

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA BACIA DE REZENDE (Rio de Janeiro)

Por

ALFREDO JOSÉ SIMON BJORNBERG (1), HEINZ EBERT (2), PAULO MILTON BARBOSA LANDIM (2) e NEIDE MARIA MALUSA (2)

ABSTRACT

The Rezende Basin between Rio and São Paulo has been sedimentologically and tectonically analyzed. Results of this study indicate that the sediments have low maturity and contain: tourmaline, zircon, biotite, sillimanite, sphene, garnet and green mica.

These heavy minerals seem to be related to gnaisses but not to the nearby alkaline rocks from the Itatiaia eruptives.

The gnaisses and alkaline eruptives are transversely and normally faulted. Statistically the direction of faulting is N-70-E.

It seems that basin is of tectonic origin being rapidly filled by the sediments. During this phase the syenite was still covered by gnaisses. Subsequent erosion and faulting reduced the thickness of the sediments and produced rejuvenation recently.

RESUMO

Tendo sido realizados estudos tectônicos e sedimentológicos do compartimento tectônico do Vale do Paraíba, junto à cidade fluminense de Rezende (RJ), os seguintes fatos foram revelados:

A análise sedimentológica indica sedimentos imaturos, contendo pesados como turmalina, zircão, biotita, sillimanita, distênio, granada e mica verde. Da comparação dessa paragênese com a dos gnaisses pré-cambrianos do Vale do Paraíba e com a dos sienitos do Maciço de Itatiaia, resultou que os sedimentos só contém minerais pesados de gnaiss e nenhum do Maciço Alcalino vizinho.

Os fenômenos tectônicos, tanto nas rochas gnaissicas, como no próprio sienito apresentam-se predominantemente sob a forma de falhas de rejeição horizontal. As regiões falhadas têm caráter de macrobrechas, ocupando faixas de centenas de metros de largura, contendo inúmeros planos cizalhados, que agrupados estatisticamente forneceram uma direção predominante ENE-E (N70E).

Baseando-se nisso os Autores chegam à conclusão de que o ambiente de deposição de tais sedimentos seria o de um vale tectônico, com preen-

chimento rápido dos clásticos. Durante esta sedimentação o sienito alcalino, ainda coberto por gnaiss, não se achava exposto ao intemperismo. O processo de falhamento tendo seqüência produziu as escarpas, que hoje limitam morfologicamente o Sistema da Mantiqueira ao Sul, as quais devem ser muito recentes.

1 — INTRODUÇÃO

A região do vale do Paraíba tem sido estudada por vários autores, como Washburne (1930); Rego (1937); Ribeiro Filho (1948); Rich (1953); Ab'Saber e Bernardes (1956); Freitas (1956); Tricart e Silva (1958) e Frangipani e Pannuti (1965) os quais têm abordado aspectos tais como: origem, estratigrafia, idade dos sedimentos, correlação com outras bacias, estudos hidrogeológicos, etc.

Todavia, apesar de bastante pesquisada, certos problemas a ela ligadas continuam a espera de uma explicação geológica mais acurada. Entre eles tivemos a atenção despertada para a origem da formidável escarpa que ocorre no compartimento tectônico do vale do Paraíba, conhecido como bacia de Rezende, existente entre o maciço alcalino de Itatiaia e a base desta bacia sedimentar. Evidentemente a discussão desse tópico envolve a própria origem da bacia de Rezende, com conseqüentes implicações na gênese do vale do Paraíba.

Com excessão de Rego (1937), que apela para a erosão diferencial como causadora

- (1) Escola de Engenharia de São Carlos — Universidade de São Paulo.
- (2) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Rio Claro — Universidade de Campinas.

do vale do Paraíba, os demais autores, inclusive nós, por motivos que no transcórre deste trabalho mostraremos, são de opinião de que a origem está ligada a falhamentos.

Se realmente ocorreu falhamento a sedimentação teria se processado antes ou depois do desabamento tectônico?

A melhor maneira que encontramos para equacionar o problema foi a apresentação das seguintes duas hipóteses:

- a. Se a sedimentação precedeu a formação da atual escarpa, a contribuição sedimentar deveria ter provido unicamente das rochas cristalinas pré-existent da região, já que as alcalinas ainda não se achariam expostas à erosão. Assim sendo, a atual escarpa deve corresponder a um sistema de falhas, paralelas ao percurso do Paraíba, formadas posteriormente à deposição dos sedimentos.
- b. Se o falhamento antecedeu a sedimentação, as alcalinas, expostas tectonicamente, devem ter contribuído com clásticos para a deposição, ou seja, a escarpa atual deve ter existido já na época de sedimentação da Bacia de Rezende, sendo esta muito recente, encaixada na morfologia atual.

Tendo em mente essas duas hipóteses realizamos estudos sedimentológicos e tectônicos na Bacia de Rezende, com a finalidade de, em vista dos fatos colhidos, verificarmos qual o melhor modelo que se adapta à realidade.

2 — AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi executado graças ao suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Geologia 65/042) e do Conselho Nacional de Pesquisas (T.G. 6421). A ambas as Instituições os nossos agradecimentos.

Agradecemos também ao sr. Osvaldo Cesar pela sua colaboração na coleta e separação granulométricas das amostras.

