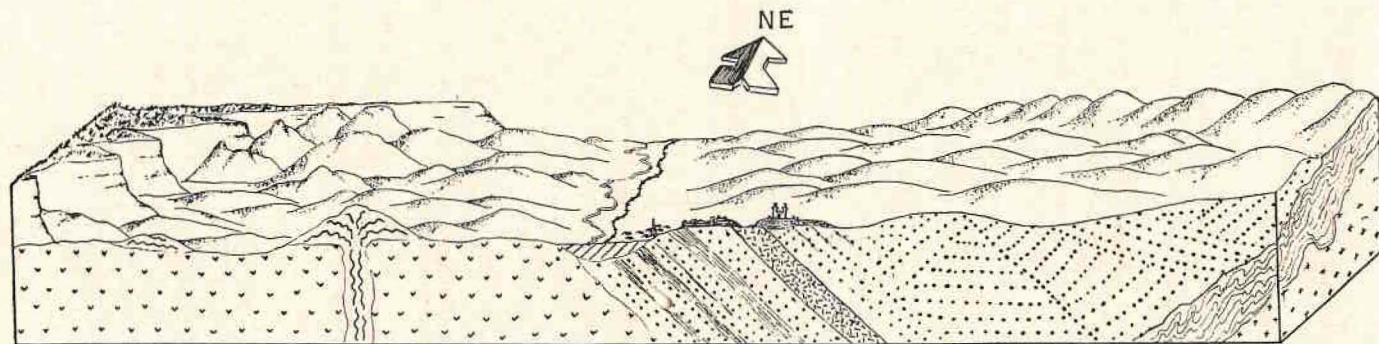


Fig. 2 — Bloco-diagrama mostrando as relações geológicas e morfológicas na região estudada. O escarpamento à esquerda é formação por sedimentos devonianos da série Campos Gerais. No extremo direito, avista-se uma serra formada por rochas proterozóicas. Observe-se a diferença no relêvo entre a cuesta devoniana e os morros de lava riolítica vizinhos. A linha traçada no mapa geológico corresponde a apenas um trecho do perfil da face frontal do bloco. As convenções litológicas são as mesmas que para o mapa.

ao norte (cêrca de 1km) da cidade, inter-estratificados com os arcósius. Estratificação inclinada (current-bedding) não é rara. Estes sedimentos, embora preservando suas textura e estrutura originais, mostram-se entretanto visivelmente perturbados por tectonismo de regular intenções imprevisíveis. Falhas, provàvelmente comuns, foram porém diagnosticadas em apenas dois afloramentos.

b) *Basalto* ou *Diabásio albitizado* (espilito?) — Um possante (cêrca de 150 m de espessura) derrame ou sill desta rocha foi seguido em seus afloramentos. Corta a cidade na direção geral NS aproximadamente. Trata-se de uma rocha intensamente amigdaloidal. A avenida mais setentrional corta o corpo da rocha transversalmente. Lá se pode observar perfeitamente a estrutura da rocha: diaclasamento paralelo, estrutura em colunas normais às paredes, alinhamento de amígdalas etc., tudo indicando inclinação leve do sill ou derrame para leste, e concordância estrutural com os arcósius encaixantes, embora o contacto entre os dois tipos de rocha esteja encoberto. Ao microscópio a rocha se mostra totalmente modificada metamórfica ou hidrotermalmente. Os plagioclásios originais sem dúvida cálcicos, estão agora transformados em albita. Clorita e epídoto em grandes cristais substituem os antigos fêmicos da rocha. Em veios e amígdalas aparecem cloritas, epídoto, prehnita e até granada e ortoclásio, êste último, com identificação ainda duvidosa. Zeolitas não foram identificadas nas amostras trazidas.

c) *Arenitos e argilitos pleistocênicos* (?) — Encontrados ainda do lado sul e leste do rio Pirai. Grande parte da cidade está construída sôbre êstes sedimentos. Já se encontram em estágio relativamente avançado de erosão. Formam uma topografia ondulada com desníveis de 10 a 20 m. As amostras lembram bastante as de sedimentos da bacia de São Paulo ou da de Curitiba. Parecem não constituir depósitos extensos. Pelo menos atualmente, poucos são os afloramentos.

