

AS CAMADAS DE SÃO PAULO E A TECTÔNICA DA SERRA DA CANTAREIRA

POR

FERNANDO F. M. DE ALMEIDA

Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral

O presente trabalho resulta de investigações de campo efetuadas no decorrer de 1952 e 1953, quando o A. realizava pesquisas sôbre a geomorfologia do Planalto Paulistano, para o capítulo que lhe coube na obra A cidade de São Paulo — Estudo de Geografia Urbana, a ser publicada pela Seção de São Paulo da Associação dos Geógrafos Brasileiros e pelo Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, em comemoração ao IV.º Centenário da fundação de São Paulo. Por se tratar de assunto de interêsse específico para a Geologia, é aqui publicado na íntegra, e só um resumo do que possa referir-se a Geomorfologia figurará naquela obra.

Nas reentrâncias do relêvo resultante do entalhe de pouco mais que uma centena de metros, da *superfície de erosão do alto Tietê* (Almeida, 1954), na região da Capital paulista, depositaram-se em certo momento camadas areno-argilosas, acompanhando um sistema de drenagem não essencialmente diverso do atual. Tais camadas, que se estenderam por grande área do Planalto Paulistano, já haviam sido assinaladas por Mawe (1812 p. 89), e foram motivo de detidos estudos por parte de Moraes Rego e Souza Santos (1938). Tem essa sedimentação o mais destacado papel na geografia paulistana, pois é sôbre as suaves colinas em que se acha desfeita, que se estende a maior parte da cidade de São Paulo.

As camadas de São Paulo, como as chamava Moraes Rego (1933, pgs. 248-252), têm seu maior desenvolvimento ao longo do rio Tietê, cujo vale acompanham desde bem a montante de Mogi das Cruzes até ao interior da morraria a jusante da Capital, pois que quase alcançam Pirapora. A norte limitam-se às faldas da serra granítica da Cantareira e outras serras e morros que perlonga o Tietê, mas fazem profunda penetração no vale do Baquirivú. A sul também acomodam-se aos contôrnos dos morros e colinas em granitos e xistos da margem esquerda do rio, mas de entre a foz do Aricanduva e a do Pinheiros, estendem-se amplamente para sul, alcançando as faldas dos morros graníticos das vizinhanças de São Bernardo do Campo e Mauá, ou ainda as proximidades da barragem da represa do rio Grande. Certamente sua extensão pelos vales que se aproximam da crista da Serra do Mar foi outrora muito maior, pois teste-

munhos existem no vale do rio Pequeno e nas nascentes dos córregos tributários da represa de Santo Amaro, próximo a Engenheiro Marsillac.

Apresentam-se êsses sedimentos como uma alternância rápida, horizontal e vertical, de camadas e lentes de variada espessura, de areias e arenitos argilosos, siltes e argilas. Ocorrem esporadicamente, mas principalmente nos horizontes mais baixos e ainda nas bordas da bacia, lentes de conglomerado com seixos de quartzo e quartzito mais ou menos bem rolados. Têm fraca consistência, ou foram localmente tornados consistentes mercê de fenômenos diagenéticos. Exibem côres variadas nas exposições, com predomínio de tons vermelhos, rosados ou amarelados, sendo localmente descorados. Essas côres não obedecem senão grosseiramente à estratificação, e casos há em que formam faixas verticais ou manchas irregulares. São claramente secundárias, e isso é comprovado pelas sondagens profundas realizadas na bacia, cujos testemunhos são brancos ou mostram côres amarelas de tons pálidos ou cinzentas.

A despeito da rápida variação litológica sempre notada, pelo menos na área central da cidade, as sondagens realizadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Vargas e Bernardo, 1945; Pichler, 1950) evidenciaram certa ordem, dispondo-se na parte inferior camadas de areia mais ou menos isentas de argila, em espessuras que podem ultrapassar 50 metros, seguidas de até cerca de 40 metros de camadas alternadas de argila e areia argilosa, com aspecto mosqueado nas exposições. A parte superior dessas camadas no centro da cidade é essencialmente constituída de argilas, que adquirem pela meteorização côres vermelhas intensas e que ocorrem geralmente a mais de 750 metros de altitude. Falta, todavia, generalidade a essa sucessão, pois na borda norte, nas vizinhanças da serra da Cantareira, depósitos arenosos e conglomeráticos são abundantes, mesmo em cotas superiores a 750 metros, como observamos em Gopouva. Fato idêntico manifesta-se na borda oeste, em Interlagos e no Butantã. Nas regiões afastadas, a sul, há sondagens que quase só atravessaram argilas, como no Ipiranga.

A maior espessura, que conhecemos, dessas camadas foi atravessada por uma sondagem feita na Mooca, na esquina das ruas Cassandoca e Marcial (*), que as perfurou em 202 metros para então atingir o embasamento. Achando-se a boca desse furo a 743 metros de altitude, e como a sedimentação alcançou pelo menos 831 metros na área central da bacia (Sumaré), podemos dizer que as camadas de São Paulo podem ter atingido espessura de cerca de 290 metros.

São dignas de referência as estruturas limoníticas presentes nessas rochas. Mostram-se como concreções, camadas de limonita mais ou menos pura ou ainda são arenitos cimentados por êsses hidróxidos. São mais frequentes onde se alternam camadas arenosas e argilosas, como no Sumaré, em Santana ou Vila Maria. Alcançam espessuras de quase 10 metros, embora com numerosas intercalações não limonitizadas. São visivelmente de origem posterior à sedimentação, acompanhando aproximadamente o

(*) O autor agradece aos diretores do Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo e da firma J. Corner por lhe haverem permitido consultar seus arquivos de sondagens.

relêvo para desaparecerem em profundidade, como o demonstram sondagens. Formaram-se em ciclo climático anterior ao atual, pois que por tôda parte se mostram em erosão, e no presente não há indícios de existirem condições capazes de permitirem tão elevadas concentrações de hidróxidos à superfície.

Não cabe aqui discutir em detalhe o problema, assaz complexo, da origem dessas camadas. Elas se formaram certamente em planícies aluviais, canais fluviais e lagos em meandros abandonados (Moraes Rego e Souza Santos, 1938 pgs. 109-112) mas as espessuras de dezenas de metros, de argilas quase puras, como ocorrem nas partes altas do centro da cidade, nas vizinhanças de Barueri, em São Caetano, Ipiranga, etc., parece indicarem regime lacustre de maior permanência, desenvolvido principalmente nos níveis elevados das camadas. A maneira como êsses sedimentos se associam ao vale do Tietê mostra que êste já era então o coletor principal e que seu curso não diferia muito do atual, particularmente no seio da serra da jusante da Capital. Não é diversa sua associação aos vales dos rios Pinheiros, Grande, Aricanduva, etc. Há a observar ainda a contribuição coluvial que se faz às vêzes notar, nas vizinhanças do contato com o embasamento.

Não tendo até hoje fornecido fósseis as camadas de São Paulo, sua cronologia pode ser apenas inferida. Elas são certamente mais modernas que a penepalanície Japí, à qual se atribui idade néo-cretácea a éo-terciária.

No vale do Paraíba camadas litologicamente correlacionáveis às de São Paulo recobrem outras em que tem sido encontrada fauna de peixes, répteis e crustáceos, contida em folhelhos piro-oleíferos. Os peixes foram descritos, entre outros, por Woodward (1898 pgs. 63-75) que lhes atribuiu duvidosamente idade pliocena.