3 — MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material foi realizada tanto nos sedimentos da Bacia de Rezende como

nas rochas alcalinas decompostas do maciço de Itatiáia e gnaisses pré-cambrianos do Vale do Paraíba, como pode ser observado na fig. 1. Foram coletadas 28 amostras de sedimentos; 3 de sienito; 4 de gnaiss e 1 do depósito piemôntico que tem suas melhores exposições entre Itatiáia (R.J.) e Engenheiro Passos (R.J.). Na área sedimentar o melhor perfil encontrado foi junto ao cruzamento da via Dutra, com a E.F.C.B., onde conseguimos retirar 15 amostras espaçadas de 4 m uma da outra. As demais amostras foram coletadas à superfície.

De cada amostra de sedimento seco foram pesadas 30 gr. e para a separação das partículas maiores que 1/16 mm usamos uma bateria de peneiras, com espaçamento entre elas da ordem de 1/4 ϕ . Para a fração siltoosa e argilosa usamos o conhecido método da pipetagem.

Os dados fornecidos pela análise granulométrica foram expressos em papel de probabilidade normal (Otto, 1939) e a partir das curvas de frequência obtivemos graficamente, seguindo as recomendações de Inman (1952) os valores correspondentes aos percentis, ϕ_{16} , ϕ_{50} , ϕ_{84} , com esses valores obtivemos as medidas de tendência central, de dispersão e de assimetria, segundo as fórmulas:

$$\text{Mediana: } M\phi = \phi_{50}$$

$$\text{Desvio Padrão } \sigma\phi = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{2}$$

$$\text{Primeira Assimetria } \alpha\phi = \frac{M\phi - Md\phi}{\phi}$$

Apesar de acharmos mais sensível o cálculo dos parâmetros estatísticos segundo o método indicado por Folk e Ward (1957) seguimos a orientação de Inman com a finalidade de estabelecer comparações com trabalhos de outros autores que seguiram as mesmas medidas estatísticas (Bigarella e Salamuni, 1962 e Martins, 1963).

Cientes da importância dos fenômenos tectônicos no processo sedimentológico, procuramos verificar na Bacia de Rezende a presença de estruturas indicativas de falhamento.

De acôrdo com trabalhos anteriores (Bjornberg, Gandolfi e Paraguassú, 1965 e Bjornberg, 1965) levantamos direções e mer-

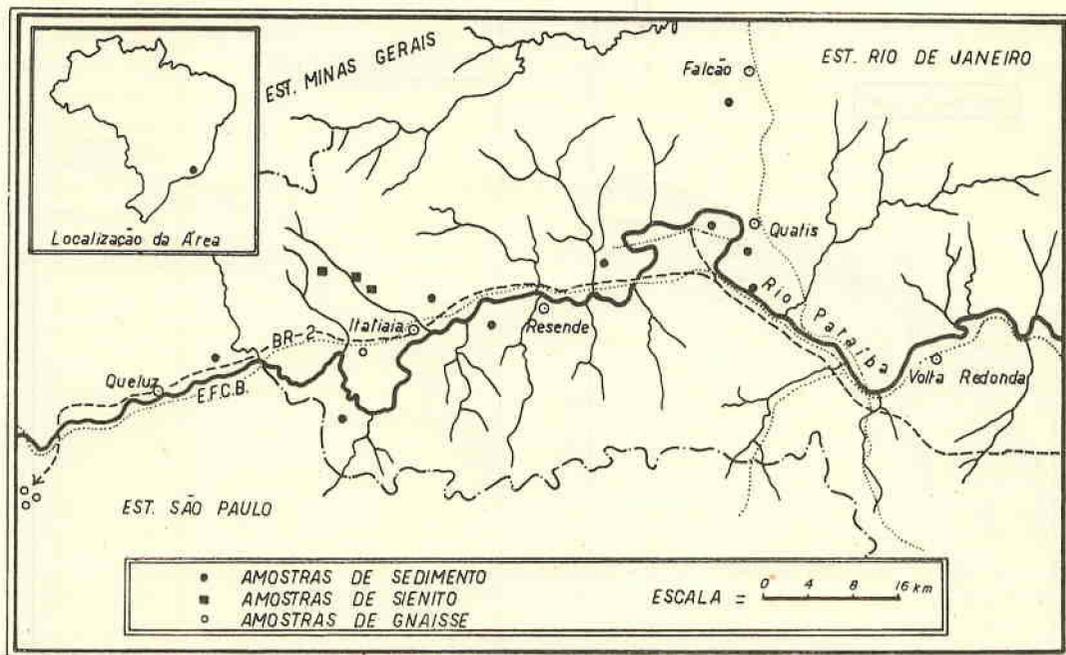


Fig. 1 — Bacia de Resende mostrando locais de amostragens.

gulhos de planos de falhamentos, dispersos por toda a Bacia de Resende, e o método usado para grafar e interpretar os dados de campo foi o da projeção estereográfica em diagrama de Schmidt-Lambert, usando-se a calota inferior.

Este processo permite obter com facilidade as estruturas regionais mais importantes, a partir de medidas efetuadas em afloramentos esparsos. Para a interpretação dos dados tectônicos, devido a experiência de campo que temos tido, achamos conveniente a teoria de Moody e Hill (1956), a nosso ver a que apresenta o melhor modelo referente à tectônica rígida, como é o caso.

Segundo esses autores, os falhamentos de rejeito horizontal são muito mais importantes do que se costuma supor; a partir desses fenômenos primários ao longo de geofraturas, falhamentos secundários podem se desenvolver orientados em oito direções principais.

