

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM N.º 205

GEOLOGIA N.º 15

VIKTOR LEINZ

e

ANNA MARIA VIEIRA DE CARVALHO

85

Contribuição à Geologia
da Bacia de São Paulo



São Paulo
1957

Os Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, são editados pelos Departamentos das suas diversas secções.

Toda correspondência deverá ser dirigida para o Departamento respectivo da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras - Caixa Postal 8.105, São Paulo, Brasil.

The "Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo" are edited by the different Departments of the Faculty.

All correspondence should be addressed to the Department concerned, Caixa Postal 8.105, São Paulo, Brasil.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: - Prof. Dr. Alípio Corrêa Netto

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Diretor: - Prof. Dr. Eurípedes Simões de Paula

Secretário: - Lic. Odilon Nogueira de Mattos

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA

Diretor:

Prof. Viktor Leinz, Ph. D.

Professor Cooperador:

Josué Camargo Mendes (L.v. Doc.)

Livre Docente:

Ruy Ozório de Freitas, D. Sc.

Assistentes:

Setembrino Petri, D. Sc.

Sérgio Estanislau de Amáral, D. Sc.

Reinholt Ellert, Lic. Sc.

Alfredo J. Simon Bjornberg, Lic. Sc.

Auxiliares de Ensino:

Ana Maria Vieira de Carvalho, Lic. Sc.

Roberto de Freitas

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS**

BOLETIM N.º 205

GEOLOGIA N.º 15

**VIKTOR LEINZ
e
ANNA MARIA VIEIRA DE CARVALHO**

Contribuição à Geologia
da Bacia de São Paulo



São Paulo
1957

**Este boletim foi executado e impresso com o auxílio do Conselho
Nacional de Pesquisas**

ÍNDICE

	Pág.
SUMMARY	5
RESUMO	8
I — INTRODUÇÃO	10
II — A BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO	12
A — Topografia pretérita à sedimentação terciária	12
a — Método de trabalho	13
b — Resultados	14
B — Litologia dos sedimentos chamados “terciários”	28
a — Textura dos sedimentos	28
b — Concreções limoníticas	32
c — Coloração dos sedimentos	33
C — Decomposição das rochas na bacia de São Paulo	34
a — Profundidade da decomposição	35
b — Profundidade das diferentes zonas de decomposição	36
c — Decomposição das rochas cristalinas cobertas por sedimentos	38
d — Decomposição das rochas sedimentares e sua coloração	40
D — Mapa geológico	40
III — ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DE SÃO PAULO	42
A — Ocorrências	42
a — Rochas cristalinas	42
b — Sedimentos argilo-arcenosos	44
c — Sedimentos clásticos das várzeas	46
B — Nível estático e dinâmico da água subterrânea	47
C — Composição química da água subterrânea	49
IV — CONSIDERAÇÕES SOBRE A GÊNESE DA BACIA SEDIMENTAR ..	50
A — Formação da depressão	50
B — Preenchimento da bacia por sedimento	51
V — BIBLIOGRAFIA	60

SUMMARY

Several aspects of the supposed tertiary sedimentary basin of São Paulo are focalized by the authors such as the pre-tertiary topography and the chemical weathering of the basement complex, the lithology of the sediments and the ground water problems of the region.

The authors begin with the probable topography of the basement and a topographic map of the area was constructed. The hipsometric curves of the basement were based on informations chosen from over 2000 drillings furnished by several companies. Most of the basement is presently covered by so called tertiary sediments and alluvium of recent origin.

It is not possible to study with the same precision all of the area in question, because our knowledge is limited to the areas where drillings have been made, and these drillings have been in widely different areas. Table number 1 shows the localization of drillings utilized for the construction of map number 1, as well as the altitudes at which were encountered the pre-Cambrian rocks.

The lithology of the sedimentary layers was studied both from the point of view of texture and coloration. The fine clastic textures (silt and clay) predominate in 60% of the tertiary samples analyzed. A coarser granulation was encountered in alluvium, chiefly in regions where present rivers are above the present drainage level (720m) which leads us to consider them as pertaining to a cycle of sedimentation posterior to the Tertiary period.

Special attention was given to the concentrations of limonite which were encountered with reasonable frequency between the sediment layers. The localizations of these deposits seems to be directly related to drainage level of the region, for they were not encountered below 720m, as shown in figure 3.