Verificamos na região de Caçapava, em cortes da via Presidente Dutra, terem em sua base, as camadas de areia e argila correlacionáveis às de São Paulo, seixos rolados do folhelho piro-oleífero que se lhes subpõem. Isso indica uma discordância cronológica equivalente a intervalo de tempo suficiente para que êsses sedimentos pelíticos fôssem litificados e erodidos. Portanto, no vale do Paraíba há duas formações, a inferior contendo os fósseis, a superior sendo a única correlacionável, a base precária da litologia, às camadas de São Paulo.

Camargo Mendes (1950 p. 45) considerou provável serem pleistocenas as camadas de São Paulo. Êle próprio reconheceu passíveis de crítica seus argumentos. Há a lembrar ser aparente a reduzida compactação que indica como possível prova de idade pleistocena para êsses depósitos. Mostram-no os testemunhos de sondagens e as características mecânicas determinadas pelo I.P.T. (Vargas e Bernardo, 1945, pgs. 215-218).

A fauna fóssil da bacia do Paraíba está a exigir revisão (*), e certamente o que dela se conhece não constitui senão muito precária base para cronologia. Reconhecemos a importância representada pela datação dêsses

(*) R. S. Santos (1954, p. 86) vem revendo os peixes caracídeos dos folhelhos de Tremembé, atribuindo-lhes idade pleistocênica.

depósitos, porém aguardando fatos mais seguros que os ora conhecidos, não discutiremos aqui o problema da idade das camadas de São Paulo. Lembremos só que elas têm sido geralmente consideradas pliocênicas.

Quais as causas que teriam provocado essas sedimentação? Quaisquer fôsem, é preciso não esquecer terem atuado sobre um sistema de drenagem cuja origem epigenética e caráter compósito devem ter freqüentemente, na história do rio Tietê, facultado condições difíceis de escoamento. De fato, a partir da cidade penetra êle numa sucessão de serras graníticas e quartzíticas que se dispõem diagonalmente ao seu traçado, e que são vencidas em passagens angustas. Na de Itaguá, pouco antes de penetrar na bacia sedimentar paleozóica, o rio atravessa profunda garganta (v. foto n.º 6 *in* Florençano e Penteado, 1950, p. 58), não apresentando qualquer indício de ciclos erosivos anteriores e que deve ter mantido seu caráter atual desde quando se originou por epigenia. Ainda hoje, a montante da soleira de Baruerí, o rio Tietê e seus maiores afluentes apresentam extensas várzeas alagadiças, verdadeiras planícies de nível de base local que constituíram, em certa época, óbices à expansão da cidade.

Moraes Rego (1933 p. 250) atribuiu a deposição das camadas de São Paulo a inundações de difícil escoamento processadas em clima semi-árido, numa região de fraca altitude. Acreditava ter um abaixamento, no plioceno, provocado sedimentação terrígena generalizada por quase todo o território brasileiro.

Pensamos poder excluir causas ligadas diretamente a um grande abaixamento do País, para explicar a origem de tal depósito. A sedimentação suposta pliocena não apresenta, em sua distribuição, a generalidade que lhe atribuiu Moraes Rego. Em particular, no interior da bacia sedimentar do Paraná, ela parece não existir, pois pertencem ao cretáceo, à formação Itaquerí, de Almeida e Barbosa (1953 p. 75), os depósitos de sobre os derrames basálticos que Moraes Rego considerava terciários. Além disso, distando a região paulistana cerca de 3.000 quilômetros do mar pela via fluvial, pois não há vestígios da presença dêle no interior do continente durante o plioceno (*), e sendo tantos e tão resistentes os níveis de base locais que se interpõem ao curso do Tietê retardando as sucessivas vagas de erosão remontante procedentes do Prata, parece-nos improvável fôsem competentes as variações do nível do mar para só elas causarem sedimentação de tal espessura na alta bacia do rio. Preferimos por isso buscar as causas dêsse processo sedimentar seja em acidentes climáticos, seja nas comprovadas perturbações sofridas pelo escudo Atlântico. A indagação dessas causas constitui problema geomorfológico atraente, por assinalarem episódio conspícuo na história da bacia.

As razões invocadas por Moraes Rego para considerar semi-árido o clima que presenciou a deposição das camadas de São Paulo, a nosso ver não procedem. As côres variegadas dêsses sedimentos são secundárias e muito posteriores à deposição. Provam-no os perfís de sondagem, onde tais côres em geral não vão além de 40 metros a partir da superfície e

(*) A menos que se tivesse estendido ao plioceno a transgressão atlântica do "piso entrerriano" na área atual dos pampas do norte argentino.

só nos principais espigões podem exceder êsse valor, como no aeroporto de Congonhas, onde excepcionalmente foram verificadas até 60 de profundidade. Morais Rego atribuía importância ao fato de se não mostrarem fósseis na bacia de São Paulo, o que indicaria ambiente pouco propício à vida, mas há lembrar a falta de procura sistemática e a possibilidade de as condições de deposição então vigentes não terem sido propícias à conservação de tais restos.

O exame ao microscópio, desses sedimentos, indica ter quartzo domínio absoluto entre os componentes detríticos alógenos, ocorrendo ainda turmalina e muscovita, além de uns poucos minerais acessórios estáveis, como zircão, magnetita, etc. São muito escassas as partículas de feldspatos e micas ferro-magnesianas, a despeito de serem constituintes da maioria das rochas metamórficas e eruptivas regionais. O exame morfooscópico aponta reduzido grau de arredondamento e esfericidade dos grãos arenosos, fato também observável nos conglomerados de pequenos seixos, demonstrando terem sofrido essas partículas só curto transporte. Nos conglomerados é ainda o quartzo o constituinte quase único dos seixos, mas localmente, como nas ocorrências do baixo vale do Cabuçu de Cima, que procede da serra de Pirucaia, os seixos são em sua maioria de quartzito.

Os fatos apontados caracterizam condições de maturidade dos rególitos que forneceram a maior parte dos componentes desses sedimentos. A própria escassez de elementos pefíticos em parte reflete estado de meteorização avançada dos rególitos de então, estado que pode ser diretamente observado onde, como em cortes do Jardim Leonor no Butantã, ou em Tucuruvi, mostra-se na base dessas camadas manto de decomposição fóssil, transição para gnaisses ou micaxistos basais. Nêles somente fragmentos de quartzo, turmalina e muscovita podem ser megascòpicamente identificados, enquanto que os componentes sílico-aluminosos menos estáveis da rocha matriz passaram ao rególito sob forma de minerais do grupo das argilas. Faltam aí concentrações de hidróxidos atribuíveis à época de formação do manto.

As camadas de São Paulo não possuem estruturas iluviais de natureza laterítica que indicassem condições singenéticas de podzolização. Por outro lado, desconhecem-se concentrações de evaporitos, sendo muito baixa a porcentagem de resíduos solúveis nessas camadas, o que em parte responde pela elevada acidez dos solos do terciário paulista, notada por Setzer (1949, p. 145).

Todos êsses fatos falam em favor de um clima úmido, possivelmente de caráter tropical que não diferiria fundamentalmente do atual, à época da deposição dessas camadas. Tal clima favoreceria a meteorização química, com aparecimento de argilas caolínicas, mas sem que chegasse à formação de bauxitas. Águas correntes abundantes eram capazes de só em parte separar essas argilas dos componentes psamíticos, para depositá-las em unidades diversas, como hoje observadas. Tais condições eram ainda favorecidas pela existência de um relêvo não mais acidentado que o atual, como o indicam as relações entre êsses sedimentos e o embasamento sôbre que repousam.