Assim a compressão horizontal determinaria a segmentação da crosta em polígonos os quais seriam atingidos por novos falhamentos com redistribuição de esforços, originando um tipo de estrutura que se poderia denominar megabrecha. Localmente esforços

horizontais negativos poderiam desenvolver falhas normais, as quais aproveitariam planos de cisalhamento já existentes.

Procuramos então entrosar os resultados obtidos no campo com a hipótese de Moody e Hill, a fim de obtermos uma disposição espacial dos esforços, suas relações, e finalmente a mecânica de todo o processo diastrófico.

4 — ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA

4.1 — Granulometria

A partir dos dados das análises granulométricas foram construídas as curvas presentes nas Figs. 2-A, 2-B e 2-C.

Os parâmetros estatísticos obtidos estão alinhados na tabela I.

A sedimentologia indica um material imaturo, muito mal selecionado. Num sedimento maturo a tendência é para uma distribuição próxima à normal, ou seja, deveria ocorrer uma coincidência de valores para média e mediana o que não, aconteceu com nossas amostras. Tal suposição, indicativa de pouco transporte, é confirmada pelo baixo arredondamento das partículas, muitas delas conservando seus hábitos cristalinos originais.

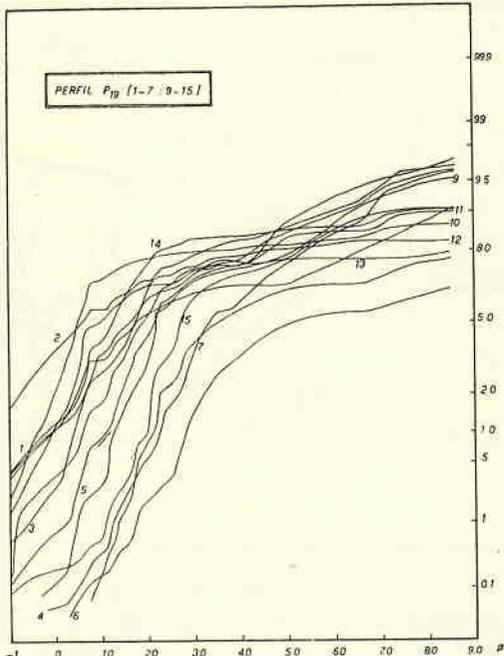


Fig. 2-A — Curvas de frequência acumulada das amostras P₁₉ (1-7 e 9-15).

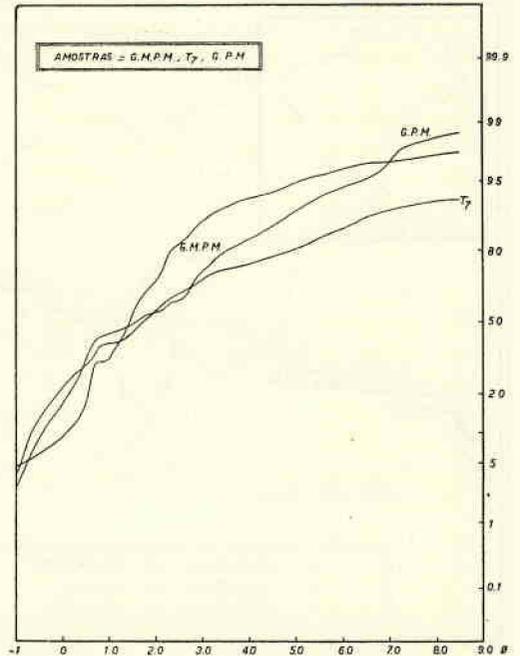


Fig. 2-C — Curvas de frequência acumulada das amostras: G.M.P.M.; T₇; G.P.M.

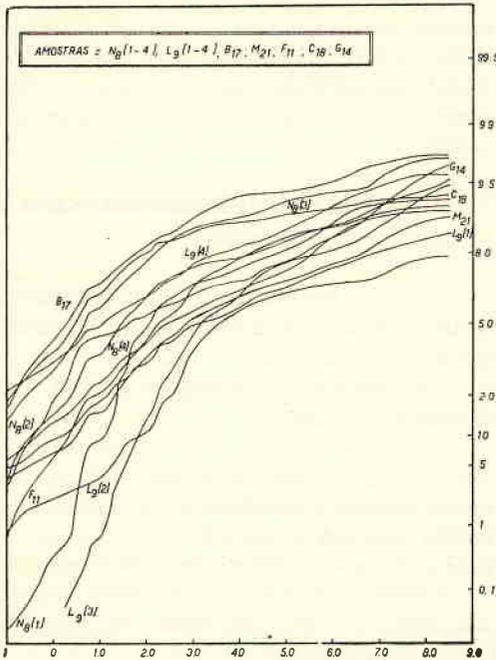


Fig. 2-B — Curvas de frequência acumulada das amostras N₈ (1-4); L₉ (1-4); B₁₇; M₂₁; F₁₁; C₁₈; G₁₄.

