

GEOMORFOLOGIA DA REGIÃO DE SOROCABA E ALGUNS DE SEUS PROBLEMAS

ELINA O. SANTOS

Em abril de 1951, conforme o próprio Boletim Paulista de Geografia já noticiou (N.º 9, outubro de 1951), a Dra. ELINA O. SANTOS, sócio cooperador da seção paulista da A.G.B. e 1.º assistente da cadeira de Geografia Física da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo, doutorou-se em ciências por esta Faculdade.

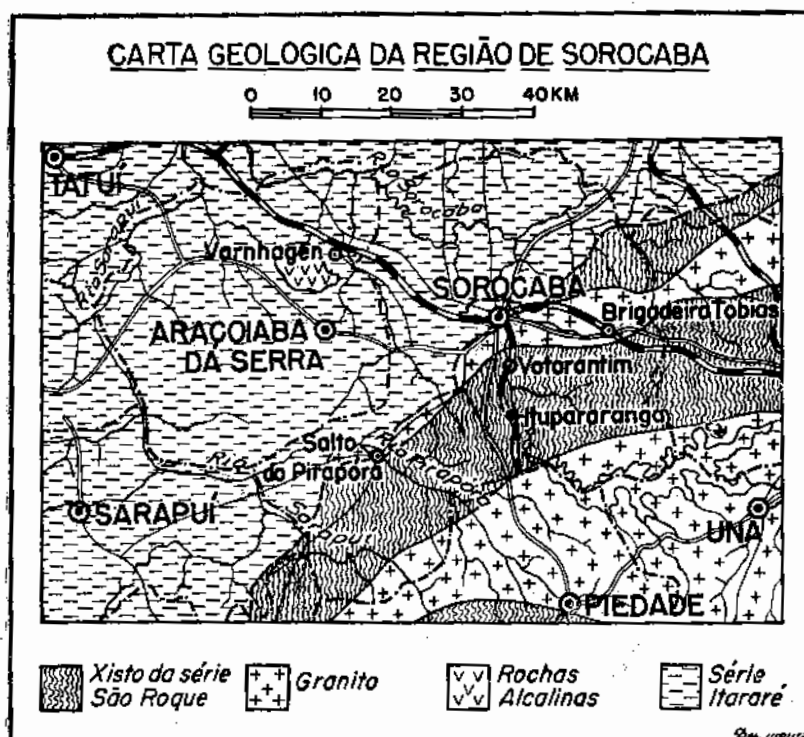
De sua tese, ainda inédita — A industrialização de Sorocaba (Bases geográficas) são as páginas que aqui transcrevemos.

I — O RELEVO E A ESTRUTURA DA REGIÃO DE SOROCABA.

As áreas geomórficas. — A observação do relevo na região de Sorocaba, feita de qualquer ponto alto dos arredores da cidade (bairro do Cerrado, vila Barão ou Parada do Alto), permite-nos distinguir quatro níveis gerais nas altitudes, níveis estes que se prendem, de maneira bastante estreita, às principais áreas geomórficas da região. Só nos preocuparemos com os níveis gerais. Os níveis intermediários — várzeas alteadas e terraços fluviais não serão considerados, no presente estudo.

As áreas de relevo pertencentes ao primeiro nível geral de altitude (900 m, em média) encontram-se em extremos do campo visual: sul, leste, nordeste e noroeste. O relevo saliente destas pequenas porções é popularmente conhecido como "serra". Toda a faixa de topografia semi-montanhosa da parte oriental da região de Sorocaba constitui ramificações da serra de Paranapiacaba. Ocupa área de 200 km² aproximadamente, orçando a extensão da linha principal de cumeadas em 40 quilômetros. Pela sua feição topográfica particular é a serra de SÃO FRANCISCO a que mais nos interessa dentro do conjunto de serras cristalinas.

Ao sul da cidade de Sorocaba, ergue-se a serra de São Francisco como um paredão rochoso de NE-SW, diminuindo gradativamente de altitude, à medida que avança para sudoeste. Está



a 900m. no sítio do Poço (junto à represa) e a 650m. na margem do rio Pirapora.

Na parte leste e nordeste, duas serras -- INHAÍBA e PIRAGIBU, apresentam cumes uniformemente nivelados e formas heterogêneas, próprias às rochas xistosas da série São Roque.

Outro acidente pronunciado, na morfologia regional, situa-se no quadrante noroeste. É a "serra" de ARAÇOIABA, unidade geomórfica importante, que merecerá atenção especial no decorrer do nosso trabalho. Este morro difere morfológica e genéticamente das serras cristalinas, constituindo relêvo de exceção dentro do conjunto suavizado da chamada "depressão periférica". Ainda mais é um morro tradicional na história do povoamento e da industrialização de Sorocaba.

Um segundo nível de 650 a 750 metros, estende-se nos sopés da serra de São Francisco. É representado por morros de formas variadas, constituídos de rochas xistosas da série São Roque, associadas a pequenas bossas graníticas, que bem merecem o nome de "amorreado" da região pré-serra de São Francisco. A morfologia desta área assemelha-se muito ao chamado relêvo apalachiano e abrange quase um terço da superfície da região estudada. É aí que se nota, de modo mais flagrante, a influência litológica nas minúcias topográficas. Distingue-se facilmente o relêvo das zonas de filitos e xistos, da topografia das áreas calcáreas e graníticas. A ação da erosão diferencial evidencia-se, entalhando vales nos filitos, ocasionando quebras de perfis nos xistos resistentes, ressaltando os morros de calcáreos mais silicosos e recobrimdo de mantos de areia e numerosos matacões as áreas de exposição de granito.

No conjunto do relêvo xistoso amorreado pré-serra de São Francisco, incluímos as serras de Piragibu e Inhaíba, apesar de apresentarem altitude do primeiro nível e desmembramos a topografia caracteristicamente granítica da orla periférica pertencente a vários níveis (segundo, terceiro e quarto), por constituir unidade geográfica distinta, como veremos no decorrer de nosso trabalho.

O terceiro nível de altitude (600 a 650 m) é o de maior extensão, pois recobre quase dois terços da área em estudo (norte, noroeste e oeste). Trata-se da zona de relêvo tabular da DEPRESSÃO PERIFÉRICA, onde dominam os espigões areníticos de topo plano da série Itararé. Este tipo de relêvo percebe-se a partir da própria área urbana de Sorocaba, podendo ser observado nos bairros ocidentais da cidade, tais como os de Cerrado e Vila Barão. É dentro desta área que o morro de Araçoiaba, pertencente ao primeiro nível, constitui relêvo de exceção.

Um quarto e último nível (500 a 550 m) corresponde às várzeas do rio Sorocaba e de seus afluentes. Resulta da acumulação fluvial e, como tal, apresenta as formas de pormenor próprias às planícies de inundação. Assim, difere totalmente dos outros três níveis conseqüentes de ação erosiva ou estrutural (Fig. 1).