Ante o exposto, não vemos condições climáticas capazes de, por si só, introduzirem tão importante acidente no ciclo geomórfico a ponto de resultar sedimentação de tal espessura. Quando muito, teriam contribuído para fornecimento excessivo de detritos a uma bacia onde reinavam condições difíceis de evacuação. Concordamos assim com o que concluíram Ab'Saber (1951, p. 65) e Freitas (1951, p. 63) sobre este assunto.

Washburne (1930, p. 92) foi quem primeiro considerou possível a extensão, à região a norte da Capital paulista, da zona de falhas da serra da Mantiqueira, mas foi Freitas (1951, p. 64) quem recentemente desenvolveu a hipótese de serem deformações de tal natureza responsáveis pela sedimentação das camadas de São Paulo, que se teriam acumulado numa fossa tectônica situada entre uma falha na serra da Cantareira e outra a sul, em região que não precisa. Os fatos que passaremos a apresentar confirmam a participação ativa de fenômenos tectônicos na deposição dessas camadas, se bem que não nos moldes supostos por Freitas, para os quais não encontramos confirmação em nossas observações de campo. Esse autor desconhecia, por exemplo, que as camadas de São Paulo estendem-se muito além da serra da Cantareira pelo vale do Tietê, e que para sul alcançam a crista da Serra do Mar na região de Engenheiro Marsillac. Além disso parece-nos difícil admitir que diante de uma fossa tectônica ativa o relêvo dos blocos marginais para ela drenados pudesse evoluir até a peneplanção. Em realidade, como em outra oportunidade provamos (Almeida, 1954), a superfície de erosão do alto Tietê é anterior à deposição das camadas de São Paulo.

Um fato por si só prova estar o embasamento sobre que se depositaram as camadas de São Paulo, deprimido em relação à soleira granítica atravessada pelo rio ao abandonar êle o Planalto Paulistano: numerosas sondagens feitas na cidade e arredores, em procura de água subterrânea, encontraram esse embasamento em altitudes próximas a 600 metros. Uma delas, a já referida sondagem na Moóca, atingiu o fundo da bacia a 543 metros de altitude. A soleira de Barueri, a jusante da bacia, já atravessada pelo rio à época da sedimentação, pois as camadas estendem-se até além dela, está a 710 metros de altitude, em granitos, elevada portanto em relação ao fundo da bacia, de 167 metros. Fica assim provada a deformação.

O exame dos numerosos perfis de sondagens feitas na área da cidade e vizinhanças permitiu-nos algumas conclusões importantes. Desde pelo menos Osasco ao Parque São Jorge, o embasamento sob a planície do Tietê apresenta altitudes mínimas que atingem 630 a 640 metros. Profundidades ainda maiores são encontradas no baixo vale do Tamanduateí, onde o embasamento está a menos de 600 metros. Mesmo em Santo Amaro há altitudes do embasamento vizinhas de 600 metros, como em Vila Mascote (Jardim Prudência). Também no município de Santo André há sondagem que atravessou 104 metros desses sedimentos, para chegar ao fundo, e isso bem na borda da bacia.

Alguns dos principais vales modernos da área cristalina estendem-se sob essa cobertura, fato muito claro no caso do Bussocaba, em Osasco.

O relêvo do embasamento tem amplitude que localmente excede 100 metros, tornando difícil julgar a verdadeira natureza da deformação que sofreu.

Êsses perfis de sondagem indicam serem efetivamente argilas (e siltes) os depósitos predominantes na bacia. As espessuras de areia podem ser muito reduzidas, como no aeroporto de Congonhas, onde num perfil de 177,5 metros há somente um total de 20 metros de areia. Parece serem os sedimentos pséfiticos mais abundantes na borda norte da bacia que em sua área sul-oriental, ao longo da bacia do Tamanduaté.

Sendo a superfície de erosão do alto Tietê anterior às camadas de São Paulo, é de se esperar que em algum lugar ela apresente vestígios da deformação que provocou a deposição desses sedimentos.

Examinamos, em outra oportunidade (Almeida, 1954), o relêvo da região situada a norte do rio Tietê, no Planalto Paulistano. Recordemos que, quando na média bacia do Cabuçu de Cima e na do Baquirivú Guaçu os indícios dessa superfície são encontrados em altitudes entre 825 e 840 metros, em tôda a faixa que se estende desde o baixo vale do Cabuçu de Cima até mesmo às vizinhanças da soleira de Barueri êsses indícios nunca ultrapassam 800 metros, e na região logo a norte da cidade tal superfície está inclinada para sul à razão de 6 m/km. Êsse fato sugere a presença de uma deformação desnivelando a superfície, inclinando-a para sul, a partir de uma linha que atravessaria o baixo vale do Cabuçu de Cima. Veremos que muitos fatos confirmam essa dedução.

A fig. 1 evidencia uma das mais curiosas feições do relêvo e drenagem do Planalto Paulistano. Ao longo de uma linha com 15,4 quilômetros de extensão, em reta, indo pelo menos desde o morro Doce, nos confins do município da Capital, às nascentes do córrego do Horto, desenvolve-se um divisor de águas cujas sinuosidades cabem dentro de uma faixa retilínea com não mais que 1.500 metros de largura. Note-se que essa faixa é de constituição geológica heterogênea: granitos no morro Doce e em todo o trecho entre a pedra de Taipas (hoje Jaraguá) e vizinhanças da bacia do Cabuçu de Baixo, onde surgem filitos; quartzitos e anfibolitos no morro do Jaraguá e filitos no restante do trecho a oeste de Taipas. Essa saliência, apesar de ser atravessada pela bacia do Cabuçu de Baixo, nas gargantas dos córregos Itaguaçu e Guaraú, não perde com isso sua continuidade ou mesmo sequer seu caráter retilíneo, como se vê na figura. Outro fato chama atenção: essa saliência separa águas de várias bacias, não sendo paralela a nenhuma delas, exceção da do córrego do Bananal, alto formador do Cabuçu de Baixo. Até a rodovia antiga para Campinas, que a corta nas vizinhanças do quilômetro 19, dela divergem águas para o Tietê e o Juqueri. A leste desse ponto ela obrigou a drenagem da face sul da serra da Cantareira a um desvio para nascente, em busca da garganta do Itaguaçu. Divide então águas do córrego do Bananal das que buscam a sul o Tietê.

Não menos anormal é a direção próximamente leste-oeste desse eixo de dispersão da drenagem, quando no planalto têm predomínio absoluto direções voltadas para nordeste, como o mostra a nossa Carta Geomorfo-

lógica. Atrai também atenção a assimetria desse divisor, que para sul frequentemente apresenta verdadeira escarpa, ao passo que para norte predomina queda mais suave do relêvo, a despeito de igual vigor da drenagem nos dois sentidos. A carta em escala 1:20.000 deixa bem claro, o que no terreno pode ser observado no quilômetro 19 da antiga rodovia para Campinas, e no 21, da via Anhanguera.

Evidente não serem os fatos apontados fruto de simples coincidência. Se é verdade que a disposição dos corpos rochosos em parte os explica, como a presença de xistos obrigando a drenagem subsequente para leste, do córrego do Bananal, ela é manifestamente insuficiente para responder por todos.

A partir das nascentes do córrego do Horto para leste outros fatos vão permitir-nos levar essa direção morfológica a 8 quilômetros além, à bacia do Cabuçu de Cima. Basta um olhar à folha n.º II do Mapa Topográfico do Município (*), em escala 1:20.000, para perceber que, no mesmo alinhamento e em continuação ao eixo de dispersão de drenagem acima analisado, estendem-se o córrego do Horto, o ribeirão Tremembé e o baixo curso do Piquerí (v. fig. 1). Note-se que com esse alinhamento da drenagem coincide a faixa ao longo da qual, como referimos (Almeida, 1954), a superfície de erosão do alto Tietê mostra um degrau de desnivelamento com cerca de 25 metros.