It is interesting to note the lenticular form (fig. 9) of the sedimentary layers of the studied region which implies a lacustrine environment of the formation, subject possibly to periodical floods.

As to coloration, the red color so commonly encountered in the upper layers of the drillings (fig. 4) must be considered as a secondary color which depends upon the migration of iron oxides in the region of static level.

The depth distribution of the clay colors in the drillings does not show any peculiarity for they were encountered from the upper beds down to 200m deep.

The basement rocks (mainly granite and gneiss) mostly covered by the sediments, outcrop however around the basin and in some places within the basin.

The drilling samples from different depths were always weathered even though in different degrees so we reached the following conclusions:

- 1) Every rock located above the drainage level is subject to decomposition.
- 2) The deepest decompositions are found in regions of highest altitudes.
- 3) The schistose melanocratic rocks (dark gneiss and schist) are more deeply decomposed.
- 4) The depth of decomposition varies even at the same altitude. The figure 6 explains the question of the frequency of different depths of decomposition.

The different stages of decomposition of crystalline rocks were grouped in 3 fundamental types: Stage A: The rocks do not present any signs of primary texture, the feldspars are completely altered and the feric minerals are transformed.

Stage B: The rocks conserve their texture but the feric minerals and the feldspars are almost completely decomposed.

Stage C: The texture is perfectly preserved, the feldspars show signs of partial weathering and the biotite is partially discolored.

Only stages B and C were met with in crystalline rocks covered by sediments, and the level reached by these two stages was always much less.

than that of the outcropped crystalline rocks, which reach their maximum degree at 715m of altitude. This fact leads us to judge that the decomposition of the crystalline rocks covered by sediments is a preserved evidence of a pre-sedimentary time. The weathering of the sedimentary rocks is hard to be judged due to the difficulties on valuating the degree of decomposition in heterogeneous material of little or no consolidation, leaving out of consideration the question of changes in color of the sediments.

The occurrence of ground-water in São Paulo basin is expressed in this paper mainly by means of tables and figures. The results obtained by 60 drillings for water are the followings:

1) Ground water occurs in considerable quantity in crystalline rocks to a depth of 120m (fig. 2); deeper drillings do not show better results. The most frequent drillings had flows around 3000-5000 lt/hour, about 25% of the drillings were dry or had a flow of 1000 lt-/hour (fig. 3). The principal shows of water were localized between 60-100m deep and their flows are directly related to the presence of joints where the hydrostatic pressure was high enough.

2) The flows encountered in drillings which passed only through sediments were often greater than those encountered in crystalline rocks (fig. 13), but the percentage of negative results were greater (35%). The principal shows of water were localized between 20-60 meters deep which apparently indicates only a dependence upon the texture of these sediments.

3) The static level of ground water follows approximately the topography (fig. 14), but there is however a certain delay of the static level in relation to the surface (fig. 15). The static level is independent of the nature of the rock, while the depth of the dynamical level depends upon the rocks which store the water.

Chemical analysis of ground water has shown that it is drinkable (see table number 2).

About the question of the origin of the sedimentary basin of São Paulo the authors call attention upon the danger of any hypothesis, due to the absence of concrete facts about some parts of the basin. However, studying the map number 1, we verify that the basement complex deeps

eastward, from the present Paraíba river, and this leads us to the supposition that the region of São Paulo was a part of the drainage system of the primitive Paraíba. Posterior tectonics disturbances may have changed its course, transforming its fluvial stage into a lacustrine one, possibly interrupted by periodic floods. This basin could have been filled by sediments, and a drainage could have been opened to the present Tietê river.

RESUMO

Vários aspectos da bacia sedimentar de São Paulo são focalizados pelos autores neste trabalho, tais como: a topografia do Embasamento Cristalino pretérita à sedimentação terciária e a sua decomposição do Embasamento; a litologia dos sedimentos que preencheram a bacia assim como a questão da água subterrânea na região de São Paulo.