Serra de São Francisco — Dominando a região, de nordeste para sudeste, alinha-se uma escarpa rochosa, verdadeira muralha (206 m de desnível), em cuja face noroeste aflora, em extensão apreciável, o granito porfiróide, sem nenhuma cobertura edáfica (Foto 1).



Foto 1 -- Vista geral da escarpa de granito da serra de São Francisco. A deviação da mata deixou exposta a rocha viva -- granito porfiróide, extremamente alterada. Observa-se, à direita, o profundo entalhe escavado pelo rio Sorocaba. Os altos da serra parecem representar o nível de um peneplano antigo parcialmente esculpado.

(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).

O topo da serra, bastante aplainado, é coberto de matacões e profundamente seccionado pelo rio Sorocaba na forma de grande "cañon" (Foto 2).

Sobre a geologia da serra de São Francisco, escreve KNECHT (1946, pg. 117):

"Não há dúvida que a ascensão do magma granítico da serra de São Francisco provocou, primeiramente, um empinamento e arqueamento dos xistos e calcários da série de São Roque; e, posteriormente, estas rochas algonquianas, que cobriam o cume do batolito granítico, foram destruídas pela erosão. Depois, em época geológica mais recente, houve a formação de fraturas e deslocamentos que determinaram a morfologia atual da região. Assim, o contato setentrional do granito com os xistos da série de São Roque apresenta-se como um conjunto de deslocamentos paralelos, orientados quase concordantemente com o eixo do batolito granítico, a diferença das direções sendo apenas de poucos graus".

A transcrição acima fornece-nos os elementos necessários à compreensão da geomorfogênese dessa área. O granito porfiróide ("olho de sapo") aflora na face escarpada da serra num alinhamento retilíneo. Esta feição topográfica e os estudos geológicos de KNECHT (Fig. 2) fazem-nos considerar a escarpa como um espelho de falha

em fase de dissecação intensa por parte dos agentes de erosão e intemperismo, sendo uma falha antiga, recentemente restaurada.

A exumação da falha criou a ruptura de declive, originando as numerosas quedas d'água que ali se encontram atualmente. Graças a estas condições naturais, foi possível o aproveitamento da força hidráulica, base geográfica primordial da industrialização de Sorocaba.

Região pré-Serra de São Francisco. — Ocupando uma área maior do que a da serra de São Francisco e frontal a ela, encontramos uma zona xistosa, topograficamente mais baixa, porém de relevo muito mais movimentado — “amorreado”, bem diferente da primeira nas minúcias morfológicas. Esta área pré-serra de São Francisco corresponde às faixas de xistos, calcáreos e filitos da série São Roque e a bossas graníticas restritas, aparentemente não afetadas por movimentos tectônicos. A morfologia geral desta zona é caracterizada por uma série de alinhamentos alongados, no sentido geral da série São Roque (NE-SW), lembrando em muito o chamado relevo apalachiano (Foto 3). A forte ação da erosão diferencial mostra-se no traçado geral das ondulações, bem como nas minúcias topográficas. Os morros calcáreos mais sílicos (700 — 750 m) salientam-se na topografia geral (Foto 4), enquanto as zonas de filitos e calcáreos menos resistentes apresentam perfis mais suavizados, constituindo partes deprimidas da região (vide fig. 1). Esta faixa xistosa, prolongando-se para nordeste, vai constituir um conjunto de morros mais acentuados (850 — 950 m) e de formas heterogêneas das “serras” de Inhaíba e Piragibu. A parte mais elevada da região (950 m) é a serra de Piragibu, limite extremo da região em estudo. Como já dissemos, estas serras, embora situadas no plano do primeiro nível de altitudes, estão incluídas no segundo nível, pelo seu modelado e estrutura. Uma e outra fazem parte do conjunto geomórfico do Estado, conhecido por serra de Paranapiacaba. As formações metamórficas da série São Roque são bastante entalhadas, devido às diferenças litológicas, apresentando como resultado formas heterogêneas, como acontece geralmente, nas áreas quartzíticas limitadas, associadas a xistos menos resistentes, em nosso Estado (Fotos 5 e 6). A alternância de faixas de xistos e filitos com quartzitos implicou em esculturação, diferente no conjunto e no pormenor.



FIG. 2 — Boca do "cañon" do rio Sorocaba. Observam-se os blocos de granito desnudos e o nível de erosão do cume.

(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).

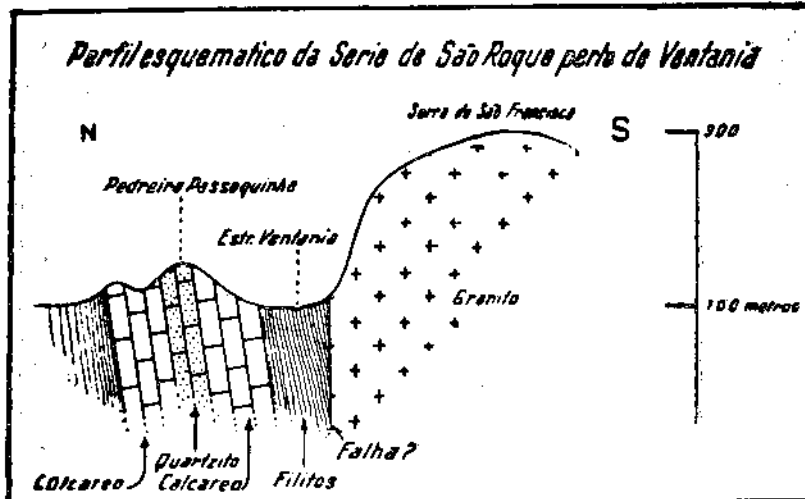


FIG. 2 — Perfil do contato geológico da Serra de São Francisco com a região pré-serra, apud KNECHT. Está bem ressaltada a escarpa, linha de falha originada no contato da exposição granítica com as rochas menos resistentes (filitos) da série São Roque. Notem-se também os efeitos da influência litológica na esculturação das formas de pormenor.

Para descrevermos a estrutura da série São Roque, naquilo que é de interesse geral para a compreensão da estrutura da região de que estamos tratando, preferimos recorrer a MORAES REGO (1935, p. 29-29) :

“O aspecto estrutural mais freqüente é vasta seqüência de rochas com a inclinação no mesmo sentido, salvo perturbações locais: são de dobras isoclinais. Em certos casos, é possível observar a ligação de um flanco a outro paralelo em dobras complexas, sinclinais e anticlinais de eixo inclinado.

As dobras, com freqüência, são acompanhadas de falhas de escorregamento, como sóe acontecer na maioria dos casos análogos. Têm-se então estruturas imbricadas. Nos calcários, menos elásticos que os filitos, a produção de falhas é mais fácil e inevitável, mesmo em casos de ângulos relativamente grandes. Da mesma maneira nos quartzitos”.