d) *Sedimentos recentes* — Depositados pelo rio Pirai e afluentes, formam varzeas de algumas centenas de metros de largura ao longo daqueles cursos d'água.

e) *Rochas gabroides* — Dominam ao norte e oeste do rio Pirai até as primeiras barrancas da encosta formada pelos sedimentos devonianos. As rochas são de granulação média a grosseira, melano a leucocráticas. Pode-se dividí-las em diversos tipos segundo sua porcentagem mineral: granogabro olivínico, quartzo-diorito, granodiorito e adamélito. Adiante estão representadas por porcentagens ponderais os minerais de três dos tipos mais comuns dêste grupo de rochas.

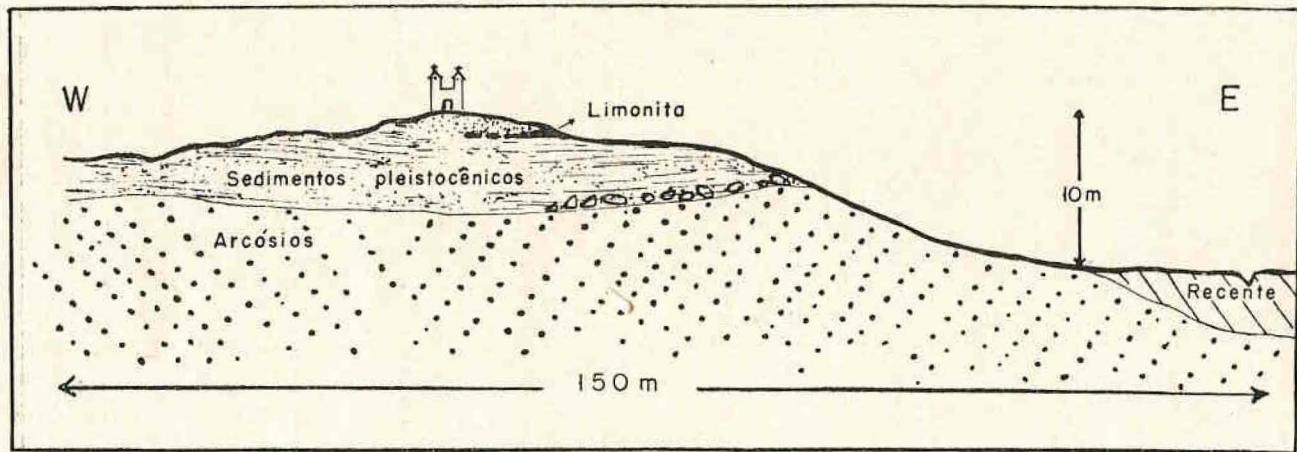


Fig. 3 — Corte esquemático mostrando relações litológicas no morro em que se localiza a igreja matriz de Pirají.

	Grano-gabro olivínico	Adamelito augítico	Adamelito (1)
Plagioclásio	50 (2)	38 (3)	27 (4)
Ortoclásio	9 (5)	27 (5)	33,5
Quartzo	3 (5)	11 (5)	15
Biotita+clor.	3,5	7	10
Anfibólio	1	4	2,5
Piroxênio	20	7	—
Olivina	1	—	—
Magnetita	11,5	4,5	7
Apatita	0,5	0,6	0,5
Titanita	0,3	0,1	0,5
Calcita	—	0,1	2,5
Zeolitas	—	—	1

(1) — Alterado hidrotermalmente.

(2) — An60% com núcleo An70%, bordas An50%.

(3) — An50% com núcleo An60%, bordas An20-40%.

(4) — An30%.

(5) — Em micropegmatita.

Tôdas as rochas denominadas gabroides, guardam entre si um certo parentesco textural, caracterizado principalmente pela tendência verificada em tôdas elas, de mostrarem os plagioclásios alongados. Nos gabros a textura ofítica grosseira é manifesta. Já nos adamelitos mais ácidos, a existência de abundante ortoclásio em cristais idiomórficos equidimensionais mascara um pouco aquela tendência, mas os plagioclásios existentes ainda são em forma de ripas alongadas.