Tabela I

Amostras	Md ϕ	M ϕ	$c\phi$	$\alpha\phi$
P19 (1)	1,59	3,75	3,50	0,61
P19 (2)	0,50	1,58	2,73	0,39
P19 (3)	1,52	2,57	2,25	0,46
P19 (4)	2,33	4,16	1,77	1,03
P19 (5)	2,06	3,03	1,72	0,56
P19 (6)	5,22	6,12	3,18	0,28
P19 (7)	3,37	5,59	3,14	0,64
P19 (9)	2,18	3,61	2,14	0,66
P19 (10)	1,85	3,68	2,93	0,62
P19 (11)	1,69	2,72	2,19	0,47
P19 (12)	0,43	2,76	2,94	0,79
P19 (13)	0,81	4,68	4,46	0,86
P19 (14)	1,19	2,09	1,78	0,50
P19 (15)	2,69	4,02	1,95	0,68
L9 (2)	3,45	5,02	2,87	0,54
L9 (3)	3,15	4,30	2,25	0,51
L9 (4)	1,45	2,57	2,42	0,46
N8 (1)	2,25	3,12	2,77	0,31
N8 (2)	0,65	0,92	1,67	0,16
N8 (3)	0,45	0,73	1,75	0,17
N8 (4)	2,00	3,32	2,12	0,72
M21	2,90	4,17	3,07	0,41
F11	1,70	2,65	3,00	0,31
T7	2,25	2,75	2,15	0,23
G14	1,55	2,95	3,05	0,45
B17 (1)	1,45	1,55	1,15	0,08
GPG	2,10	2,22	1,92	0,06
SMPM	0,35	0,62	1,62	0,16

Tabela I — Parâmetros estatísticos das amostras estudadas.

Observa-se também, que comparando-se os valores extremos dos parâmetros estatísticos obtidos dos sedimentos da Lagoa dos Patos (Martins, 1963), exemplo de sedimento bem selecionado; da Bacia de Curitiba (Bigarella e Salamuni, 1962), indicando grande flutuação nas condições de deposição, com os sedimentos da Bacia de Rezende, verificamos que a semelhança é marcante para com os de Curitiba.*

Analisamos também detalhadamente a distribuição granulométrica das amostras retiradas do perfil junto ao cruzamento da Via Dutra com a E.F.C.B. (Fig. 2-A).

Dessa análise notamos que as médias do número das modas da fração arenosa, siltosa e argilosa foram respectivamente 4,7; 1,5 e 0,6 (Fig. 3).

A mesma observação feita em 5 amostras do cristalino decomposto incluindo o talus (Fig. 2-C) deu respectivamente para as frações arenosa, siltosa e argilosa em média, os seguintes resultados 4,0; 0,4 e 0.

Inicialmente deve-se salientar que o aparecimento de quatro modas na fração arenosa média do sedimento, assim como a presença de uma moda na fração média é anomalia pouco comum (Pettijohn, 1949 : 43-44).

Trata-se de mais um indício claro de imaturidade do sedimento bem como de proximidade da fonte, pois a comparação das médias do número de modas da fração arenosa nos dá diferença insignificante ao nível de 0,05%.

Quanto às frações siltosa e argilosa as diferenças são significantes entre o número de modas nas amostras provenientes da região sedimentar e do cristalino. O fato pode ser explicado se tivermos em mente que estas frações constituem o «by pass», isto, é frações facilmente remanejadas durante o transporte. É interessante notar, porém, que o número de modas destas duas frações no sedimento é maior que no cristalino, indicando uma seleção negativa.

4.2 — Minerais pesados:

Do estudo dos minerais pesados existentes tanto nos sedimentos como nas alcalinas e gnaisses circunvizinhos informações foram fornecidas quanto a provável fonte de origem do material existente na Bacia de Rezende.

O estudo microscópico de trinta e sete lâminas revelou os seguintes resultados:

a — 3 lâminas de sienito decomposto: elevada porcentagem de biotita de um tipo característico às rochas alcalinas e de hornblenda alcalina, principalmente. Alguns minerais incolores, cujas propriedades óticas não coincidem com nenhum dos minerais pesados normalmente encontrados nas tabelas usuais, não puderam ser determinados. Encontramos ain-

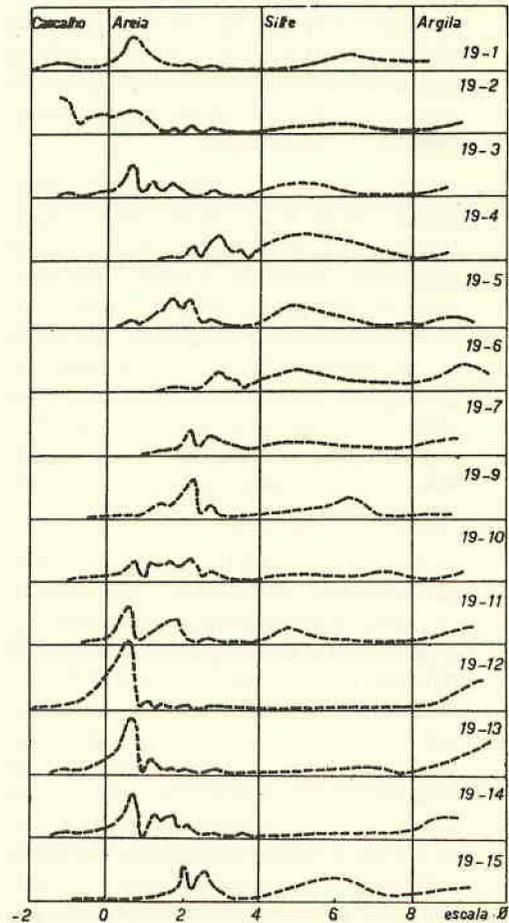


Fig. 3 — Distribuição granulométrica das amostras retiradas do perfil junto ao pontilhão da BR-2 sôbre a E.F.C.B., 3 km após Florianô (0₁₉).

da grãos esparsos de nefelina, de piroxênio alcalino (aegirina).

b — 5 lâminas de diferentes gnaisses: quantidade apreciável de turmalina marron, verde e azul em tôdas as amostras.