O mesmo autor, após comparação entre as estruturas da série São Roque e a série de Minas, ressalta (p. 35-36) :

“As estruturas são absolutamente comparáveis. Predominam dobras isoclinais, que indicam se terem feito sentir esforços orogênicos enérgicos, dobras das quais só subsistem restos poupados pela erosão”.

Todo êsse conjunto pré-devoniano, peneplanizado de há muito, encontra-se, hoje, bastante reentalhado, oferecendo, nas condições particulares de sua geologia e morfologia, os elementos fundamentais para o desenvolvimento industrial de Sorocaba. Na base da exploração mineral originou-se a indústria da cal e do cimento e, graças às condições particulares do relêvo e drenagem do tipo apalachiano, foi possível a construção de represas e barragens necessárias à instalação de usina hidro-elétricas que muito propulsionaram a industrialização regional de Sorocaba.

Região de morros e outeiros graníticos — Dentro do conjunto relativamente montanhoso, esculpido nas rochas metamórficas da região, destaca-se uma área granítica de formas peculiares que se estende de E-W, degradando-se topograficamente. O granito que aí aflora corresponde a intrusivas post-série São Roque. Assim, de leste a oeste, formas pormenorizadas, conhecidas nas topografias graníticas das regiões quentes e úmidas, sucedem-se à vista do observador.

O relêvo mamelonar da parte oriental da vila de Brigadeiro Tobias, a 750 m, gradativamente perde altitude, à medida que caminhamos para oeste, onde sua presença somente é percebida à meia encosta dos espigões areníticos (575-550 m). Processa-se a degradação topográfica, de E-W, passando o relêvo granítico a pertencer,

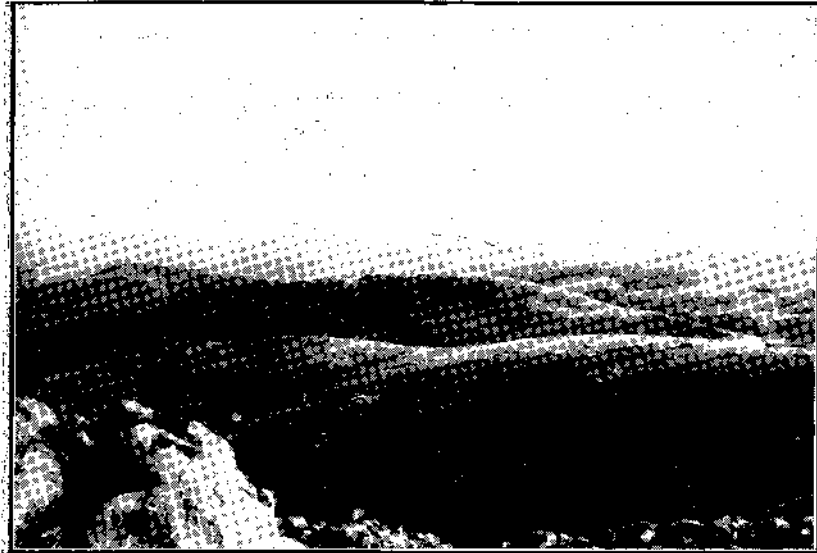


Foto 3 — O relevo amorrado da série São Roque, nos sopés da serra de São Francisco. Área xistosa de filitos, xistos e calcáreos do relevo amorrado tipo "apalachiano", frontal aos paredões graníticos da serra de São Francisco.

(Foto E. O. Santos, 1949).

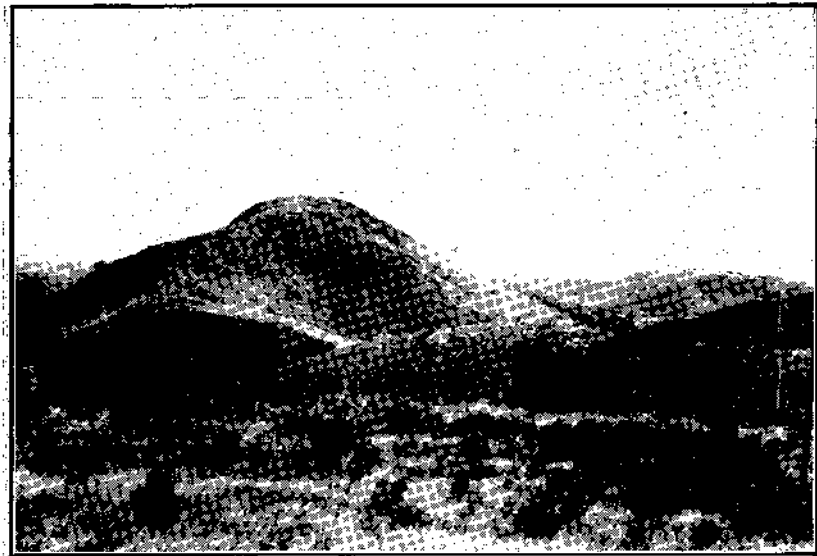


Foto 4 — Um pormenor do relevo da série São Roque: silhueta de morro esculpido em calcáreo, com alta percentagem de sílica, na área pré-serra de São Francisco.

(Foto A. N. AV'Saber, 1949).

sucessivamente, ao nível inferior de altitude entre os níveis gerais da região.

Observa-se, ainda, que os morros mamelonares dominantes na vila de Brigadeiro Tobias não possuem a clássica forma de meia laranja, nem as chamadas "garupas" tão comuns no vale do Paraíba. São morros de encostas íngremes, demonstrando minúcias particulares da esculturação em rochas maciças sob clima quente e úmido, do tipo tropical. Nos entevãos dos morros formam-se, em geral, pequenos planos aluviais, dando a impressão de que uma colmatagem generalizada se processou, soterrando a base dos morros pela acumulação excessiva dos sedimentos transportados.

Já a meio-caminho entre Brigadeiro Tobias e Sorocaba, um relevo original de outeiros recobertos de arena e de numerosos matações se nos mostra como o resultado do trabalho erosivo atual, exumando as formas de pormenor de uma antiga superfície peneplanizada, ou seja, do assoalho pré-glacial (Fotos 7 e 8).

Na rodovia de São Paulo — Sorocaba (já na entrada da cidade), percebe-se a presença do granito no leito da estrada, bem como nas encostas dos vales, inclusive o do rio Sorocaba, tanto no bairro de Santa Rosália, a nordeste da cidade, como nos bairros do Lageado e Parada do Alto, situados ao sul.

Digno de menção é o fato de, numa área sobretudo desenvolvida (132 km², aproximadamente), os granitos aflorarem como rochas constitutivas do assoalho cristalino. Daí decorrerem, freqüentemente, arenitos nos espigões interfluviais e granitos nos vales e nas contra-encostas.