O traçado leste-oeste desses cursos é aí verdadeiramente aberrante, numa área onde toda a drenagem apresenta profunda adaptação às direções nordeste das estruturas antigas. Examine-se mais uma vez a carta a 1:20.000. Note-se terem caráter compósito os referidos cursos d'água, que atravessam áreas de granito, gnaís e xisto, e isso a carta geológica de Moraes Rego e Souza Santos bem evidencia.

Esses, os fatos morfológicos que criaram em nós a suspeita de uma zona de falhas reativadas, nesse trecho da borda norte do Planalto Paulistano. Restava comprová-lo no terreno, coisa que nos parecia quase impossível, a despeito da excelente carta geológica existente, mas pela primeira vez a profunda meteoração no clima tropical veio em auxílio do geólogo, pois a maior parte das pedreiras de granito lavradas a norte da cidade acha-se precisamente nesse alinhamento. Explicamos o fato pela profunda decomposição da rocha na região de relêvo mais suave da superfície de erosão a sul, enquanto que no degrau o maior vigor dos processos mecânicos de erosão facultava a exposição, bem mais próximo à superfície, de grandes corpos de granito, em condições de lavra facilitadas pela saliência topográfica. Tais corpos são mais proveitosamente lavrados que os matacões, cuja exploração apresenta sabidos inconvenientes.

Um estudo atento das nove pedreiras existentes nessa faixa provou-nos que em todas as situadas ao longo do referido alinhamento da drenagem para leste os granitos sofreram fortes processos de cataclase, alcançando mesmo a milonitização em vários locais. Concluimos que o fato de em nenhuma dessas pedreiras ser possível obter paralelepípedos para

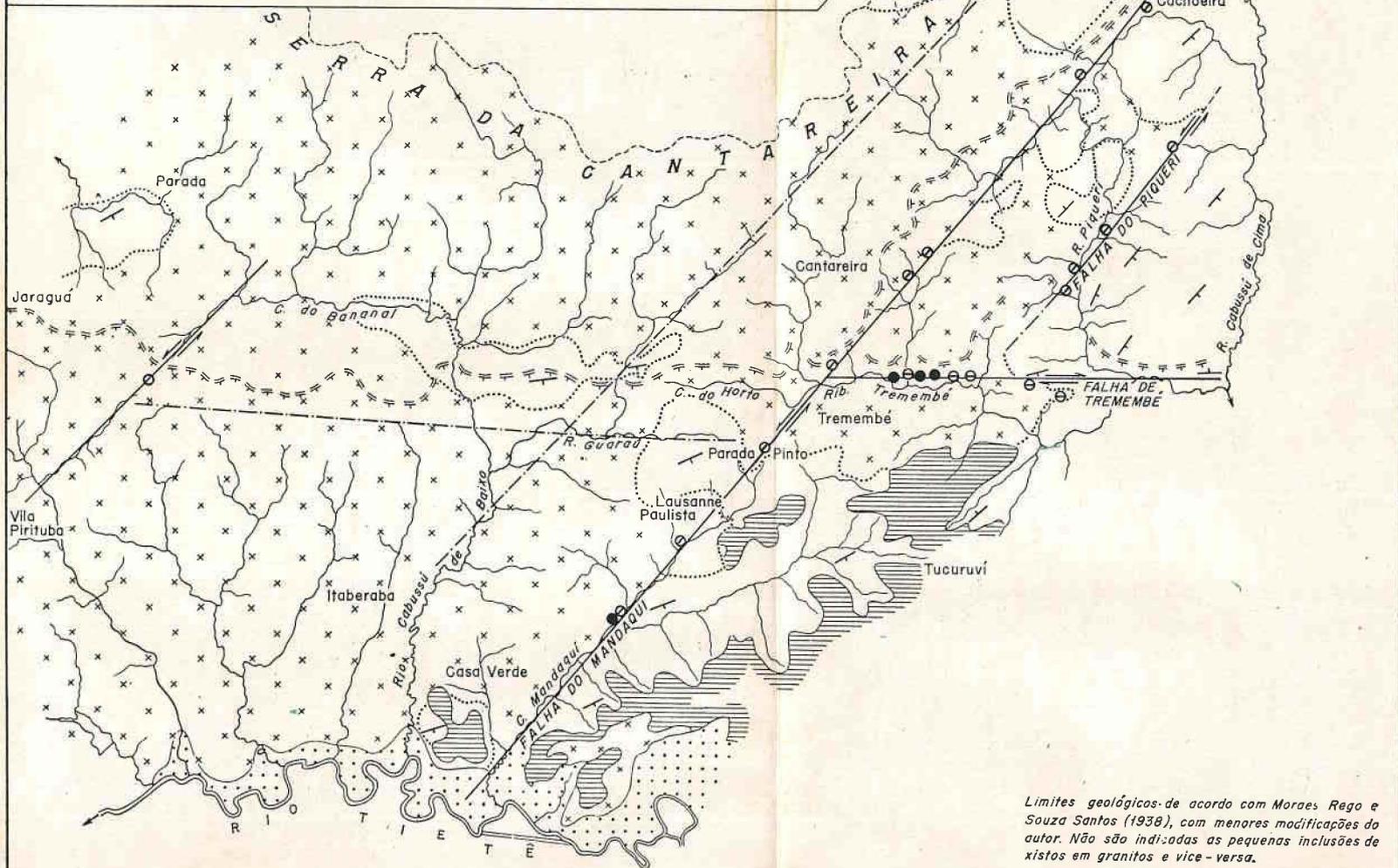
(*) Mapa Topográfico do Município de São Paulo, publicado em 1930 pela Prefeitura Municipal de São Paulo.

TECTÔNICA DA SERRA DA CANTAREIRA

F. F. M. de Almeida — 1953

- | | | | |
|---|--------------------------------|---|--|
|  | Granitos |  | Cataclasitos e milonitos |
|  | Série São Roque |  | Fontes de água radioativa |
|  | Camadas de São Paulo |  | Posição das camadas metamórficas |
|  | Quaternário da várzea do Tietê |  | Esçarpas de linha de falha ressurgidas |
|  | Falhas observadas |  | Limites do granito com a série São Roque |
|  | Falhas presumidas |  | Crista da Serra da Cantareira |

0 km 1 2 3
E S C A L A



Limites geológicos de acordo com Moraes Rego e Souza Santos (1938), com menores modificações do autor. Não são indicadas as pequenas inclusões de xistos em granitos e vice-versa.

calçamento deve ser em parte atribuído ao estado avançado de fraturamento da rocha, utilizável unicamente para brita.

Na pedreira de Tremembé, na estrada para Guapira a 400 metros a leste da estrada da Cantareira, a faixa milonitizada acha-se nas proximidades do britador, e se estende a centenas de metros para ENE, à pedreira São Jorge. O estudo das estrias nos espelhos de falha existentes na primeira evidenciou movimentos verticais dos blocos, com abaixamento relativo do bloco meridional. Numa antiga pedreira existente atrás da estação de Tremembé a lavra terminou em vasto espelho de falha, onde se pode ver apreciável espessura do granito Pirituba cataclástico e milonitizado, mas devido à direção NE do plano de falha ela parece pertencer a outro sistema, como veremos. Rochas de mesma natureza foram também identificadas num espelho de falha na pedreira, hoje abandonada, do Horto Florestal, e uma ocorrência em bloco isolado foi vista nas nascentes do córrego do Horto, próximo a um tanque aí existente. A oeste deste último ponto encontramos o granito localmente milonitizado na pedreira Vega, no final da estrada do Congo, porém na pedreira do Morro Grande, na mesma região, e bem assim na grande pedreira da E. F. Santos a Jundiá em Jaraguá, o fenômeno não foi observado.