(*) Tabelas referentes a êstes dados poderão ser fornecidos pelos autores dêste trabalho, por solicitação de interessados.

Biotita, sillimanita, zircão e opacos são também minerais freqüentes nas amostras em geral. Na lâmina referente ao gnaiss granítico de Nhangapi ocorrem grãos de granada entre os pesados. Também epidoto foi constatado em amostras de gnaisses.

c — lâminas do depósito piemôntico proveniente do maciço de Itatiáia: freqüentemente além dos opacos, é o piroxênio alcalino, aegirina. Encontramos também biotita hornblenda, zircão, nefelina e alguns minerais incolores não determinados.

d — 27 lâminas dos sedimentos assim distribuídos: Perfil P₁₉ — 14 lâminas — constatamos que as amostras das camadas superiores mostram elevada porcentagem de turmalina, zircão, sillimanita, biotita, mica-verde e opacos. Na lâmina da amostra P₁₉ (3) encontramos alguns grãos de cianita (distênio). Entretanto, os sedimentos inferiores não forneceram muitas variações entre os pesados apresentando apenas opacos, biotita e turmalinas.

Perfil N₈ — 4 lâminas — as 3 primeiras amostras (superiores), apresentam-se muito interessantes. Nas lâminas das amostras N₈ (1) e N₈ (2) é comum um mineral de côr rosa intensa, isótropo, de relêvo alto e com fratura conchoidal que concluímos tratar-se de granada, que vem provar que os sedimentos são oriundos dos gnaisses adjacentes. Além desses minerais existem biotita, um pouco de mica verde, turmalinas em baixa porcentagem e opacos. Na lâmina N₈ (3), além dos minerais das duas lâminas anteriores, encontramos muitos grãos de distênio que é um típico mineral de rochas metamórficas. A lâmina N₈ (4) corresponde a uma amostra inferior da secção. Não apresentou grande interesse ao estudo dos pesados pois mostrou somente grãos de opacos, biotita e turmalinas.

Perfil L₉ — 4 lâminas — os principais minerais pesados encontrados nas (4) quatro amostras dessa secção foram turmalinas em abundância, sillimanita, zircão, biotita, mica verde e opacos. Nas lâminas L₉ (1) e L₉ (2) verificamos também a presença de grãos de distênio.

Quanto às demais amostras estudadas (B₁₇ (1) e (2), M₂₁, F₁₁, C₁₈) num total de 5 lâminas, os pesados não mostraram muita diversificação em relação aos das amostras sedimentológicas anteriores. Interessante é notar que em tôdas essas lâminas de sedimentos os minerais mais freqüentes em tôdas elas são as turmalinas, biotitas e opacos (Tabela II).

Tabela II

Minerais Pesados	Gnaiss	Sienito	Talus	Sedimento
Aegirina - Augita		X	X	
Apatita	X	X	X	X
Biotita	X	X	X	X
Diopsídio	X			X
Distênio (Cianita)	X			X
Epidoto	X			
Fluorita		X	X	
Granada	X			X
Hornblenda Alcalina		X	X	
Ilmenita	X			X
Magnetita	X	X	X	X
Monazita	X			X
Sillimanita	X			X
Titanita		X	X	
Turmalina	X			X
Zirconita	X	X	X	X

Tabela II — Distribuição dos minerais pesados encontrados.

Do exposto fica a indicação provável de que, baseando-se nos minerais pesados presentes; a fonte do material situa-se nas rochas cristalinas, não tendo as rochas alcalinas do maciço nenhuma influência nos clásticos da Bacia.

Aliás, à idêntica conclusão chegou Ribeiro Filho (1963) em recente estudo.

Em observações ao sul e ao norte da Bacia de Rezende verificamos os seguintes:

a — O substrato cristalino dos depósitos de Rezende corresponde a uma superfície erosiva, a qual atinge a Serra de Boina a SE na cota de 960 m. Em certos pontos esta superfície é capeada por sedimentos imaturos e se apresenta inclinada de cerca de 1°30' para NE acompanhando obliquamente a drenagem atual do Paraíba.

b — No tópo da Serra da Bocaina encontram-se sedimentos arcozianos, sem estratificação, ocorrendo aí duas superfícies dispostas em bisel, uma inclinada para SW e outra inclinada para NE. Nestes sedimentos os minerais pesados são idênticos em tipo e proporção aos do gnaiss subjacente.

c — Estudos sobre a composição dos sedimentos de Rezende, do cristalino e no vale do Paraíba desde Guaratinguetá (SP) até Rezende (RJ) mostram grande semelhança na sua composição. Entretanto uma análise da proporção dos vários minerais pesados das amostras nos oferecem um critério mais acurado para estabelecer a provável origem dos sedimentos.

Como afirmamos há várias superfícies erosivas na Serra da Bocaina dificultando a interpretação da origem dos depósitos.