Devemos acrescentar à observação feita no campo, confirmada posteriormente pela análise de fotografias aéreas, a estreita relação entre as áreas dos solos oriundos dos granitos com a maior intensidade da ocupação e aproveitamento da terra. A zona entre Sorocaba e Salto de Pirapora é um bom exemplo deste fato: havia melhor aproveitamento agrícola nas áreas de exposição dos granitos; nos arenitos encontramos apenas culturas muito reduzidas, dominando grandes extensões de pastos ou terras inaproveitadas; e quando eram calcáreos que afloravam, dominavam atividades da indústria extrativa das pedreiras calcáreas. Esta observação, de modo geral, é válida para toda a periferia da região, onde a alternância de rochas do embasamento cristalino e do capeamento sedimentar implica para as atividades humanas em diferente aproveitamento do solo.

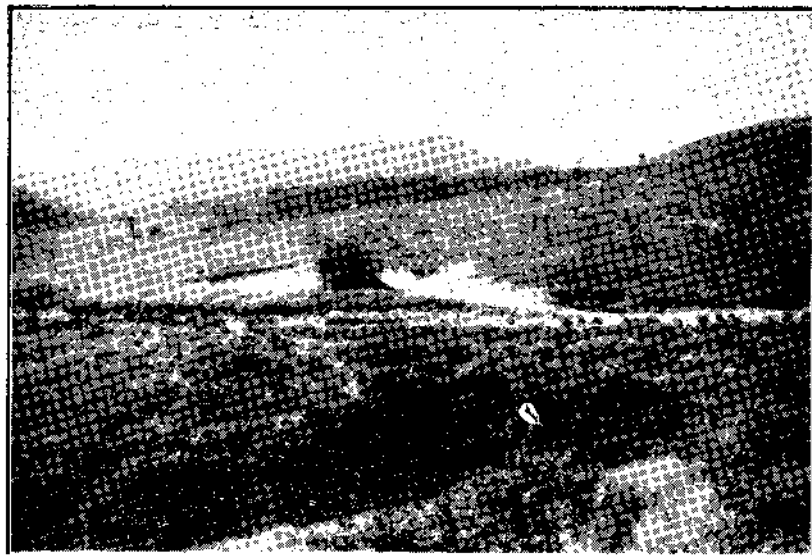


Foto 5 — A serra de Inhaíba. Observa-se forte reentalhamento, indicando acentuadas diferenças litológicas. A morfologia geral assemelha-se muito à das áreas quartzíticas conhecidas no Estado de São Paulo.

(Foto E. O. Santos, 1949).



Foto 6 — Rejuvenescimento do relevo na área vistosa da série São Roque, a 3 km a leste da vila de Brigadeiro Tobias

(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).

Zona de relêvo tabular dos arenitos — A topografia tabular dos arenitos da série Itararé estende-se por quase 2/3 da região de Sorocaba-Araçoiaba da Serra, constituindo relêvo de grande unidade morfológica.

Desde a área urbana de Sorocaba, a perder de vista, desdobram-se, para norte, noroeste e oeste, os espigões ondulados de arenitos,, guardando altitude média de 600 a 650 m nos tôpos planos. Nos vales e encostas suaves (550 a 600 m) afloram, como vimos, rochas, do assoalho cristalino (zona de Sorocaba — Salto de Pirapora). De maneira geral, o relêvo próprio da “depressão periférica” é de uma superfície muito suave, cuja diferença de nível, do tôpo dos espigões ao talvegue dos cursos d’água, é, quando muito, de 50m. Nota-se, contudo, um certo reentalhamento nas formas de pormenor (Foto 9). Em certos trechos da região os arenitos estão em vias de desnudação completa e, por isso, apresentam fraca espessura, ficando reduzidos aos espigões inter-fluviais (Foto 10).

A morfologia geral desta zona de relêvo tabular, com exceção do morro de Araçoiaba, apresenta grande homogeneidade. Fato, aliás, que caracteriza o relêvo do segundo planalto paulista e do qual a região faz parte. Geologicamente, a zona de topografia tabular pertence à série Itararé, constituída por tilitos, arenitos, conglomerados e varvitos. Alguns autores já nos deram boa contribuição para seu conhecimento. Dentro êles, são básicos os trabalhos de LEINZ (1937). Êste autor, após minuciosos estudos sobre a petrografia dos sedimentos permo-carboníferos, discute o problema da glaciação permo-carbonífera e o da morfologia do assoalho pré-glacial. Graças a seus estudos, podemos afirmar que os tilitos são provenientes quase exclusivamente de morainas basais, enquanto os arenitos, os conglomerados e os sedimentos argilosos originaram-se dos tills, após a fusão das geleiras.

Para melhor compreensão de alguns problemas geomorficos regionais, de que trataremos ã parte, lembramos dois fatos: o primeiro, ter sido a espessura média da série Itararé em São Paulo, revelada pelas sondagens, no mínimo de 400 m, com cinco horizontes separados de tilitos; o segundo, a diferença morfológica apresentada ao norte e ao sul da superfície pré-glacial do Brasil Meridional. A êsse respeito, são concludentes as palavras de LEINZ, tanto para o primeiro como para o segundo fato:

1) “A espessura glacial varia entre 70 e 90 ms., sendo que se observam valores muito semelhantes aos anteriores para as cinco oscilações reveladas pelas sondagens citadas. Como a mudança de facies repete-se por cinco vêzes, de maneira semelhante à que foi observada em uma só fase de certa glaciação,



Foto 7 — Pequenos outeiros graníticos recobertos por grande número de matocões e por espessa areia de decomposição. Assolho em vias de recantamento. Arca de pastos pobres. Sítio de beira-de-estrada.

(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).

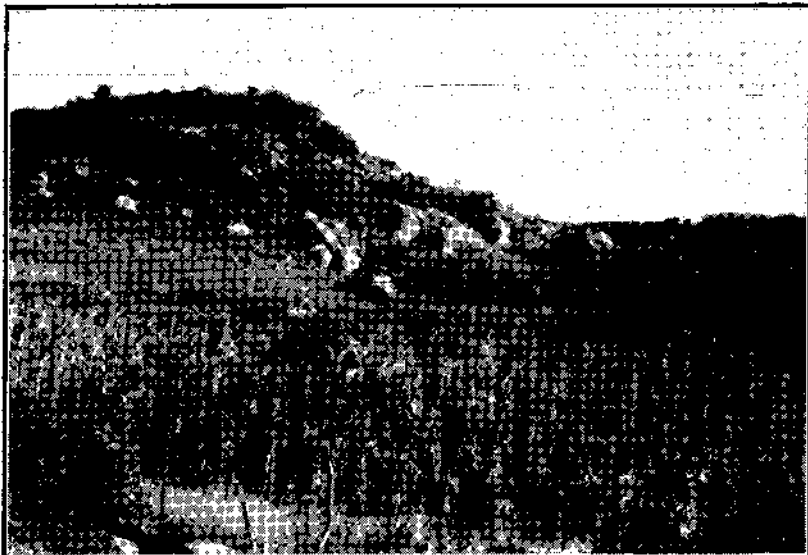


Foto 8 — Outeiro granítico exumado da antiga superfície peneplanizada, aproximadamente quatro quilômetros a leste de Sorocaba. Pequenas culturas de milho e de abacaxi nos entevãos dos outeiros.