A mais ocidental ocorrência de brechas e milonitos que conhecemos nessa faixa acha-se nas vizinhanças do quilômetro 20, da via Anhangüera, onde o granito está em contato com filitos. A localidade encontra-se a SW do morro do Jaraguá, sendo aí muito nítido o desnível do relêvo, que forma degrau logo além da zona de falha.

Exame ao microscópio, a que procedemos em lâminas de rochas dessas localidades, mostrou-nos existirem várias formas de fenômenos cataclásticos. As menos intensas resumem-se em simples fraturamento das bordas dos minerais do granito, que passam a fina poeira de quartzo a que se associam epidoto e sericita. As deformações das bandas de geminação dos plagicoclásios e da rede da microclina atestam os esforços. Esses tipos com estrutura em morteiro ocorrem em tôdas as referidas pedreiras, e a êles correspondem brechas e microbrechas.

Em estágio mais avançado o granito acha-se transformado em microbrecha onde os fragmentos de cristais de microclina e oligoclásio, partidos nas clivagens, são unidos por matriz de muito fina granulação contendo clinozoisita, quartzo e biotita verde-garrafa. Os fragmentos têm contornos arredondados mostrando terem sofrido rolamento durante movimentos diferenciais, bem típicos de zonas de falhas transcurrentes.

Em estágio ainda mais adiantado dêsse processo de moagem formaram-se rochas do tipo ocelar (*Augenstruktur*), percebido macro e microscôpicamente, onde os "olhos" são constituídos ou de fenocristais esmagados de microclina, ou de agregados, produtos de mais fina moagem dos minerais originais. Separam essas lentes faixas escuras contendo biotita e epidoto. Embora estejam muito fraturados e parcialmente transformados em sericita, calcita e clinozoisita, pode ainda notar-se claramente nessas rochas todos os constituintes originais do granito. Boas exposições dêste tipo de gnais lenticular foram examinadas em quase tôdas as pedreiras,

onde passam muito localmente a rochas fortemente laminadas, com cor cinza-esverdeada escura e aparência de xisto. Nestas só se percebem finos veios de minerais não totalmente esmagados, geralmente restos dos fenocrístais originais de microclina. São verdadeiros milonita-xistos e foram encontrados diversas vezes, formando camadas de centímetros a poucos decímetros de espessura no interior das massas cataclasadas do granito, alongadas no sentido E-W ou NNE, das zonas de falhas. Ao microscópio vê-se nesses milonitos, granulação extremamente fina, com laminação paralela muito regular, onde é impossível bem distinguir os componentes leucocráticos.

Em tôdas essas rochas a existência de quartzo em faixas, formando mosaico de textura mais grossa que a matriz moída, prova terem sofrido recristalização. Além disso, reações químicas processaram-se originando novos minerais, como sericita, epidoto, clinozoisita, carbonatos e actinolita (na fonte São Pedro). A própria biotita parece ter sido regenerada em algumas dessas rochas. Essa associação mineralógica atesta o importante fato de ter-se realizado tal dinamometamorfismo, pelo menos em parte, sob espessa cobertura. É um falhamento muito antigo, cuja cicatrização não foi suficiente para impedir movimentação moderna dos blocos, agora no sentido vertical, como o atestam estrias nos *slickensides*.

O exame atento da ocorrência de milonitos no interior do edifício onde se faz a captação de águas na fonte São Pedro mostrou-nos ter havido deslocamento, para oeste, do bloco meridional, que desceu num ângulo de 15°, fenômeno ligado ao desenvolvimento do processo de milonitização. Já nas superfícies espelhadas que encontramos na grande pedreira Tremembé referimos existirem estrias de fricção quase verticais que indicam ter o bloco meridional caído em relação ao outro, miniatura do fenômeno que deve ter provocado a deposição das camadas de São Paulo e originado as feições morfológicas apontadas.

Pelo menos um fato indica reabertura por movimentação relativamente moderna, dessas zonas de fraturas: as fontes São Pedro, Fontalis e N. S. de Lourdes, as duas primeiras situadas à margem da estrada de Guapira e a última a uns 150 metros dela, na estrada da Cantareira. Acham-se tôdas à margem esquerda do ribeirão Tremembé, num mesmo alinhamento com 0,6 quilômetros de extensão, e situadas na faixa de milonitos que passa nas pedreiras Tremembé e São Jorge. Nas duas primeiras pode ver-se a água radioativa, com temperatura ligeiramente superior à ambiente, surgir de entre milonitos. A associação do fenômeno de emergência da água a espaços abertos nessa zona de fraturas parece-nos fora de questão.

No trecho em xistos, na região de Jaçanã, nota-se que no alinhamento percorrido pelo baixo Piquerí a direção de xistosidade, orientada em torno de 50° NE em tôda a região que flanqueia a serra da Cantareira, passa a ser irregular, com frequentes orientações vizinhas de leste-oeste, e a própria carta geológica de Moraes Rego e Souza Santos é clara nesse sentido. O fenômeno parece atribuível às perturbações na zona de falhas.

Diante desses fatos é de se perguntar se os fortes declives com que a superfície de erosão do alto Tietê termina bruscamente à margem direita desse rio, em seu trecho entre a foz do Aricanduva e Quitauna, não teve também origem tectônica. Não só é esse alinhamento de escarpas suavizadas paralelo à linha de fraturas identificada mais a norte, e bem assim ao Tietê no trecho citado, como diante dele o embasamento está certamente deprimido de uma centena de metros em relação à soleira de Barueri, como nos demonstrou o exame de perfis de sondagem. Seria então o rio um curso subsequente, adaptado ao alinhamento de escarpas de linha de falhas escalonadas, exumadas com a destruição das camadas de São Paulo, e estaria explicada a assimetria do vale e o estádio avançado do ciclo fluvial na região vizinha à cidade. Aliás, uma falha nesse alinhamento foi-nos sugerida pelo exame ao estereoscópio, feito em fotografias aéreas verticais. Acha-se na zona granítica atravessada pelo rio Tietê ao sair êle do Planalto Paulistano. Trata-se de um curioso alinhamento, de direção muito vizinha de leste-oeste, de pequenos vales e ravinas, que se estende na região despovoada que vai desde uns 300 metros a norte do grande meandro encaixado de Osasco até atravessar o rio no seu trecho sinuoso a jusante de Barueri, como está indicado na nossa Carta Geomorfológica. (Almeida, 1954).

Na borda norte-ocidental do Planalto Paulistano não há somente um sistema de fraturas orientadas a leste-oeste, mas pensamos ter seguramente identificado outro, dirigido a cerca de 40° NE, retalhando o maciço granítico e produzindo deslocamento subhorizontais de seus blocos.