Procuramos a princípio verificar o grau de arredondamento dos minerais a fim de estabelecermos o grau de transporte e provável origem dos sedimentos. Todavia tendo sido verificado que o zircão dos paragnaisses já se encontrava «in situ» bem arredondado e como nos depósitos, mesmo os mais antigos, aparecem sempre minerais pesados e quartzo bem arredondados misturados aos mal arredondados, tivemos que apelar para um outro método que nos fornecesse tal informação. Usamos então para determinar a provável origem dos sedimentos, a proporção dos vários minerais pesados encontrados nos sedimentos no cristalino e mesmo nas alcalinas.

Os minerais usados para esse fim foram: zircão, cianita, turmalina e estauroilita que em conjunto correspondem aos «transparentes» mais comuns.

Foi determinada a proporção destes 4 minerais nas amostras de sedimentos e nas amostras provenientes do cristalino e calculada a média para estes 2 grupos de amostras.

Para verificar se as diferenças entre os 2 grupos eram significativas ou não, comparamos as médias, utilizando-se do teste estatístico não paramétrico denominado «Wald-Wolfowitz». Isso foi feito a fim de tentarmos controlar os resultados, tendo em vista não conhecermos o tipo de distribuições dos dados das várias populações em estudo.

O teste «Wald-Wolfowitz» é um teste de seqüência que aplica-se quando se tem em mente verificar a hipótese nula (H_0) de duas amostras terem sido retiradas de uma mesma população contra a hipótese alternativa (H_1) de que os dois grupos diferem entre si em relação a um parâmetro qualquer; isto é, em amostras relativamente grandes o teste citado pode rejeitar H_0 se as duas populações diferem de qualquer maneira: quanto à tendência central, quanto à variabilidade, quanto à assimetria, etc. Portanto pode ser usado para verificar um grande número de hipóteses alternativas. Enquanto outros testes são usados somente para diferenças particulares entre dois grupos, este teste se aplica a qualquer tipo de diferença. Intuitivamente pode-se dizer que o teste «Wald-Wolfowitz» assume que a variável em consideração apresenta uma distribuição que é contínua. Requer também a medida da variável esteja pelo menos em uma escala ordinal. Para aplicar o teste, os dados de duas amostras independentes de tamanho n_1 e n_2 são dispostos em escala crescente.

Em seguida determinamos o número de chorrilhos (runs) na série ordenada. Um chorrilho (run) é definido como uma seqüência de dados de um mesmo grupo.

Podemos então imaginar que se as duas amostras são de uma mesma população, isto é, se H_0 é verdadeiro, os valores do grupo n_1 e do grupo n_2 estarão bem «misturados» e portanto o valor de r (run) é grande.

Supondo que as amostras tenham sido retiradas de populações muito diferentes, H_0 portanto rejeitado, encontraremos uma grande persistência de valores do grupo n_1 totalmente separados dos valores do grupo n_2 , fornecendo um valor pequeno para r .

Em vista disso, rejeitamos H_0 quando o número de « r » for muito baixo e o aceitamos se for muito alto.

A distribuição amostral de r surge do fato de que quando 2 tipos de objetos, digamos n_1 e n_2 são arranjados linearmente o total número de possibilidades de arranjo é:

$$\binom{n_1 + n_2}{n_1} = \binom{n_1 + n_2}{n_2}$$

Baseados nisso Stevens (1939) e Mood (1950: 392-393) calcularam que a probabilidade de determinar um certo valor de « r » ou valor ainda menor será:

$$p(r \leq r') = \frac{1}{n_1 + n_2} \frac{r'}{r} \quad (2) \quad \binom{N_1 - 1}{r} \binom{n_2 - 1}{r} \\ \binom{N_1 - 1}{2} \binom{n_2 - 1}{2}$$

quando r é um número par. Quando r é ímpar a probabilidade é dada por:

$$p(r \leq r') = \frac{1}{n_1 + n_2} \frac{r'}{r} \quad \binom{n_1 - 1}{k - 1} \binom{n_2 - 1}{k - 2} + \binom{n_1 - 1}{k - 2} \binom{n_2 - 1}{k - 1}$$

onde $r = 2k - 1$

Existem tabelas de valores críticos de r na literatura estatística baseados nas fórmulas precedentes, e que permitem uma verificação ao nível de 5%.

Esse método foi então usado, tendo sido comparado a proporção de zircão, cianita, turmalina e estauroлита, encontradas nas rochas do cristalino e nas alcalinas.

Como exemplo citaremos uma situação em que Ho foi aceito, ou seja « r » apresentando um valor grande:

Mineral usado: zircão.

Frequência em 4 amostras provenientes do cristalino: 27%, 50%, 100%, 100%.

Frequência em 13 amostras provenientes do sedimento: 29%, 11%, 25%, 86%, 21%, 75%, 31%, 18%, 27%, 0%, 32%, 35%, 43%.

Baseando-se no exposto organizamos a seguinte distribuição das sucessões:

0-11-18-21-25-27	27	29-31-32-35-43
1	2	3
50	75-86	100-100
4	5	6

De acôrdo com a tabela estatística não ocorre diferença significativa entre as populações $n_1 = 4$ e $n_2 = 13$, pois para valores 3 a diferença seria significativa ao nível de 5%. Como o número de sucessões foi da ordem de 6, Ho não é rejeitado.

O mesmo processo foi feito para os minerais turmalina, estauroлита e cianita, minerais mais comuns do cristalino tanto das redondezas como de regiões afastadas da Bacia.

Foram rejeitados por diferença significativa: turmalina e estauroлита dos gnaisses de Guaratinguetá.