Salvo no tipo mais ácido, tôdas as rochas examinadas mostram razoável quantidade de piroxênio, ora dialágio, ora titano-augita, ora simplesmente augita. O plagioclásio em todos êstes plutonitos é sempre labradorita ou andesina.

Êstes os motivos pelos quais agrupamos rochas macroscòpicamente dissemelhantes, sob o mesmo nome geral de rochas gabroides, porque elas sem dúvida representam variações dentro de um mesmo magma cujo tipo de rocha mais característico é o gabro.

f) *Basaltos porfiríticos* e *quartzo-diabásios* — São rochas sem dúvida diferentes e provàvelmente mais modernas que a descrita no item b). Ocorrem dentro do maciço gabrico, possivelmente como diques. As amostras de basalto porfirítico mostram em secção delgada, uma rocha excepcionalmente fresca com fenocristais de labradorita ou titano-augita reunidos em textura glomero-porfirítica numa massa fundamental com-

posta por plagioclásio, piroxênio, magnetita e biotita. Os quartzo-diabásicos parecem pertencer ao mesmo ciclo de intrusões das anteriores. Apresentam a textura e minerais comuns, com acréscimo do quartzo intersticial.

g) *Lavas e tufo riolíticos* — A oeste e norte de Pirai, em qualquer morrote que se eleve 30 ou 40 metros acima do nível do rio Pirai, encontramos rochas tipicamente efusivas, que no campo facilmente se pode reconhecer como riolitos e quartzo pórfiros. Acham-se associados a diversos tipos de tufitos ácidos.

A existência de pórfiros e rochas semelhantes na zona em estudo, já havia sido assinalada por Derby (3), Oliveira (8 e 9) e Leinz (4).

Denominamos riolitos às efusivas não porfíricas ou com escassos fenocristais. Apresentam normalmente cor de tijolo claro e a massa fundamental é formada por microcristais de quartzo e feldspato em textura finíssima, pouco discernível devido ao estado de alteração dos feldspatos.

Já os quartzo-pórfiros típicos podem ser encontrados mais frescos, e nestas condições são cor de chocolate e revelam normalmente na base, textura granofírica esferulítica finíssima. Fenocristais relativamente abundantes de ortoclásio macroscopicamente vermelhos e intensamente caolinizados. Fenocristais de quartzo de alta temperatura, pouco menos comuns, corroídos e com as formas conhecidas.

Finalmente os tufitos, variam de granulação e tipo macroscópico. Entretanto, podem sempre ser relacionados ao magma riolítico, pois são abundantes os seixos de quartzo e quartzo-pórfiro. Mesmo o cimento apresenta-se por vezes em textura granofírica (recristalização?). Em alguns afloramentos, os seixos, de natureza variada, são bem rolados, o que nos leva a supor tenha prevalecido em alguns casos o ambiente de deposição sub-aquático, fluvial ou lacustre.

A silicificação secundária, é comum em qualquer dos tipos de rocha descritos.

As lavas riolíticas se estendem em afloramentos, até bem ao sul de Castro. Tipos semelhantes aos aqui descritos, e correndo na região de Castro, já foram objeto de um trabalho de Leinz (4).

Estas rochas, formam na topografia, as maiores elevações de toda a zona de Pirai, atingindo alguns morros, mais de 150 m acima do nível do rio. Alguns picos formados por tais rochas, sobrepujam a altura da própria escarpa do 2.º planalto. Um conjunto de morros, exatamente os mais altos, se concentram em uma zona preferencial como se pode verificar no mapa anexo. A um observador menos avisado que os observasse a distância, poderiam passar como formas testemunhais do próprio devoniano, já que o agrupamento se localiza exatamente num recôncavo de erosão da escarpa do devoniano. Um exame mais atento da morfologia destes morros de riolitos, mostra entretanto um tipo de erosão diferente, com formas irregulares e bizarras, embora haja uma tendência

para a formação de platôs nos tôpos e cristas. (Talvez devido à estrutura de corrida de lava, pouco inclinada).