Uma falha desse sistema a NE percebemo-la no exame das fotografias aéreas, e foi confirmada no terreno. Atravessa a antiga rodovia para Campinas, na altura do quilômetro 18. À margem esquerda da estrada, nesse local, há uma exploração de granito. Na pedreira central, à margem esquerda do córrego, pode ver-se uma falha, orientada a 40° NE, com plano exposto inclinado de 70° para SE. O granito, até a uns poucos metros desse plano, está cataclásado e tem diaclases e pequenas falhas satélites, espessadas de decímetros, em que se pode ver, pelos "slickensides", ter havido deslocamento relativo dos blocos orientais para NE, ao mesmo tempo que nessa direção aí se elevavam à razão de 13°. Na falha os blocos marginais estão microbrechados, havendo zona de avançada milonitização, às bordas da qual xistoidade algo inclinada permite deduzir o sentido do deslocamento relativo dos blocos, também confirmado pelos "gash veins". Nos espelhos não há indícios de ter havido movimentação recente dos blocos. A mesma zona de milonitos identificamo-la nas vizinhanças do marco quilométrico 18, em corte da rodovia, mas a profunda decomposição da rocha torna aí impossível qualquer estudo de detalhe. A mais profunda decomposição química na zona falhada, e isso pode ser observado nesta pedreira, levou à abertura, pela erosão, de dois vales, no mesmo alinhamento, ao longo de 4 quilômetros. Fluem respectivamente para o córrego Bananal e o ribeirão, afluente do Tietê, que a E. F. Santos a Jundiá acompanha a montante da estação de Pirituba.

Outra falha dessa zona dista cêrca de 1 km a NW da primeira. Ao longo dela estende-se um vale que vai ter ao ribeirão Vermelho em Vila Pirituba. Exame estereoscópico das fotografias aéreas parece indicar passar ela por trás, a uns 600 metros, da grande pedreira de Jaraguá (antiga Taipas), cruzar o divisor das bacias do Juqueri e Tietê e atingir a rodovia antiga para Campinas possivelmente nas vizinhanças do km 20. Ha aí uma pedreira em exploração, em cuja extremidade ocidental encontramos exposta a zona de milonitos a ela correspondente. Infelizmente a rocha está muito decomposta, e tem aspecto de filito alterado, com até pouco mais de um palmo de largura. A maneira como se dispõem os veios fraturados de quartzo indica, porém, que também aí o bloco oriental deslocou-se para NE em relação ao ocidental, e ser a falha transcurrente. Cremos possível a brusca inflexão feita pela orla terminal da área granítica logo a leste da estação de Jaraguá ser devida a um deslocamento para NE do bloco oriental dessa falha (ou do ocidental para SW), e se assim fôr, o rejeito horizontal será da ordem de cêrca de 800 metros.

Essa zona de falhas deve estender-se às faldas da serra de Ajuá, cuja escarpa extranhamente orientada a NE não seria a ela indiferente. Lembremos, nesse sentido, que a fonte de água radioativa de Botuquara, ao pé dessa serra, bem pode ser réplica das de Tremembé.

A presente pesquisa permitiu evidenciar a extensão do sistema de falhas orientadas a NE, ao trecho oriental da serra da Cantareira, mapiado por Moraes Rego e Souza Santos. Do exame da folha n.º IV do mapa do município, em escala 1:20.000, ressalta fato curioso, cuja verificação no terreno levou-nos a identificar extensa falha. Ao longo de uma faixa com 17 quilômetros de comprimento e tão sômente 300 metros de largura, orientada a 41º NE, desenvolve-se importante drenagem, de que participam o vale do Mandaquí desde quase sua foz, e seu afluente que passa em Lausanne Paulista; o vale tributário do Tremembé, onde está a pedreira Santa Evelina; o córrego Cassununga, a montante de onde o atravessa a rodovia para Bragança; o córrego, sem nome, afluente do Cabuçú de Cima, que a referida rodovia acompanha para chegar a Cachoeira, e o ribeirão Barrocada, a jusante da represa dêsse nome. Embora a posição dessa estreita faixa acompanhe, *grosso modo*, o contato dos granitos da serra com os xistos às suas faldas, a detalhada Carta Geológica de Moraes Rego e Souza Santos mostra ser sua estrutura heterogênea. Assim, o córrego Mandaquí perlonga tal contato a jusante de onde o atravessa a estrada do Imirim, mas daí para montante, dentro da referida faixa desenvolve-se um seu afluente, com 3,5 km de extensão, que cruza indistintamente xistos e granitos. O córrego Cassununga, acima de seu brusco cotovêlo na travessia da rodovia para Bragança, mantem-se dentro da faixa ao longo de 2 km, num traçado independente da estrutura, e isso é repetido pelo córrego de Barrocada a jusante da represa, embora neste caso seja mais manifesta a associação do vale ao contato dos xistos com granitos.

Êsses, os fatos morfológicos para cuja explicação fomos levados à pesquisa no campo, e os indícios de uma falha, então encontrados, são

suficientes para confirmá-la pelo menos ao longo de uma extensão de 13,5 quilômetros dessa faixa, entre o cruzamento do vale do Mandaquí pela estrada do Imirim e vizinhanças dos filtros da represa da Barrocada.

Dentro dessa faixa de 300 metros de largura há três pedreiras para exploração de granito. Na mais meridional, a de Lausanne Paulista, vê-se uma falha, logo à entrada, orientada a 40° NE, proximalmente vertical, e que tem faixa de brecha autoclástica, passando localmente a milonito, com até cerca de 2 metros de largura. Nos espelhos pode verificar-se ter o bloco ocidental subido para NE (ou o oriental descido para SW) num angulo inferior a 20°. Nesse local vê-se claramente ter o vale se aberto graças à maior profundidade atingida pela decomposição química ao longo da zona fraturada.

Outra pedreira nessa faixa encontra-se em Tremembé, no final da rua da Estação. A lavra foi há muito suspensa, terminada em vasto espelho de falha, vertical, orientado em posição paralela à já referida direção. O granito Pirituba está fortemente brechado e laminado, nas proximidades dessa superfície.

Na grande pedreira Brasileira (Santa Evelina) à falda da serra, vê-se logo à entrada uma falha, orientada a 40° NE, que exhibe a mais espessa zona de brechão e milonitização que examinamos na região, pois que ultrapassa 10 metros de espessura. Algumas lâminas miloníticas chegam a ser tão homogêneas que lembram "hornfels". A laminação que aí se desenvolveu como resultante do movimento diferencial, inclina-se fortemente para NW. Essa mesma faixa atravessa a estrada velha de Juquerí, onde se apresenta em bela exposição, mas a decomposição oculta-a na estrada da Cantareira.

Várias outras ocorrências de brechas e milonitos verificamos existirem dentro dessa faixa, entre Santa Cruz do Coriseo e Cachoeira, nos cortes da nova rodovia para Bragança. Assim, pode ver-se, em rochas profundamente decompostas, o contato dos granitos com xistos através de uma superfície plana, paralela à xistosidade, estando o filito muito corugado e transformado em micaxistos, numa largura de menos de 2 metros, a partir da falha. Não existe qualquer indício de feldspatização ou outra ação magmática no filito. O granito exhibe pouco além, nos cortes da antiga estrada, entre os quilômetros 19 e 20, claras zonas de brechas autoclásticas e milonitização.

Além de Cachoeira, a estrada do Departamento de Águas e Esgotos acompanha essa falha até vizinhanças dos filtros da represa da Barrocada, pelo que vai costurando o contato sub-retilíneo dos granitos com os xistos. São numerosos os locais onde, nas proximidades desse contato, podem ser observados indícios do metamorfismo dinâmico resultante do falhamento, sejam estruturas cataclásticas e miloníticas desenvolvidas na eruptiva, seja característico fraturamento lenticular, de tôdas as dimensões, manifestado pelos xistos. O contato dos granitos com xistos, tal como mapiado por Moraes Rego e Souza Santos à vertente ocidental do córrego a montante dos referidos filtros, parece indicar estender-se a falha ao longo dêle, até pelo menos aos confins do município da Capital, nas nascentes dêsse

córrego. Não seria outra a razão do traçado tão regular dêsse contáto. A curvatura de grande raio que êle apresenta resultaria de deflexão à esquerda que faz a falha do Mandaquí, já observável no trecho em que a acompanha a estrada do Departamento de Águas e Esgotos, a jusante dos filtros.