Primeiramente é analisada a topografia provável do Embasamento pretérita à sedimentação, e para tal foi construído um mapa topográfico da área em questão. Baseando-nos em dados de 200 sondagens, escolhidas entre quase 2000, fornecidos por entidades que se dedicam a perfurações do sub-solo, foi possível traçar as curvas hipsométricas do Embasamento Cristalino, que se encontra atualmente encoberto em grande parte pelos sedimentos chamados "terciários" e por sedimentos aluvionares mais recentes. Não foi possível estudar com a mesma precisão toda a área em questão, pois tivemos que limitar nossos conhecimentos à zona abrangida pelas sondagens existentes, as quais se encontram distribuídas muito irregularmente. A tabela n.º 1 dá-nos a localização das sondagens utilizadas para a construção do mapa n.º 1, assim como as altitudes em que se encontram as rochas pré-Cambrianas nos diferentes pontos da região estudada.

A litologia da cobertura sedimentar foi estudada tanto no que se refere à sua textura como à sua coloração. A textura clástica fina (silte e argila) predominou nas 60 amostras por nós analisadas como pertencentes ao Terciário. Encontrou-se granulação mais grosseira nos sedimentos aluvionares recentes, situados nas regiões dos rios atuais em altitudes superiores ao nível de drenagem atual (720m), o que nos leva a considerá-la como pertencente a um ciclo de sedimentação posterior ao período terciário.

Especial atenção foi dispensada às concreções limoníticas, encontradas com razoável freqüência entre os sedimentos. A sua localização em profundidade parece estar diretamente relacionada com o nível de drenagem da região, pois que não foram encontradas em altitude inferior à de 720m, como mostra a figura 3.

E' marcante a forma lenticular (fig. 9) das camadas sedimentares na região estudada o que implica num ambiente de formação lacustre, sujeito possivelmente a um regime fluvial periódico.

Quanto à coloração dos sedimentos, verificou-se que a cor vermelha tão comumente encontrada nos níveis superiores das perfurações (fig. 4), deve ser considerada como uma cor secundária, dependente da migração dos óxidos de ferro na região do nível estático. As argilas de cor cinza, amarela e variegada não apresentaram qualquer particularidade na sua distribuição em profundidade pois foram encontradas tanto em níveis superiores das sondagens como até a 200m de profundidade.

As rochas que constituem o Embasamento Cristalino granito e gnaisses, principalmente situadas sob os sedimentos que preenchem a bacia de São Paulo, afloram ao redor desta assim como em diversos pontos no seu interior. Comparando amostras retiradas por sondagens em várias profundidades, verificamos encontrarem-se as mesmas sempre decompostas se bem que em diferentes graus, e chegamos às seguintes conclusões:

1 — Todas as rochas situadas em nível superior ao nível de drenagem da região são passíveis de decomposição; 2 — A decomposição mais profunda manifesta-se em regiões de altitudes maiores; 3 — Rochas melano-cráticas xistosas, como gnaisses escuros e xistos apresentam uma zona de decomposição mais profunda; 4 — Para a mesma altitude podem ocorrer zonas de decomposição de profundidades muito variadas. A figura 6 esclarece a questão da frequência das diferentes profundidades de decomposição.

Os diferentes estágios de decomposição das rochas cristalinas foram agrupados em 3 tipos fundamentais: Estágio A: a rocha não apresenta qualquer vestígio da textura primária; os feldspatos encontram-se integralmente alterados e os minerais fêmicos acham-se transformados. Estágio B: a rocha ainda conserva a textura, mas os minerais fêmicos e os feldspatos estão quase totalmente decompostos. Estágio C: a textura acha-se perfeitamente conservada, os feldspatos apresentam-se parcialmente alterados e a biotita parcialmente descolorida. Somente os estágios B e C foram encontrados nas rochas cristalinas cobertas por sedimentos, e a cota atingida por esses dois estágios foi sempre muito inferior àquela das rochas cristalinas aflorantes, que atingiram no máximo a cota de 715m de altitude. Esse fato leva-nos a julgar que a decomposição do Cristalino coberto pelos sedimentos é um testemunho conservado do tempo pré-sedimentar. Quanto à decomposição das rochas sedimentares nada se pode dizer dada à dificuldade de se avaliar o grau de decomposição meteórica em material muito heterogêneo de nenhuma ou pouca consolidação, não se considerando aqui a questão da mudança de cor dos sedimentos.