Quando comparamos os pesados existentes nos sedimentos e no sienito, baseando-se

nas frequências de zircão presentes nas duas populações o resultado foi uma diferença insignificante.

Como resultado do cálculo as diferenças não são significativas entre os sedimentos e rochas vizinhas o que nos indica que tais sedimentos devem ter provindo das redondezas. Considerando a sua imaturidade é bem provável que um clima árido ou semi-árido também tenha o seu papel importante nos processos deposicionais estudados.

5 — ANALISE TECTÔNICA

As verificações tectônicas foram lançadas em diagrama de igual área, sendo os planos de falha mais importantes representados por meridianos e as concentrações de estrias e atrito por pequenos círculos. Os diagramas foram desenhados nos locais de investigação e de um modo geral conclui-se desses dados que os falhamentos principais são de dois tipos: a) normais e b) transcorrentes.

Como se percebe nos gráficos, existentes na Fig. 4 as direções principais de falhamento são:

N 60 E, na Barragem do Funil;

N 70 E, na Estrada Rezende-Mauá;

N-S e N 70 E, na entrada do Parque de Itaitiá;

N 75 E, em Engenheiro Passos;

N 35 E, nas proximidades de Falcão;

N 75 W e E-W no Lago Azul (Parque de Itaitiá).

Tais resultados concordam plenamente com observações anteriores realizadas no compartimento de Taubaté do Vale do Paraíba. (Bjornberg, Gandolfi e Paraguassu, 1965).

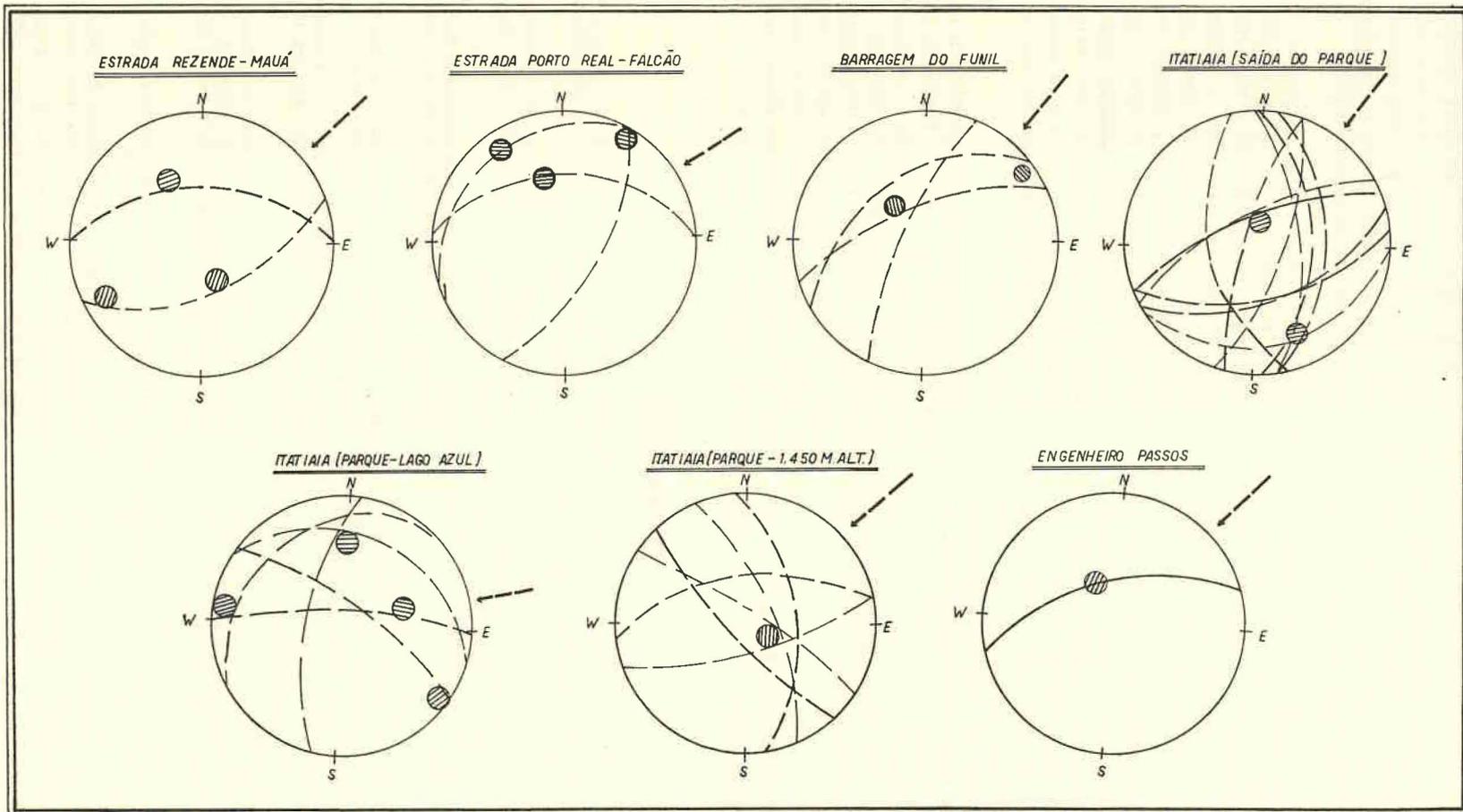


Fig. 4 — Diagramas mostrando as principais direções de falhamento na Bacia de Resende.