No baixo vale do Mandaquí, cujo traçado é claramente influenciado por essa falha, ela está oculta pelos aluvões quaternários, mas em pelo menos um local surge afloramento de ultra-milonito, com meio metro de espessura, indicando sua posição. Acha-se no terreno de uma olaria, à margem SW da estrada do Imirim, onde esta atravessa, a menos de 100 metros da foz, o afluente do Mandaquí que provém da estação de Parada Pinto. A cêrca de 300 metros a SW dessa estação também encontramos cataclasitos ligados à mesma falha.

Nessa faixa pelo menos uma fonte de água radiotiva existe, na pedreira Lausanne, em situação perfeitamente comparável às da falha de Tremembé.

Os fatos apontados mostram ser o contáto dos granitos com os filitos, nesse trecho, realizado por falha, e aliás o traçado retilíneo dêsse contáto já por si constitui interessante sugestão para que se pense em tal tectônica.

Outras falhas, pertencentes a êsse sistema, parece existirem na região. Examinamos parte da faixa mapiada por Moraes Rego e Souza Santos, como orto-gnais, que atravessa o médio vale do Piquirí, vindo da estrada que vai de Cachoeira à Vila Galvão. Não cabe dúvida ser essa rocha um cataclasito, como nos provou estudo microscópico. Ela pode ser observada em numerosos afloramentos desde aquela estrada até o entroncamento da de Bragança com a de Santa Maria. Essa falha do Piquirí, como a chamariamos, também põe em contáto o granito com xisto, em parte apreciável de sua extensão.

Em nossa figura 1 acha-se indicada, como inferida, uma falha que parece responder por outro curioso alinhamento de drenagem, agora inteiramente independente da ocorrência de xistos, pois que em quase tôda sua extensão atravessa área granítica. Uma faixa com não mais que 800 metros de largura, porém extensa de quase 20 quilômetros, é paralela à anteriormente examinada. Contém o traçado do rio Cabugú de Baixo até a foz do Guaraú; o dêste até as nascentes; o mais alto trecho do córrego da Cantareira e os dois principais formadores do córrego de Engordador. Curiosamente a metade nordeste dessa faixa é paralela à frente da serra. Tais fatos, a vista do que acima concluímos, parece sugerirem outra grande falha originando direção de reduzida resistência à erosão no interior da massa granítica, favorecendo o traçado retilíneo dessa drenagem. Não nos foi ainda possível verificar no terreno sua existência, pois quase todo seu traçado estende-se através da floresta da serra da Cantareira.

A origem e verdadeira natureza dêsses sistemas de fraturas da serra da Cantareira só poderão ser definitivamente esclarecidas após demorados trabalhos de campo. Parece-nos, todavia, não se tratar de fraturas relacionadas ao processo de intrusão do granito, pois que não apresentariam

mergulhos tão acentuados nem teriam componentes tão próximas da horizontal (R. Balk, 1948, pgs. 97-111), como observamos na Cantareira. Também não vimos nessas longas faixas milonitizadas, injeções de diques de aplito, pegmatito ou rochas básicas, que existem na região associadas a outros sistemas de fratura sem dúvida ligadas à tectônica original do granito. Tão pouco parece-nos compatível com tal origem a uniformidade de orientação e continuidade das estruturas planares observadas nas falhas de Tremembé e Mandaquí, a ponto de tanto se refletirem no traçado dos vales. Essas falhas, pensamos decorrerem de uma tectônica regional e terem caráter de "falhas de rasgamento" (*wrench faults*, af. E. M. Anderson, 1951, p. 15) (*) como o indicam seu traçado retilíneo, a presença de zonas de brechas e milonitos, a posição subvertical dos planos de falha e o deslocamento pròximamente horizontal dos blocos, assinalado nos *slickensides* e nas estruturas lineares dos milonitos. No sistema orientado a 40° NE os deslocamentos foram geralmente sinistrais, enquanto que destrais no próximo a EW. Pelo menos neste último foi verificado que movimentos póstumos se realizaram com abatimento do bloco meridional, refletido no relêvo, e abertura de espaços ao longo da zona falhada permitindo emergência de água radioativa pelo menos em três locais, como acima referido.

Não podemos avaliar a grandéza dos deslocamentos nessas falhas. A desigualdade litológica dos blocos em contato na falha do Mandaquí deixa supor ser de vários quilômetros seu deslocamento, o que não é estranhável em falhas dêsse caráter. Não cabe aqui discussão da mecânica dêsse fraturamento e o que dêle se conhece tornaria prematuro tal inquérito.

Embora a drenagem frequentemente se mostre adaptada à falha do Mandaquí, como indicamos, não duvidamos ser essa adaptação mero resultado de erosão diferencial, pois não vimos qualquer indício de reativação recente, no trecho conhecido dessa falha, que tivesse reflexo na drenagem.

Também na falha de Tremembé parece isso verdadeiro, mas aqui, e em sua possível extensão a oeste do córrego Mandaquí, o relêvo apresenta um degrau, como vimos, que deve ser interpretado como uma escarpa de linha de falha posterior à superfície de erosão do alto Tietê.

Os fatos que ora apresentamos evidenciam plenamente achar-se a borda norte da bacia sedimentar fraturada num jogo de falhas. Seu estudo, só agora iniciado, não permite ainda bem compreender a natureza e extensão dessas deformações. Elas não se limitam à região paulistana, mas Coutinho (1953, pgs. 21-22) acaba de provar sua presença na região de São Roque. O verdadeiro papel desempenhado por essa tectônica na história da bacia ainda nos é desconhecido, mas os fatos apontados mostram ter sido êle importante, e uma de suas consequências seria a deposição das camadas de São Paulo.

A litologia das camadas de São Paulo parece excluir o estabelecimento de condições de represamento extensivo que levassem a regime lacustre da

(*) *Transcurrent faults*, na primeira edição, E. M. Anderson, 1942. O mesmo que *décrochement horizontal*, ou *Blatt*.

importância do que se realizou na bacia do Paraíba. Em São Paulo predominou o fácies de planícies alagadiças, salvo talvez nos derradeiros episódios da deposição. Se as deformações que geraram a bacia houvessem precedido a sedimentação, ou acompanhando-a, fôssem relativamente rápidas, o estabelecimento de extenso regime lacustre a montante da soleira de Baruerí seria uma consequência necessária.

A deformação resultou num afundamento da bacia e não num levantamento da área serrana a jusante, pois aí está a superfície de erosão próximamente à mesma altitude que em torno da bacia, no planalto. Se êsse abaixamento tivesse sido posterior à sedimentação, ela teria anteriormente alcançado cêrca de 1.000 metros de altitude, excedendo o nível médio da superfície de erosão do alto Tietê. A altitude em que temos observado essas camadas nos confins da bacia, seja na zona de Arujá, na de Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim ou próximo à serra do Cubatão, nunca excede 835 metros, o que não admite se considere haver a deposição se efetuado até tão alto nível na região central da bacia.

Resta-nos concluir ter a sedimentação acompanhado o afundamento da bacia, havendo compensação entre ambos os fenômenos durante a maior parte do processo.

As condições de deposição, manifestadas nas variações litológicas desses sedimentos, refletem tal ambiente de entulhamento progressivo da bacia.