(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).

podemos concluir com muita probabilidade de certeza que cada ciclo completo de variação do fácies dos sedimentos corresponde a uma época glacial sendo que os tilitos constituem depósitos acumulados durante a época glacial propriamente dita, ao passo que os sedimentos arenosos, argilosos e carbonosos formaram-se na época post-glacial. Além das plantas fossilizadas, também a presença dos depósitos que correspondem a um só tempo glacial serve de argumento para se afirmar que tenham ocorrido cinco épocas glaciais na região ao norte da zona interessada pela glaciação" (1937, p. 38);

2) "durante os tempos glaciais o escudo rio-grandense ocupava um nível relativamente elevado, de modo que sobre ele não havia possibilidade de sedimentação glacial, predominando ao contrário uma forte erosão que forneceu em parte o material para os depósitos glaciais argentinos e uruguaios. Só na última fase da glaciação se depositaram no Rio Grande do Sul, sedimentos de fraca espessura em pequenas depressões morfológicas já existentes" (1937, p. 42).

Espécies vegetais próprias dos campos invadiram a zona sedimentar, acentuando desta forma as diferenças geomórficas existentes entre a porção ocidental e a oriental da região de Sorocaba.

A pobreza pedológica e mineralógica dos terrenos da série Itararé não favoreceu o aproveitamento agrícola nem o industrial, exceção feita da pequena área do morro de Araçoiaba, de constituição geológica diferente.

A morfologia suave dos espigões areníticos levou o povoamento e as comunicações a se estabelecerem no topo suavemente tabular, característica esta, aliás, generalizada no Estado de São Paulo.

Morro de Araçoiaba — Salientando-se por entre o relêvo dos espigões areníticos tabulares, ergue-se a chamada "serra" de Araçoiaba. Note-se que este acidente do relêvo regional não passa, na realidade, de um morro isolado, a 350 m acima do nível da região (600-650 m).

A silhueta do morro toma grande realce, por constituir relêvo de exceção, dentro da grande área de relevo tabular. Embora de gênese complexa, assemelha-se fisiograficamente a uma mesa irregular, com cerca de oito quilômetros, por quatro a seis quilômetros de largura e 300 m de altura (Fotoll).

Quem viaja de Ipanema para as jazidas de apatita, existentes no meio do morro, tem oportunidade de analisá-lo mais pormenorizadamente, percebendo quanto sua superfície é irregular. Suas encostas se apresentam ora relativamente abruptas, como paredões escalonados, ora em planos suaves como rampas naturais de acesso. Tais irregularidades são devidas à coexistência de rochas sedimentares e ígneas, de resistências diferentes, no edifício estrutural do morro. As encostas abruptas correspondem, de maneira geral, à exposição de-



Foto 9 — Zona arenítica entre Ponte Alta e Salto de Pirapora. Pormenor do relevo tabular: espigões suaves e vales largos, ligeiramente recantalhados.
(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).



Foto 10 — Zona de contato entre arenitos flúvio-glaciais pouco espessos e o embasamento cristalino representado, neste trecho, por filitos. Caminho de Aparecida, a 6 km a NE de Sorocaba.
(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).

rochas ígneas, assim como as rampas suaves a rochas sedimentares, principalmente areníticas, ligeiramente inclinadas. Nestas últimas podem ser vistos alguns blocos em forma de cogumelos e rochas pedestais, denotando certo trabalho eólico localizado (Foto 12).

A região de Araçoiaba tem sido estudada com certa acuidade em relação à sua geologia e petrografia, devido à presença dos minerais: magnetita e apatita. A existência da magnetita deu oportunidade para que ali se verificassem alguns ensaios da indústria siderúrgica brasileira. A possibilidade de exploração da apatita levou recentemente a novos estudos, que vieram contribuir para melhor conhecimento geológico da região. Salientam-se, neste particular, os trabalhos de КНЕЧИТ (1930), JACQUES DE MORAES (1938) e LEINZ (1940).

Sobre a gênese do morro de Araçoiaba, fala-nos LEINZ, muito claramente: "Esta serrinha se originou da intrusão do magma que causou o levantamento cuneiforme do embasamento cristalino e das camadas super-jacentes dos sedimentos glaciais." E para mostrar o mecanismo do levantamento, apresenta dois perfis (Fig. 3), que esquematizam os fatos geológicos que aí se processaram, correspondentes à situação geológica anterior e posterior à intrusão alcalina na estrutura do morro. Como salienta o autor, "o magma não atingiu a antiga superfície. Nas maiores elevações os sedimentos glaciais ainda são encontrados como tecto indicando que a intrusão se limitou às atividades plutônicas, sem passar às vulcânicas" (1940). Admite ainda o professor LEINZ que as rochas de Ipanema apresentam caracteres de rochas híbridas, devido à assimilação de material do tecto pela câmara magnética. Além desses fenômenos de endomorfismo, teria havido fenômeno de silicificações secundárias.

Interessa-nos lembrar o fato de ter sido mineralizado o morro de Araçoiaba, durante a fase de injeção do magma alcalino, razão pela qual sempre apresentou condições especiais à vida industrial na base da exploração mineral, aí nascendo a indústria siderúrgica brasileira.

Planícies aluviais do Rio Sorocaba — Para o observador que alcança a cidade de Sorocaba, após ter atravessado a região semi-montanhosa cristalina da parte oriental, as várzeas do rio Sorocaba constituem logo objeto de interesse pela sua extensão e forma de aproveitamento. Lembra, em muito, a paisagem das várzeas do alto Tietê, na bacia de São Paulo, onde o rio divaga por sobre os seus aluviões, paisagem esta minuciosamente descrita e estudada pelo