A ocorrência de água subterrânea na bacia de São Paulo está expressa neste trabalho principalmente por meio de figuras e tabelas. Com cerca de 60 resultados de perfurações realizadas para a obtenção de água, chegamos às seguintes conclusões:

1 — A água subterrânea ocorre em quantidade considerável em rochas cristalinas até uma profundidade de 120m (fig. 2), e perfurações maiores não deram melhores resultados.

Aproximadamente 25% das sondagens perfuradas em granito tiveram vazão nula ou de 1000 lt/hora e as mais freqüentes foram entre 3000-5000 lt/hora (fig. 3). As principais entradas de água localizaram-se entre 60-100m de profundidade, e as suas vazões estão diretamente relacionadas com a existência de diaclases onde a pressão hidrostática seja suficientemente alta.

2 — As vazões encontradas em perfurações que atravessavam unicamente sedimentos foram muitas vezes maiores do que aquelas provenientes de rochas cristalinas (fig. 13), sendo porém maior a porcentagem de poços com vazões nulas (35%). As entradas principais de água localizaram-se entre 20-60m de profundidade, o que indica dependerem somente da constituição textural dos sedimentos.

3 — O nível estático da água subterrânea acompanha aproximadamente a topografia (fig. 14), existindo porém um certo atraso do nível estático em relação ao nível da superfície (fig. 15). O nível estático é independente da natureza da rocha, enquanto que a profundidade do nível dinâmico depende das rochas fornecedoras, sendo por isso muito variável.

Pela análise química da água subterrânea verificou-se ser a mesma potável como indicam os resultados dados da tabela n.º 2.

Sobre a questão da gênese da bacia sedimentar de São Paulo, os autores chamam atenção para a precariedade de qualquer hipótese genética, dada a ausência de dados seguros sobre algumas partes da bacia. Analisando, porém, o mapa n.º 1, verificamos que o Embasamento Cristalino possui uma inclinação para E, rumo ao rio Paraíba atual, o que nos leva à suposição, de que a região de São Paulo teria feito parte da área de drenagem do primitivo rio Paraíba. Perturbações tectônicas posteriores poderiam ter seccionado seu curso, transformando seu estado fluvial em lacustre, possivelmente interrompido por estágios fluviais temporários. Tal bacia teria sido finalmente preenchida por sedimentos, e um dreno teria sido aberto rumo ao Tietê atual.

I — INTRODUÇÃO

O sítio da cidade de São Paulo e sua vizinhança já foi objeto de estudos numerosas vèzes, tendo sido JOSÉ BONIFÁCIO DE ANDRADE E SILVA e seu irmão os primeiros a se interessarem pelo assunto, em 1820. O objeto é ingrato sob o ponto de vista geológico por tratar-se de uma bacia sedimentar constituída de sedimentos afossilíferos e mal consolidados, impróprios para fornecer amostras intactas de sondagem. Uma variação rápida e imprevisível do facies litológico dificulta, se não impossibilita, qualquer correlação de camadas mesmo em pequena distância, e os afloramentos naturais desaparecem rapidamente devido à intensa intervenção do homem. Assim, propusemo-nos a fornecer apenas algumas contribuições à geologia da “bacia de São Paulo” baseados unicamente em observações provenientes de sondagens de profundidades variáveis, e pudemos com isto, coligir numerosos dados dispersos e somente focalizar aspectos geológicos e divulgar novos resultados da comparação dèsses dados.

Existe em São Paulo um certo número de instituições oficiais e particulares que se dedicam à perfuração do sub-solo, quer para o estudo de fundações, quer com a finalidade de obtenção de água subterrânea. Tôdas elas, usando processos mais ou menos semelhantes de perfuração, rotativos ou de percussão, possuem informações bem interessantes sôbre o sub-solo do município, nas suas mais variadas regiões, mas até hoje, tais dados não foram comparados em conjunto.

As vantagens que poderiam decorrer dèsse levantamento de sondagens realizadas no município de São Paulo, com a indicação dos locais já perfurados, das profundidades por elas atingidas e de sua litologia, levou-nos a realizar êste trabalho, tendo em vista duas finalidades: a de contribuir para o conhecimento geológico da chamada “bacia de São Paulo” em seus vários aspectos, e a de fornecer dados sôbre o comportamento do lençol de água subterrânea.