A espessura dos depósitos quaternários modernos das várzeas, na região paulistana, raramente ultrapassa uma dezena de metros e está sempre condicionada à altitude da soleira de Baruerí. A movimentação da bacia cessou antes do ciclo sedimentar atual.

O exame das cartas a 1:20.000 parece mostrar que também a sul do rio Tietê a superfície de erosão está inclinada para NE de 7 a 8 m/km, como nos indicaram perfis projetados, traçados ao longo do divisor do Jaguaré com o Bussocaba e o Carapicuíba (Almeida, 1954). Pode ter-se uma vista dessa inclinação olhando-se êsse divisor dos altos do Jardim Leonor, no Butantã.

Essas e outras deformações ainda não identificadas parecem suficientes para explicarem a presença das camadas de São Paulo até a altitude da base da sedimentação terciária na soleira de Baruerí, a 5 metros acima do nível atual do rio, num vale atravessado pela rodovia a um quilômetro antes dessa cidade, mas evidentemente não podem responder pela elevada altitude de até 835 metros que essas camadas alcançaram no Planalto Paulistano. A deposição atingiu o trecho do vale situado a jusante dessa soleira, no interior da serra (Almeida, 1952, p. 56) para quase alcançar Pirapora, e aí estão as camadas elevadas a até 70 metros acima do leito atual do rio.

Procurando investigar outra área onde deformações poderiam ter-se realizado, vamos mais uma vez recorrer à superfície de erosão do alto Tietê. Quem viaja de São Paulo para Pirapora, após a soleira de Baruerí passa a percorrer uma região com relêvo de morros sôbre os quais violentamente se destacam as serras graníticas e quartzíticas, cujos cimos

alcançam 1100 a 1200 metros de altitude. Se subir a um desses morros perceberá que seus altos se elevam a um nível médio de 800 metros de altitude. A superfície, definida por esse subnívelamento de cimos, pois que dela nada mais resta, vai terminar no sopé da serra do Japí ante o espigão sul do vale do Jundiuvira, penetrando pelo do Juquerí e alcançando também a região de Araçáriguama. Está fundamente entalhada, pois o rio Tietê nela se acha embutido de 70 a 110 metros. A partir da foz do Jundiuvira, não mais existem sinais dessa superfície, e aí falhamentos antigos são comprovados pela existência de importantes faixas de granito cataclástico e milonitizado que formam as corredeiras do rio e afloram na citada rodovia à sua margem. O Tietê percorre 4 quilômetros nessa zona de fraturas, seu traçado refletindo o fato, parecendo o mesmo se realizar com o baixo Jundiuvira. Acreditamos ser possível que nessa zona de falhas também tenham se efetuado movimentos que teriam obrigado o rio a elevar mais ainda seu gradiente a ponto de ultrapassar 85 metros a soleira de Baruerí. Isso explicaria a presença dessas camadas no interior de um vale tão jovem como o do Tietê, nesse trecho entre a soleira de Baruerí e Pirapóra, encravado como aí está na superfície de erosão. Aliás observamos que as camadas mais elevadas situadas nas vizinhanças de Baruerí, e tôdas as que examinamos na região entre Parnaíba e Pirapóra, são argilas, muito uniformes e com pouco material psamítico, em desconcertante contraste com o acidentado do relêvo da região em que se encontram, sugerindo condições de forte represamento da drenagem, às quais não seriam estranhas as argilas, descritas pelos técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, da parte central da cidade.

OBRAS CITADAS

- AB'SABER, A. N. — 1951 — *Sucessão de quadros paleogeográficos no Brasil do triássico ao quaternário*. Fac. de Fil. Sedes Sapientiae, Univ. Cat. de São Paulo, Anuário 1950-1951, pgs. 60-69.
- ALMEIDA, F. F. M. — 1952 — *Novas ocorrências de camadas supostas pliocênicas nos Estados de São Paulo e Paraná*. Soc. Bras. de Geol., Bol., vol. n.º 1, pgs. 53-58. São Paulo.
- — 1954 — *O Planalto Paulistano* in A. de Azevedo: *A cidade de São Paulo — estudo de Geografia Urbana*. Ass. dos Geog. Bras. e Dep. Geog. da Fac. Filos. Cien. e Letr. Univ. S. Paulo (Em impressão).
- ALMEIDA, F. F. M. e BARBOSA, O. — 1953 — *Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo*. Min. da Agric., Div. de Geol. e Miner., Bol. n.º 143, 96 pgs. Rio de Janeiro.
- ANDERSON, E. M. — 1951 — *The dynamics of faulting*. Oliver and Boyd Ltd., 206 pgs. London.
- BALK, R. — 1948 — *Structural behavior of igneous rocks*. 177 pgs. J. Edwards. Ann Arbor, Michigan.
- CAMARGO MENDES, J. — 1950 — *O problema da idade das camadas de São Paulo*. Ass. dos Geog. Bras., Bol. Paul. de Geog., n.º 5, pgs. 45-48. São Paulo.

- COU TINHO, J. M. V. — 1953 — *Petrologia da região de São Roque, São Paulo*.
Fac. de Fil., Ciên. e Letr., Univ. São Paulo. Bol. n.º 159, Miner., n.º 11, 80 pgs.
- FLORENÇANO, P. C. e PENTEADO, A. R. — 1950 — *Paisagens do Tictê*. Ass.
Geog. Bras., Bol. Paul. de Geog., n.º 6, pgs. 52-61. São Paulo.
- FREITAS, R. O. — 1951 — *Sobre a origem da bacia de São Paulo*. Ass. dos Geog.
Bras., Bol. Paul. de Geog., n.º 9, pgs. 60-64. São Paulo.
- MAWE, J. — 1812 — *Travels in the interior of Brazil, etc.* Longman, Hurst, Rees,
Orme and Brown. Paternoster-Row.
- MORAES REGO, L. F. de — 1933 — *As formações cenozóicas de São Paulo*. Esc.
Politecnica de São Paulo. Anuário, 1933, pgs. 236-267.
- MORAES REGO, L. F. e SOUZA SANTOS, T. D. de — 1938 — *Contribuição para
o estudo dos granitos da Serra da Cantareira*. Inst. de Pesq. Tecnol. de São
Paulo, Bol. n.º 18, 162 pgs.
- PICHLER, E. — 1950 — *Estudo regional dos solos de São Paulo*. "Rev. Politécnica",
ano XLVI, n.º 156, pgs. 5-9. São Paulo.
- SANTOS, R. S. — 1954 — *in* Min. da Agric., Div. de Geol. e Miner., Relat. anual do
Diretor, Ano de 1953; pgs. 84 a 87. Rio de Janeiro.
- SETZER, J. — 1949 — *Os solos do Estado de São Paulo*. Cons. Nac. de Geog.,
Biblioteca Geog. Bras., Publ. n.º 6, ser. A., 387 pgs. Rio de Janeiro.
- VARGAS, M., e BERNARDO, G. — 1945 — *Nota para o estudo regional do solo
do centro da cidade de São Paulo*. "Rev. Politécnica" ano XLI, n.º 149,
pgs. 215-218. São Paulo.
- WASHBURNE, C. W. — 1930 — *Petroleum geology of the State of São Paulo*.
Com. Geog. e Geol. de São Paulo, Bol. n.º 22, 272 pgs. São Paulo.
- WOODWARD, A. S. — 1898 — *Considerações sobre alguns peixes terciários dos xistos
de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil*. Mus. Paulista, Rev. t. III, pgs. 63-75.
São Paulo.

Agosto de 1955