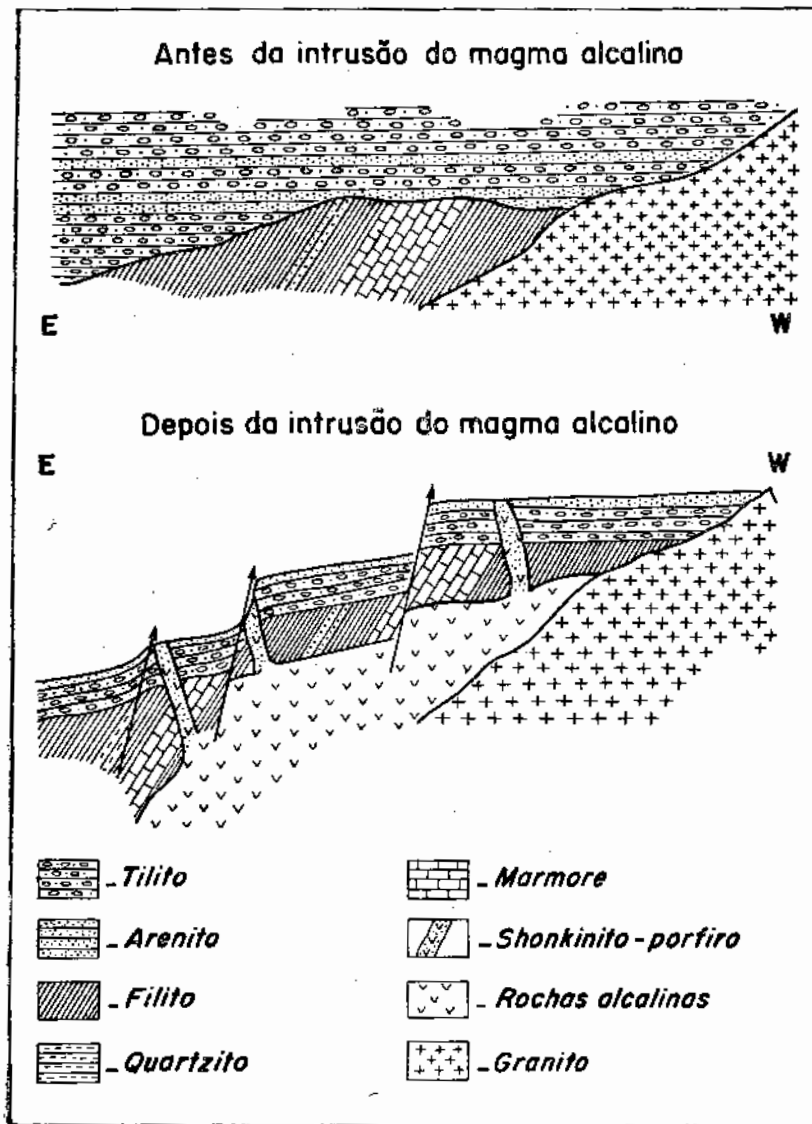


FIG. 3 — Mecanismo da intrusão alcalina na região do março de Araçoiaba, em representação esquematizada, apud LEINZ.

professor AZEVEDO (1945). Até certo ponto, podemos dizer que as várzeas do rio Sorocaba, à jusante das suas quedas d'água (zona xistosa), representam uma miniatura das extensas várzeas do alto Tietê. A diferença essencial entre as duas zonas varzeanas está na posição em relação às estruturas do embasamento cristalino: enquanto as várzeas do Tietê são planícies aluviais de solcira, localizadas à montante do trecho encachoeirado deste rio, as várzeas do rio Sorocaba, ao contrário, encontram-se à jusante da zona de quedas e corredeiras.

Até Votorantim, o rio Sorocaba é um rio conseqüente, passando a ter um curso subsequente somente no contato das rochas cristalinas com as formações sedimentares. Daí por diante, ele meandrea sobre os sedimentos recentes que se estendem frontalmente à região soleira de Votorantim, formando uma planície de inundação típica. Apresenta o conjunto de aspectos peculiares a essas planícies: meandros abandonados, lagoas de barragem fluvial em forma de ferradura e sinais de divagação extremada do curso.

As duas principais zonas de *solcira*, no perfil longitudinal do rio Sorocaba, dentro da área em estudo, são: a de Itupararanga, na serra de São Francisco, e a de Votorantim, nos subúrbios meridionais da cidade. No primeiro caso, a zona encachoeirada encontra-se nos granitos próximos ao contato da série São Roque; e no segundo corresponde a xistos mais resistentes da mesma série. Teve, para a industrialização da região de Sorocaba, interêsse excepcional a presença desses acidentes do alto vale do rio Sorocaba, pois, apoiado nêles, se processou o intenso aproveitamento hidráulico, fator básico na fase industrial atual. Por outro lado, os sedimentos argilosos das planícies aluviais do Sorocaba oferecem condições para o desenvolvimento de olarias, bem como a própria posição geográfica da várzea sorocabana, eixo geral da circulação ferroviária e rodoviária, atraiu a localização de estabelecimentos industriais.

II — PROBLEMAS GEOMÓRFICOS REGIONAIS

Considerações gerais — Os problemas da região em estudo enquadram-se nos fenômenos gerais da esculturação periférica do sistema Santa Catarina, na parte central do relevo do Estado de São Paulo.

Sabemos que, na margem oriental da bacia do Paraná, na região do contato das rochas cristalinas pré-devonianas com as formações sedimentares permio-carboníferas, processaram-se fenômenos generalizados de desnudação marginal estabelecendo-se a chamada



Foto 11 — Panorama do morro de Aracoiaba e da serra de Varshagen, ex-São João de Iguatema, em fotografia tomada da Estação Experimental. Note-se o relevo atual dos flancos da serra, constituído por um pacote de arenitos, localmente soerguidos.
(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).

“depressão periférica”, região esta relativamente deprimida entre o 1.º e 3.º patamar do planalto paulista.

Sob certos aspectos, a região de Sorocaba é um exemplo de como se processou a desnudação marginal localmente. AB'SÁBER, em trabalho recente (1949), focalizou e reviu os problemas gerais de circundesnudação na periferia da bacia do Paraná. Tratou, porém, do aspecto da questão de modo geral, insistindo no conjunto dos fenômenos em face do planalto brasileiro, não analisando casos regionais. Ora, para cada região desse imenso todo, os fenômenos de desnudação marginal agiram sob condições especiais, dando em consequência uma evolução particular. Poucas regiões podem mostrar, nêsse sentido, a complexidade de tais fenômenos como a região que é objeto de nosso trabalho. Ali evidencia-se o problema da desnudação marginal, em seus pormenores. A presença do arca-bouço geológico especial criou condições diferentes para a evolução dos fatos geomórficos.

Como já tivemos oportunidade de ver dentro da extensa área sedimentar da série Itararé, base do sistema Santa Catarina, houve uma intrusão alcalina localizada no morro de Araçoiaba, socorguendo, parcialmente, o embasamento cristalino e o respectivo capeamento sedimentar. Essa fase de injeção magmática foi acompanhada de perturbações tectônicas (pequenas falhas escalonadas), afetando, provavelmente, área maior do que a circunscrita pelo morro de Araçoiaba, onde as rochas eruptivas hoje se expõem.

O mapa geológico do Estado de São Paulo (I.G.G., 1948) considera o magna alcalino de Araçoiaba como sendo do jurássico, não havendo, porém, nada que prove cabalmente tal determinação cronogeológica. Certo é que a intrusão alcalina deve ter sido anterior à fase de desnudação marginal que afetou a região. Antes dêste processo, uma pilha de sedimentos, muito mais espessa, deveria recobrir toda a região de Sorocaba; entretanto, não sabemos quantos metros de sedimentos capeavam a zona do morro de Araçoiaba, nem, tão pouco, a seriação das formações que ali existiram. Se admitirmos porém, que, para a gênese do magna nefelínico, foi preciso determinado têtto de rochas encaixantes, a espessura do capeamento sedimentar deveria ter algumas centenas de metros.