O relêvo pois, discorda sensivelmente do descrito por Almeida (1) para campos riolíticos de Campo Alegre, Santa Catarina, bem como para os de Castro mencionados pelo mesmo autor. A espessura do derrame em Piraí, a julgar pelos dados da literatura é também muito maior em Piraí (mais de 150 m), o que denota uma atividade vulcânica mais intensa aqui do que em Castro e Santa Catarina, ou pelo menos maior proximidade do centro eruptivo principal.

h) *Dique de quartzo* — No ponto convenientemente marcado no mapa foi assinalada a ocorrência de um possante dique de quartzo granular cortando o maciço gabrítico (?).

i) *Milonito* — Algumas rochas afaníticas escuras que se observam dentro do maciço gabrítico, bem como filetes e mesmo pseudo-diques dentro da massa riolítica, provaram ser, ao microscópio, autênticos milonitos, provando um certo grau de tectonismo sofrido tanto pelas rochas gabróides como pelas lavas sobrejacentes.

TECTÔNICA

A formação arcósiana em afloramentos relativamente próximos mostra direções e mergulhos extremamente variáveis e quase imprevisíveis. Em média geral o rumo se aproxima de N 10 a 20°E. Os mergulhos não são muito acentuados. Possivelmente esta disposição resulte de um processo de falhamento em blocos. Não observei falhas no entanto, a não ser no contacto junto ao basalto albitizado logo ao norte da cidade.

O contacto arcósio-eruptivas gabróides corre a mais ou menos N10°E a se julgar pela existência de arcósios na zona norte da cidade, a oeste do rio Piraí.

As rochas riolíticas possuem atitudes de textura fluidal, variada quanto ao mergulho, mas o rumo nos poucos afloramentos em que se pode medir concorda com a direção de alongamento dos morros, e por coincidência ou não, com a linha de contacto suposto entre gabros e arcósios, i. e.; N10° a 20°E. Melhores medidas e em maior quantidade serão possíveis quando for possível ao geólogo subir ao tôpo dos três picos riolíticos dominantes na região e que possuem grande quantidade de rocha nua exposta.

Falhas e diaclases nos quartzo-pórfiros e riolitos, existem em certa quantidade. Os milonitos formados ressaltam no campo, como espessos pseudo-diques.

Nas rochas gabróides nenhum dado tectônico foi possível colher, pois elas ocorrem nos lugares visitados sob a forma de boulders sôltos.

De um modo geral podemos dizer que existe uma linha tectônica preferencial entre N10° a N20°E., que engloba; rumo de estratificação no arcósio, contacto arcósio-gabro, direção de intrusão de basalto, direções

fluidais na lava. A própria erosão moderna obedeceu esta direção estrutural deixando morros alongados paralelos àquela direção e cavando o leito do rio principal em rumo idêntico.

Tudo leva a sugerir que a erupção de lava riolítica se procedeu por fendas de direção N10°E, antes que por cachimbos ou pipes. Evidentemente haveria um centro eruptivo mais intenso no local já descrito, e uma série de bôcas menores no mesmo alinhamento. É o que faz crer o maior volume de lavas naquela direção e a orientação fluidal tomada por elas.