Os dados utilizados para a elaboração desta pesquisa foram obtidos junto às seguintes entidades: 1 — Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Secção de Solos (IPT); 2 — Companhia T. Janer; 3 — Geotécnica S. A., Engenheiros Consultores; 4 — Sociedade Anônima Brasileira de Fundação (Sobraf); 5 — Poços Artesianos Corner Ltda.; 6 — Construtora de Poços Artesianos J. Erdelyi. Infelizmente não foi possível obter dados do Instituto Geográfico e Geológico do Estado.

Tôdas elas cederam-nos muito gentilmente os dados de que necessitávamos, ou sejam, os perfis das sondagens que nos interessavam, realizados até o fim do ano de 1954, e algumas, — IPT e Sobraf — entregaram-nos amostras de material retirados pelas sondas, para que pudéssemos compará-las entre si, enquanto os poços abertos pela firma T. Janer foram analisados por nós pessoalmente.

Agradecemos aos diretores do IPT e das companhias a valiosa cooperação que nos emprestaram, assim como o espírito de colaboração desinteressada que demonstraram em tôdas as consultas que lhes foram feitas. Ao Conselho Nacional de Pesquisas agradecemos o auxílio que permitiu a realização dêste trabalho.

Para efeito de organização dêste trabalho, dividimo-lo em duas partes: na primeira trataremos da morfologia, litologia e geomorfologia da bacia sedimentar de São Paulo, e na segunda, estudaremos a ocorrência da água subterrânea na bacia de São Paulo com os seus níveis estático e dinâmico. Acrescentaremos à primeira parte, um estudo sobre a decomposição de rochas cristalinas de diversas texturas e de composição mineralógica diferentes.

II — A BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO

A — *Topografia pretérita à sedimentação terciária*

A região da bacia de São Paulo é constituída de sedimentos areno-argilosos assentados diretamente sôbre o Embasamento Cristalino, e segundo o mapeamento existente do Instituto Geográfico e Geológico, abrange a cidade de São Paulo e seus arredores, inclusive Guarulhos, Susano, Mogí das Cruzes e Santo André. O estudo da origem desta bacia será facilitado quando conhecermos a morfologia do substrato cristalino sô-

bre o qual descansam os sedimentos terciários. A existência de um razoável número de sondagens fundas permitiu-nos traçar esta topografia, que poderá ser futuramente modificada em alguns detalhes, pois com maior número de dados não será necessário lançar mão de interpolações, como foi feito neste traçado. No presente trabalho limitamo-nos a estudar a região que se estende ao sul da serra da Cantareira até a repêsa de Guarapiranga, e compreendida entre o município de São Bernardo do Campo e a região de Osasco. Tal limitação de área para o estudo prende-se ao fato de nos podermos basear apenas em sondagens e assim sendo, fomos obrigados a nos restringir à zona por elas abrangida.

a) *Método de trabalho* — Para o traçado do relêvo do fundo da bacia de São Paulo, isto é, do plano de contacto entre sedimentos e cristalino, escolheram-se as sondagens de dados mais significativos, existentes nas entidades acima citadas. A seleção dessas sondagens foi feita adotando-se o seguinte critério: as sondagens que atingiam o Cristalino fresco ou a zona de rocha cristalina decomposta foram consideradas aproveitáveis, assim como aquelas que apesar de não atingirem tais zonas, apresentavam profundidade considerável ou que apesar de serem rasas, localizavam-se em áreas pouco perfuradas. A êstes dois últimos tipos, poderíamos denominar como fornecedores de “dados negativos”, ou seja, sondagens indicativas de que o Cristalino encontrava-se em altitude inferior àquela correspondente ao fundo da perfuração.

Entre os 2.500 relatórios de sondagens que foram examinados nas diversas companhias, selecionamos 400, e dêstes, utilizamos cêrca de 200 para a construção de curvas de nível do Embasamento. Destas 200 sondagens, menos da metade teve seu testemunho analisado diretamente por nós. Existe pois uma natural variação do critério diagnóstico, e os dados sofrem em parte desta multiplicidade. Quanto à determinação do contacto do sedimento com o Cristalino ocorrem certas discrepâncias: se a rocha cristalina decomposta pode ser facilmente confundida com sedimento na superfície, com mais razão o é no testemunho triturado das sondagens. Por isto é possível que o embasamento, quando decomposto, tenha sido localizado mais profundamente do que correspondê na realidade.