Fig. 4

6 — CONCLUSÕES

Tôdas as evidências sedimentológicas indicam para a Bacia de Rezende uma contribuição das rochas cristalinas e, segundo método mais sensíveis, rochas cristalinas circunvizinhas.

Além disso indicações de fenômenos tectônicos acham-se amplamente registrados. Para combinarmos, segundo os fatos observados, êsses dois conjuntos de dados imaginamos a seguinte seqüência de eventos:

- a — Inicialmente predominariam falhamentos normais gerando uma bacia de sedimentação, a qual seria abastecida tanto por sedimentos que capeariam então o cristalino como por material proveniente do próprio cristalino. Isso explicaria a presença de grãos de quartzo bem rolados, ao lado de grãos mal arredondados, inclusive de feldspatos, e ainda a distribuição polimodal dos sedimentos. Tal fase poderia ser situada no tempo quando da «mise-en-place» das intrusivas alcalinas.
- b — Com o preenchimento da bacia ocorreria um descampamento da cobertura

cristalina, colocando à mostra as rochas sieníticas do maciço de Itatiáia. Tal processo seria acompanhado por perturbações tectônicas, agora predominantemente de caráter transcorrente, porém ainda com a presença de falhas normais.

- c — Finalmente haveria uma retomada de erosão por parte do atual rio Paraíba, dirigindo-se no sentido NE, o qual retiraria as camadas superiores e médias dos depósitos sedimentares. Esta conclusão advém do fato de existirem evidências geomorfológicas indicando que a bacia sedimentar de Rezende estender-se-ia aproximadamente uns 10 km para o Sul alcançando em certos pontos da Serra da Bocaina altitudes da ordem de 960 m.

Concluimos, pois, que a sedimentação na Bacia de Rezende precedeu a formação da atual escarpa existente na região e os atuais sedimentos lá encontrados representam a parte basal da primitiva bacia. Interessante seria que estudos nesse mesmo sentido fossem desenvolvidas em áreas de idêntico processo de formação, a fim de que fossem testadas as conclusões aqui presentes.

BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. N. e BERNARDES, N. (1956) — "Vale do Paraíba, Serra da Mantigueira e arredores de São Paulo": Eng. Min. Mat. XXIV (143): 284-292.
- BIGARELLA, J. J. e SALAMUNI, R. (1962) — "Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba": Bol. Inst. Geol. Univ. Paraná Geol. (7): 164 pp.
- BJORNBERG, A. J. S. (1965) — "Sedimentos pós-cretáceos do Leste do Estado de São Paulo": Tese apresentada ao Concurso de Livre Docência da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BJORNBERG, A. J. S.; GANDOLFI, N. e PARAGUASSU, A. B. (1965) — "Novas observações sobre a tectônica moderna do leste do Estado de São Paulo": Engenharia, Mineração e Metalurgia, vol. XLI, nº 244, 137-140.
- FOLK, R. L. e WARD, W. C. (1957) — "Brazos River bar: a Study in the significance of grain size parameters" — Jour Sed. Petrol. 27 : 3-26.
- FRANGIPANI, A. e PANNUTI, E. L. (1965) — "Estudos hidrogeológicos na Bacia de Taubaté entre Jacareí e Quiririm": Inst. Geogr. Geol. Bol. (42): 123 pp.
- FREITAS, R. O. (1957) — "Tectônica e Geologia do Vale do Paraíba" — Escola de Engenharia de São Carlos (11), Geol. (4): 40 pp.
- INMAN, D. L. (1952) — "Measures for describing the size distribution of sediments": Jour. Sed. Petrol. 22: 125-145.
- MARTINS, L. R. (1963) — "Contribuição à Sedimentologia da Lagoa dos Patos (R.G.S.): Bol. Esc. Geol. Univ. R. G. do Sul (13): 43 pp.
- MOOD, A. M. (1950) — "Introduction to the theory of statistics": New York, MacGraw Hill.
- MOODY, J. D. e HILL, M. J. (1956) — "Wrench-fault tectonics": Bull. Geol. Soc. America 67: 1207-1246.
- OTTO, G. H. (1939) — "A modified logarithmic probability graph for the interpretation of mechanical analyses of sediments". Journ. Sed. Petrol. 9: 62-76.
- PETTIJOHN, F. J. (1949) — "Sedimentary Rocks": Harper & Brothers, New York.
- REGO, L. F. M. (1937) — "A Geologia do Estado de São Paulo" — Boletim do Dep. Est. Rodag.
- RIBEIRO FILHO, E. (1963) — "Geologia e Petrologia do Maciço Alcalino de Itatiáia" — Tese

de doutoramento apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

RIBEIRO FILHO, R. F. (1948) — "Caracteres físicos e geológicos da Bacia do Paraíba" — D.N.P.M., D.G.M. (127) : 55 pp.

RICH, J. C. (1953) — "Problems in Brazilian Geology and, Geomorphology suggested by reconnaissance in summer of 1951" — Bol. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Uni-

versidade de São Paulo (146), Geologia (9): 80 pp.

STEVENS, W. L. (1939) — "Distribution of groups in a sequence of alternatives": Ann. Eugenics, 9, 10-17.

TRICART, J. e SILVA, T. C. (1958) — "Aspectos gerais da sedimentação da Bacia de Taubaté": Not. Geomorf. (1): 6-13.

WASHBURNE, C. W. (1930) — "Petroleum Geology of the State of São Paulo, Brazil": Comm. Geogr. Geol. (22): 282 pp.