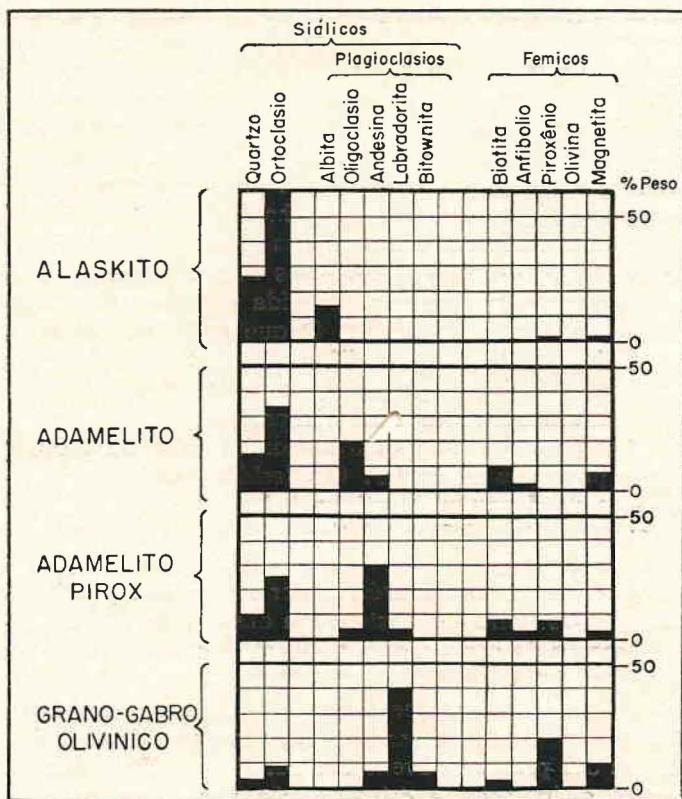


Fig. 4 — Quadro demonstrativo da variação mineralógica em diversos tipos de rochas plutônicas ocorrendo em Pirai.

Como apêndice pode-se acrescentar que a direção N10°E discorda sensivelmente da direção tomada pela escarpa de sedimentos devonianos neste local. O bloco-diagrama mostra o alinhamento de morros riolíticos dirigindo-se para a frente do observador (N10°E) e a linha da escarpa correndo lateralmente (\pm EW). Parece-me que o tectonismo in-

tenso que movimentou os arcósió e possibilitou as intrusões básicas, se deu segundo esta direção tectônica. O caledoniano (?) teria sido uma fase diastrófica muito pouco intensa quanto à movimentação, nesta zona. Nem mesmo afetou um peneplano já formado. Talvez só se formaram diaclases tensionais em direções de fraqueza privilegiada deixada pelo tectonismo anterior, e por onde extravasou o magma ácido. Tôdas estas estruturas se conservaram então fossilizadas sob a capa de arenito devoniano que agora é erodido segundo a linha do mar, portanto discordantemente àquelas direções.

Possível origem das rochas gábricas e riolíticas — As variações que se observam entre as rochas gabróides residem principalmente nas proporções entre os minerais, já que são nítidas as semelhanças texturais e mineralógicas. O autor acredita numa diferenciação gradativa que poderia ser seguida no quadro da fig. 4. As três últimas rochas são exemplos de amostras analisadas microscópicamente e com composição porcentual já transcrita em página anterior. A primeira refere-se à um típico alaskito de composição transcrita de Johanssen.

Nota-se uma passagem contínua dos tērmos mais básicos aos mais ácidos. Esta acidez, presente mesmo nos magmas que normalmente seriam até insaturados, poderá ser atribuída com ressalvas à assimilação de encaixantes quartzo-feldspáticas. O que entretanto se frisa é a tendência que teria o magma em se diferenciar em tipos extremos riquíssimos em quartzo e feldspato potássico, como se vê no diagrama da fig. 4. Uma rocha solidificada com esta composição, poderia se chamar, se intrusiva: alaskito, se efusiva: quartzo-pórfiro ou riolito. Pois bem, ambas se acham presentes na região. Os alaskitos surgem em grandes afloramentos perto de Joaquim Murinho 9 km ao norte de Pirai*, provavelmente formando transição gradativa com as gabróides por baixo dos arcósiós. Os riolitos aparecem sôbre as rochas gabróides, ao passo que os alaskitos se separam das gabróides por um espaço provavelmente pequeno ou nulo. Os riolitos se distanciam das rochas gabróides pelo tempo, geolôgicamente de certo modo, também pequeno, talvez um período.

Todos estes fatos sugeriram ao autor uma hipótese para explicar a origem dos tipos de rochas ígneas descritos. O magma gábrico enriquecido de sílica e potassa por assimilação, teria se diferenciado continuamente por um dos processos aventados por Bowen, Daly etc., ie.: diferenciação inicial, assimilação e diferenciação por cristalização fracionada posterior, no sentido de acidificação crescente. Seria pois natural que se encontrassem intimamente associados no campo, plutonitos desde o gabro até o alaskito, (produtos de consolidação talvez nas margens de batolito). Uma porção porém do resíduo final extremamente diferenciado teria ficado retido em profundidade, sob pressão e temperatura

(*) Infelizmente não foi possível conseguir lâminas desta rocha, mas a composição mineralógica pode ser medida mesmo macroscópicamente. Assemelha-se bastante à do alaskito tomado como exemplo na primeira fileira do diagrama.

altas, até que a erosão de um período inteiro houvesse descoberto o pacote de sedimentos subjacentes, aliviando a pressão, possibilitando a formação de diaclases tensionais nos gabros e permitindo a extrusão de um magma residual tão ácido que o produto de consolidação mostra hoje um riolito ou quartzo pórfiro.