Para a geomorfologia interessa apenas o conhecimento da extensão para leste da formação sedimentar, antes da desnudação. A descoberta, de KNECHT (1946), de arenitos flúvio-glaciais em área restrita na zona de Ventania, a 830 m de altitude, em plena área da série São Roque (Fig. 4), nos permite afirmar que os sedimentos da série Itararé transgrediam muito mais para leste. Esta ve-



FIG. 12 — Rocha em forma de congumelo, modelada nos arenitos flúvio-glaciais da serra Itararé (Quintal da sede da antiga Fazenda de Ipanema).
(Foto E. O. Santos, 1949).

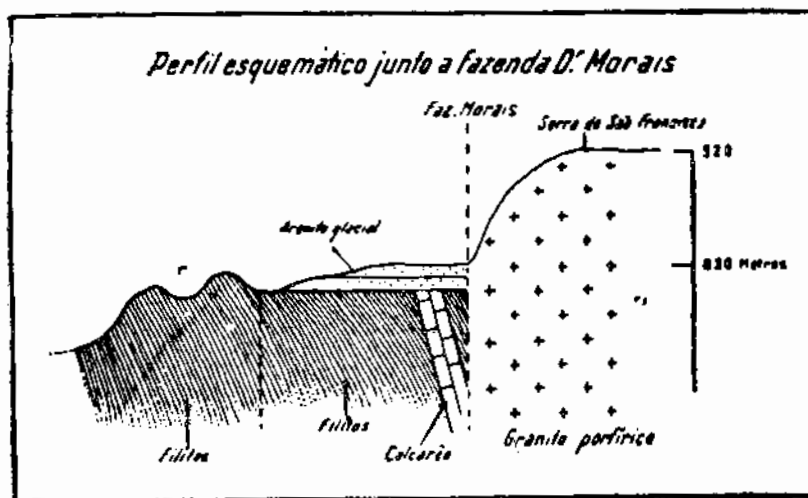


FIG. 4 — Perfil geológico mostrando a posição dos testemunhos de arenitos glaciais na base da serra de São Francisco, apud KNECHT.

rificação evidencia a extensão maior da cobertura sedimentar para leste, como indica falhamento posterior à deposição da série Itararé. Dadas as condições geológicas estudadas anteriormente, somente este raciocínio poderia explicar-nos a ocorrência dos sedimentos glaciais à altura tão apreciável (830 m). Estando na base da serra de São Francisco, as "argilas glaciais remanescentes justificam a suposição da presença de uma ou mais falhas junto ao contato com o granito" (KNECHT, 1946, pg. 182). Este último problema pertencente à tectônica leva-nos a um outro grupo de fatos, os quais passaremos a analisar.

Deformações tectônicas regionais — Os estudos de LEINZ (1940) e KNECHT (1946) para as "serras" de Araçoiaba e São Francisco, respectivamente, apontaram a existência de degraus de falhas.

Atribuímos a existência desses fenômenos tectônicos — falhas — na região de Sorocaba à intrusão do magma alcalino. Na zona de Araçoiaba, centro principal da atividade magmática, houve soerguimento do tecto através de uma série de falhas em pequenos degraus escalonados (vide fig. 2).

O abaulamento do tecto sedimentar originou, assim, a estrutura em *horst* do morro de Araçoiaba, já indicada por MORAES REGO (1932).

O principal fato a destacar é que o raio de ação dos fenômenos de vulcanismo e tectonismo, observados localmente, deveria ter sido muito mais amplo do que os estudos geológicos, até hoje realizados, demonstram. Um exemplo está na observação de KNECHT a respeito da gênese da serra de São Francisco.

Nossa grande dificuldade, porém, consiste em datar geologicamente essas deformações. Seriam sincrônicas as falhas das serras situadas em duas áreas opostas? Ou a fase tectônica da serra de São Francisco seria posterior a do morro de Araçoiaba? Apesar de ser um problema cronogeológico da alçada dos geólogos, somos levados a fazer algumas considerações a respeito, embora de caráter geral.

Temos algumas razões para acreditar no sincronismo dos dois fenômenos. Em primeiro lugar, porque sabemos, "a priori", que qualquer fase de vulcanismo e tectonismo tem capacidade de afetar áreas laterais bem maiores do que as do núcleo de atividade magmática propriamente dito. Além disso, devemos considerar a ocorrência dos sedimentos glaciais de Ventania, citados por KNECHT

(1949), a 830 m de altitude, situados aproximadamente 10 km de distância da atual zona de limite entre o cristalino e o carbonífero. Esses sedimentos carboníferos, localizados na base da serra de São Francisco, na posição de ângulo de falha revelam falhamento posterior a sua deposição.

Admitidos os argumentos de ordem geológica, podemos relacionar a fase tectônica, que deslocou o maciço granítico da serra de São Francisco, com a que movimentou os blocos areníticos do morro de Araçoiaba. Os blocos areníticos, que restaram sobre o pilar da antiga região da serra de São Francisco, no instante do falhamento, foram removidos posteriormente pelo trabalho prolongado da erosão, que se fez sentir com maior intensidade nos pontos altos do quadro geomórfico regional.

Dentre os argumentos de caráter puramente geomorfológico, a favor da hipótese dos falhamentos e do sincronismo dos fenômenos tectônicos, apresentamos os seguintes fatos: a feição escarpada da serra de São Francisco; a morfometria dos testemunhos glaciais na região de Ventania; o profundo "cañon" do rio Sorocaba, denotando nítida epigenia ao cortar transversalmente o maciço granítico da serra de São Francisco. Todos os fatos, considerados em conjunto, permitem-nos identificar a presença de ciclo tectônico, relativamente antigo, na região.

A drenagem — A observação da drenagem da região de Sorocaba corrobora a existência dos problemas geomórficos anteriormente estudados.

O tipo de drenagem generalizado na região em estudo é o dendrítico; todavia encontramos, coincidindo com as áreas diretamente afetadas por falhamentos, drenagem do tipo retangular (serra de São Francisco) e radial (morro de Araçoiaba).

O rio Sorocaba atravessa a região de SE-NW. O traçado de seu vale, no curso superior apresenta fortes indícios de epigenia. A observação de campo, apoiada na análise da carta topográfica e de fotografias aéreas, leva-nos a supor que as nascentes do rio Sorocaba sempre estiveram na zona semi-montanhosa da parte oriental da região. A garganta profunda, escavada nos granitos da serra de São Francisco, constitui, de per se, argumento favorável a respeito da maior extensão para leste do antigo capeamento sedimentar. Na realidade, uma hidrografia superimposta teria sido responsável pela remoção quase total dos sedimentos paleozóicos e pelo profundo corte no substrato granítico da serra de São Francisco. O rio So-



Foro 13 - Observar a direção das juntas do granito (ENE-WEW) onde o rio Sorocuba cortou profundamente seu leito.
(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).