A idéia de que as efusivas de Pirai possam estar genéticamente relacionadas a plutonitos (no caso taconianos), ocorreu também a Maack, como assinala à pág. 108 de seu minucioso trabalho (6). Exemplos como este não são raros na literatura (2, 9). Resta saber se em outros centros de erupção riolítica no sul do país, associações similares estão presentes, e ainda, estudar pormenorizadamente as relações espaciais e cronologia das próprias rochas de Pirai, local que consideramos crítico para a solução destes problemas.

INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

Com os dados de campo e mapeamento parcial da região, poderíamos estabelecer certos fatos e formular outras tantas questões.

Em primeiro lugar parece certo que as rochas gabróides são anteriores ao devoniano, já que estão erodidas em um peneplano fossilizado ao nível de base da escarpa de sedimentos devonianos, (ver bloco-diagrama) o mesmo peneplano que serviu de fundo para o mar devoniano.

Quanto aos arcósios, parecem fazer parte deste mesmo peneplano. A lava riolítica, que correu sobre esta planície, fossilizando-a, não é porém encontrada (pelo menos até agora não o foi) sobre arcósios, apesar do baixo nível topográfico em que os últimos se encontram. Há possibilidades de que um exame detido da região imediatamente ao sul da cidade, nos revele um contacto riolito-arcósio esclarecedor.

Os arcósios mostram-se afetados por um grau de tectonismo medianamente intenso, muito mais brando do que o que se revela nas rochas da série Açunguí, que afloram pouco a leste. Falta xistosidade nos arcósios e tôdas suas estruturas sedimentares originais se preservam em minúcias. Por outro lado, três argumentos principais nos obrigam a colocar os arcósios numa posição estratigráfica mais antiga ou inferior ao devoniano:

- 1a. a posição topográfica mais baixa, acima mencionada.
- 2a. tectonismo em grau não demonstrado para rochas devonianas ou posteriores da região. E' verdade porém, que poderíamos supor um tectonismo local, de graben por exemplo.
- 3a. a ausência de qualquer formação arcosiana post-devoniana no sul do Brasil (7).

Os arcósios devem pois ser colocados num período post-algonkiano e pré-devoniano, numa série que ainda não foi suficientemente caracteri-

zada no Paraná, mas de cuja existência positiva já Woodworth (11) suspeitara. Maack chama-a "formação Castro" e equipara-a à série Itajaí de Santa Catarina colocando-as no ordoviciano, embora no perfil geológico da mesma publicação (5) o citado autor inclua os arcósios da formação Castro no siluriano. Entretanto no mapa geológico do Estado do Paraná há pouco publicado (6), a posição ocupada pela formação arcossiana a leste de Pirai vem substituída por uma mancha de quartzitos da série Açunguá, imperfeição que, esperamos, possa ser corrigida em futuras edições.

A lava riolítica forma saliências acima do peneplano. Neste caso, o magmatismo ácido poderia ter-se dado por intrusões no devoniano. Mas também poderiam ser anteriores se imaginássemos o peneplano formado bem anteriormente à transgressão devoniana. Ainda mais, no contacto com as rochas gabróides, portanto, ao nível de base da escarpa devoniana encontramos muito tufo e sedimentos piroclásticos, sem dúvida produtos das primeiras manifestações explosivas do vulcanismo referido, depositados em ambiente livre. Além disso, a estrutura fluidal, a textura finíssima das rochas na parte superior dos morros, e as direções tomadas pelo magma (ver mapa) indicam um derrame se espalhando a céu aberto, possivelmente com um centro eruptivo mais intenso localizado como um vulcão, mais ou menos no centro do triângulo formado pelos três maiores picos riolíticos da região, a NNW da cidade de Pirai. Assim, as rochas riolíticas devem ser anteriores ao devoniano.

São mais difíceis de estabelecer as relações entre a formação arcossiana de um lado, e as intrusivas básicas e derrames ácidos de outro. O contacto entre as rochas gábricas e arcósios está recoberto por sedimentos recentes, impossibilitando desta forma a averiguação de fenômenos de metamorfismo. Mais ao norte de Pirai já na margem esquerda do rio, os arcósios afloram em belas exposições, numa zona que deve ser perto do contacto. É possível que um exame no local esclareça a dúvida.

Por enquanto só podemos nos basear em argumentos teóricos como por exemplo, o do possível endomorfismo sofrido pelos plutonitos gábricos. Se o arcósio fôsse a rocha anterior, e portanto a encaixante, poder-se-ia perfeitamente explicar a composição mineralógica anormal nestes gabros. Já se disse que tais rochas variam de composição, passando de básicas a ácidas com vários termos de transição (ver quadro). Mas o importante é que em quase tôdas as lâminas estudadas, mesmo na de gabro escuro olivínico, foi encontrada razoável quantidade de micropegmatita, i. e. a associação quartzo mais feldspato potássico. Este fenômeno faz crer que o magma inicialmente básico, em certo estágio de seu desenvolvimento se enriqueceu anormalmente de sílica e potássio. Parece-me que estamos diante de um fenômeno de assimilação. A fonte

visível, diríamos ideal de sílica, alumina e potassa, seria o arcósio no caso. Portanto a formação arcosiana seria anterior à intrusão gabrica.

Ainda dentro da mesma ordem de idéias teríamos um argumento contrário. Sabemos que quanto mais intensos os fenômenos de endomorfismo, e eles o teriam sido, tanto mais intensos os processos exomórficos agindo sobre a encaixante. Deveríamos esperar um arcósio altamente modificado nos contactos. Nada disso se pode verificar, embora se reconheça que seria difícil encontrar afloramentos frescos de uma rocha tão porosa. O único afloramento de arcósio fresco, dista 3 km do contacto e não mostra mais que uma rocha endurecida por diagênese normal e limonitização.

Há ainda um caso a ser mencionado quanto às relações arcósio-gabro. Trata-se da ocorrência já mencionada de possante jazimento de basalto amigdaloidal albitizado dentro do pacote de sedimentos arcosianos. Ou este basalto é contemporâneo à deposição do arcósio, e neste caso seria um derrame horizontal, posteriormente soterrado por novos sedimentos e finalmente pendido por processos tectônicos, ou seria posterior ao arcósio, e neste caso se trata de sill intrusivo.

A favor destas duas hipóteses, novamente militam circunstâncias favoráveis e desfavoráveis. Por um lado a rocha é amigdaloidal. Esta estrutura favorece mais a natureza extrusiva da rocha, portanto contemporânea ao arcósio. Por outro lado, observa-se um contacto muito alterado, em que o mesmo ou outro basalto do mesmo tipo se encontra cortando o arcósio, que por sua vez se acha recortado de filetes brancos de material não diagnosticado. No entanto a estrutura amigdaloidal não é inteiramente exclusiva de derrames e nem a ocorrência intrusiva é clara suficientemente para um veredicto final.

Pelo que foi dito, este basalto provavelmente, não é anterior à formação arcosiana, e se fôr, como parece, singeneticamente relacionado com os gabros, teremos que concluir que as rochas básicas (gabros, diabásios, basaltos) são posteriores e intrusivas nos arcósios.

Finalmente as relações arcósio-lava riolítica, também merecem um estudo especial. Geomorfológicamente pode parecer que os arcósios sejam mais antigos que os quartzo-pórfiros e riolitos, por estarem os arcósios erodidos em níveis mais baixos e aparentemente formando o mesmo pe-neplano pré-devoniano. Mas isto pode ser ilusório, já que não foi encontrado o contacto riolito (ou tufo)-arcósio, e o desnível atual pode ser apenas o produto de erosão diferencial mais intensa no arcósio (rocha porosa) do que no riolito (denso). Na única lâmina de arcósio confeccionada, não foi possível verificar com certeza a existência de um único grão de quartzo com as características de quartzo de rocha efusiva (corroído). Quase todos os grãos mostram razoável grau de arredondamento.