Foro 14 - Área de contato geológico entre os granitos da serra e os xistos do relevo amovido de tipo apalachiano pré-serra de São Francisco. Notem-se os matocês das abas da serra, contrastando com a superfície lisa do relevo xistoso. Gargantas transversais seccionam as cistitas paralelas dos xistos. A usina hidroelétrica da Light, situada justamente no contato geológico e geográfico.
(Foto A. N. Ab'Saber, 1949).



Foto 15 — Matocões e outeiros graníticos de assoalho pré-glacial, entre Brigadeiro Tobias e Sorocaba.

(Foto A. N. Ab'Saber, (1949).



Foto 16 — Voçoroca esculpida nos terrenos graníticos do assoalho pré-glacial. Zona entre Brigadeiro Tobias e Sorocaba.

(Foto A. N. Ab'Saber, (1949).

rocaba, cortando transversalmente as juntas principais do granito (Foto 13) e seccionando as cristas da região pré-serra de São Francisco (Foto 14), confirma, uma vez mais, nossa hipótese.

Tem-se a impressão de que o rio Sorocaba, ainda nas proximidades da cidade, segue o traçado epigênico, só se adaptando subsequente-mente às imposições da estrutura no contato do embasamento cristalino com os sedimentos da série Itararé. Podemos observar esse fato a partir de Votorantim, para o norte, onde a presença de extensas várzeas mascara um tanto a percepção do fenômeno.

A topografia pré-glacial na região de Sorocaba — Geólogos e geomorfólogos, que se dedicaram a estudos da morfologia e estrutura do Brasil Meridional, têm procurado analisar o problema da natureza da topografia pré-glacial, no contato das formações cristalinas com a série basal do sistema Santa Catarina. WOODWARTH, DU TOIT, LEINZ, MAACK e CASTER, em seus estudos geológicos sobre os terrenos gondwânicos do Sul do Brasil, tiveram oportunidade de tratar do problema, legando-nos contribuições valiosas. Salientam-se, nesse particular, os "Estudos sobre a glaciação Permio-Carbonífera do Sul do Brasil", de VIKTOR LEINZ (1937).

O objetivo principal dos geólogos, todavia, tem sido determinar a linha de contato geológico entre as formações cristalinas e glaciais. Só raramente discutem o problema das conseqüências da desnudação marginal do capeamento sedimentar em relação à topografia atual, fato que preocupou DE MARTONNE em seu estudo sobre os "Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico" (1940).

Dos estudos dos geólogos se depreende que, na face oriental da bacia do Paraná, a topografia pré-Itararé oferece diferença, segundo se considere a parte norte (uniformidade) ou sul (irregularidade). VIKTOR LEINZ, que tratou do assunto, após discutir o problema da glaciação e da morfologia do assoalho pré-glacial, cita como exemplo o caso de Ipanema (dentro da região em estudo), onde o "tilito repousa sobre um embasamento granítico, quase plano ou fracamente ondulado" (LEINZ, 1937, pg. 29).

Em nossas observações de campo na região de Sorocaba, pudemos notar certa irregularidade no contato entre o assoalho cristalino e o capeamento sedimentar. Coordenando observações obtidas em sítios diversos, chegamos à conclusão de que, na realidade, o relevo pré-glacial deveria ter o aspecto atual, isto é, suavemente ondulado com outeiros e pequenos morrotes quebrando a uniformidade geral da topografia, aspecto esse semelhante ao observado na

maior parte da mesma superfície, considerada para todo o Estado de São Paulo.

DE MARTONNE (1940) foi o primeiro dos geógrafos a encarar o problema da "superfície fossil pré-permiana" e a distingui-la na topografia dos terrenos cristalinos que ficam na zona de contato geológico. Segundo suas idéias, a "superfície de erosão continental pré-permiana fossilizada pela formação de Santa Catarina" teria sido restaurada pela desnudação periférica e estaria representada, atualmente, de modo restrito, nos primeiros quilômetros do relevo cristalino que se estende para leste, após o contato geológico. Embora essa topografia demonstre algum reentalhamento, devido ao ciclo erosivo atual, como salientou AB'SABER (1948), a superfície pré-glacial restaurada tem bastante expressão topográfica. CASTER, segundo citação de AB'SABER (1948), achava que os outeiros graníticos dos arredores de Itú corresponderiam a "monadnocks" do relevo pré-glacial. Na parte oriental da região em estudo, fato semelhante — outeiros graníticos a meio caminho entre a vila de Brigadairo Tobias e a cidade de Sorocaba — bem poderia representar a topografia pré-glacial (Fotos 15 e 15). Não encontramos aí, porém, indícios tão acentuados como os que foram referidos para a região de Itú e Salto, por DE MARTONNE (1940) e AB'SABER (1948).

BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, Aziz Nacib
 1948 — *A transição entre o Carbonífero e o Cretáceo na Região de Itú*. — Rio de Janeiro, Revista de Mineração e Metalurgia, vol. XII, n.º 71.
 1949 — *Regiões de circumsnudação post-cretácea, no Planalto Brasileiro*. — São Paulo, Boletim Paulista de Geografia, n.º 1.
- AZEVEDO, Aroldo de
 1945 — *Subúrbios Orientais de São Paulo*. — Tese de concurso à Cátedra de Geografia do Brasil da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.
- DU TOIT, A. L.
 1927 — *A Geological comparison of South America with South Africa*. Washington, Carnegie Inst. of Washington, Publ. n. 381.
- JACQUES DE MORAES, Luciano
 1938 — *Jazidas de Apatita de Ipanema, Estado de São Paulo*. — Rio de Janeiro, Ser. Fom. Prod. Mineral, Bol. n.º 27.

KNECHT, Theodoro

1930 — *Notas geológicas sobre as jazidas de magnetita e apatita de Ipanema*. — São Paulo, Secretaria da Agr. Ind. Comércio, Bol. de Agricultura.

1946 — *As jazidas de volframita e cassiterita da serra de São Francisco, município de Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil*. — Petrópolis, Anais do Segundo Congresso Brasileiro de Geologia.

LEINZ, Viktor

1937 — *Estudos sobre a glaciação permo-carbonífera do Sul do Brasil*. Rio de Janeiro, Serv. Fom. Prod. Mineral, Ministério da Agricultura. Bol. 21.

1940 — *Petrologia das jazidas de apatita de Ipanema (Estado de São Paulo)*. — Rio de Janeiro, Div. Fom. Prod. Mineral, Ministério da Agricultura, Bol. 40.

MARTONNE, Emmanuel de

1944 — *Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico*. Rio de Janeiro, Revista Brasileira de Geografia, ano V, n.º 4.

MORAES REGO, L. Flores de

1932 — *Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênese*. — São Paulo, Instituto Astronômico e Geográfico.

1935 — *Considerações preliminares sobre a gênese e a distribuição dos solos do Estado de São Paulo*. São Paulo, Geografia, ano I, n.º 1.

WOODWORTH, J. B.

1912 — *Geological expedition to Brazil and Chile, 1908-1909*. -- Cambridge. Harvard College, Mus. Comp. Zool. vol. LVI, n.º 1.