Se ficar provado porém, que os gabros são intrusivos nos arcósios, então certamente os riolitos serão posteriores a estes já que o são em relação àqueles.

Acredito porém que estas e outras dúvidas poderão ser futuramente esclarecidas com a intensificação do estudo de campo e laboratório. Muitas zonas favoráveis ainda não foram exploradas ao norte e sul de Pirai.

Das formações mais modernas acho interessante mencionar aqui, os sedimentos horizontais, arenitos e argilitos erodidos (pleistocenicós?), relacionáveis provavelmente aos sedimentos de São Paulo e Curitiba. Em duas das ladeiras da cidade, exibem-se em contactos òtimamente preservados com os arcósios discordantes subjacentes. (No morrote da igreja matriz da cidade de Pirai. Fig. 3).

O material de contacto com arcósio é argila misturada com seixos de arcósio em um afloramento, e com seixos de quartzo em outro. O plano de contacto mergulha 10° para oeste. Arenitos vermelhos aparecem na parte superior do morrote, rico de placas limoníticas logo acima da argila.

Pelo esquema da figura, observa-se que se formou uma bacia estrutural, ou melhor, a erosão antiga cavou exatamente ao longo de um eixo de dobra isoclinal no arcósio, aí se depositando sedimento fluvial.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

Guiado por um número de evidência favoráveis que sobrepujam as desfavoráveis, estabelecer-se-ia o quadro crono-estratigráfico para a região estudada, da seguinte maneira:

Recente	—————	Sedimentos de varzea
Pleistocênio	—————	Sedimentos horizontais erodidos
Devoniano	—————	Série Campos Gerais. Arenitos
		(Efusivas ácidas (Caledoniano?)
Pré-devoniano	—————	(Intrusões básicas (Taconiano?)
		(Formação Castro, arcosiana (Ordov. ou Cambr.)
		Diastrofismo penoqueano
Algonquiano	—————	Série Açunguí

BIBLIOGRAFIA

- 1) — ALMEIDA, F. M. — (1949) — “*Novo campo de riolitos e tufos no sul do Brasil*”, *Mineração e Metalurgia*, v. 14, n. 82, pp. 101-106.
- 2) — CHAPMAN, R. W. e WILLIAMS, C. R. — (1935) — “*Evolution of the White Mountain magma series*”, *Am. Min.* v. 20, n. 7, pp. 502-530.

- 3) — DERBY, O. A. — (1878) — “*Geologia da região diamantífera da província do Paraná no Brasil*”. Arq. Mus. Nac. v. 3, pp. 89-96, Rio de Janeiro. (1879) — Am. Philos. Soc. Proceed. v. 18, pp. 251-258.
- 4) — LEINZ, V. — (1936) — “*Os porfiros de Castro*”, An. Acad. Bras. Ciên., v. 8, n. 4, pp. 305-310.
- 5) — MAACK, R. — (1947) — “*Breves notícias sôbre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina*”, Arq. Biol. Tecnol. I. B. P. T. Paraná. v. 2, pp. 65-154.
- 6) — MAACK, R. — (1953) — “*Mapa Geológico do Estado do Paraná*”, 1:750.000, Serv. Geol. I. B. P. T.
- 7) — OLIVEIRA, A. I. e LEONARDOS, O. H. — (1943) — “*Geologia do Brasil*”, Rio de Janeiro, 1943.
- 8) — OLIVEIRA, E. P. — (1936) — “*Os Porfiros de Castro*”, Serv. Geol. Min. Bras. Notas prel. e estudos n. 5, pp. 12-14.
- 9) — OLIVEIRA, E. P. — (1927) — “*Geologia e Recursos minerais do Estado do Paraná*”, Monogr. n. 6 Serv. Geol. Min. Bras.
- 10) — TURNER, F. J. e VERHOOGEN, J. — (1951) — “*Igneous and Metamorphic Petrology*”, p. 201 et seq. Mc Graw Hill.
- 11) — WOODWORTH, J. B. — (1912) — “*Geological expedition to Brasil and Chile 1908-1909*”, Harvard College, Mus. Comp. Zool. v. 56, n. 1.

Maio de 1955