As sondagens localizaram-se numa área aproximada de 1780 Km², havendo maior concentração das mesmas na região compreendida entre o Parque D. Pedro II e o Pacaembú.

Foi necessário também determinar a altitude absoluta dos pontos sondados. Para tal, utilizamos o mapa topográfico do Município de São Paulo, executado pela Empresa Sara Brasil S. A. em 1930, na escala de 1:20.000, e cedido ao nosso Departamento pela Prefeitura Municipal de São Paulo. A altitude dos pontos não constantes nesse mapa, assim como aqueles de difícil interpolação, foi medida no local dos mesmos com o auxílio do altímetro de Paulin, tomando-se como referência locais de altitude conhecida pelo mapa de Empresa Sara Brasil S. A.

Para a construção das curvas de nível do mapa topográfico do embasamento (mapa n.º 1), localizamos em um mapa da "São Paulo Light and Power Co. Ltda.", na escala de 1:50.000, os pontos perfurados, com as respectivas altitudes absolutas do Embasamento, e uma vez marcados esses pontos, traçaram-se as curvas de nível.

Os problemas surgidos nessa fase do trabalho prendem-se principalmente a questões de diferentes interpretações da topografia. Vários traçados foram feitos, e escolhemos aquele que apresentou topografia mais ampla, isto é, aquele que possuía menos acidentes locais.

Não foi possível traçar as curvas em toda a região como pretendíamos, pois em algumas zonas como aquelas limitadas pelos bairros de Pinheiros e Consolação, Ipiranga e Aeroporto, assim como em toda região à margem direita do rio Tamanduateí (Parque da Mooca), as sondagens se bem que bastante profundas, não atingiram o Cristalino e nem mesmo a zona de rocha decomposta, razão pela qual nesses pontos foram traçadas somente algumas curvas para a orientação do relêvo.

Na tabela n.º 1 encontra-se a localização das sondagens utilizadas na construção dos mapas, com a altitude absoluta do local de sondagem e do embasamento, a espessura das camadas de sedimentos atravessados pela sonda, assim como a entidade responsável pela perfuração. O sinal (—) antecedendo o número referente à altitude do embasamento, indica que o "Cristalino" encontra-se em altitude menor do que aquela atingida pelo fundo da sondagem.

b) *Resultados*: — No mapa n.º 1 acha-se representada a topografia pretérita provável do Embasamento Cristalino, cuja construção e

interpretação foi produto das pesquisas já mencionadas. As cotas estão marcadas de 10 em 10m, e as altitudes nelas marcadas são altitudes absolutas. Para melhor visão do conjunto, simplificamos este mapa como mostra o mapa n.º 2, desenhando os limites hipsométricos de 50 em 50 metros.

De acôrdo com os resultados de sondagens, o relêvo provável do embasamento apresentou uma topografia bem variada: regiões com relêvo de formas suaves passam bruscamente para declives abruptos de vários metros de desnível, tanto nas prováveis bordas da bacia como em sua região central; e em conjunto, podemos observar que a topografia pretérita apresentava-se mais acidentada do que a atual.

De um modo geral, limitam a bacia elevações de aproximadamente 800m de altitude, cortadas por vales que, aprofundando-se cada vez mais, atingem o nível de drenagem pretérito da região, ou seja, um nível inferior a 700m. Elevações de menor porte, verdadeiras ilhas do cristalino, localizam-se na área interna da bacia, apresentando geralmente uma secção horizontal alongada, mas sem seguir qualquer direção privilegiada. Tais elevações formam entre si pequenos vales, e suas encostas constituem em certas áreas o outro flanco das depressões maiores situadas próximas das bordas.

Um exemplo dêsse desnível brusco é o que ocorre em Santo André, nos terrenos da Fábrica Rhodia: 4 poços distantes entre si 70m, atingiram o Cristalino nas seguintes profundidades: poço n.º 1 — 15m, poço n.º 2 — 35m, poço n.º 3 — 70m e poço n.º 4 — 90m. Isto significa que na curta distância horizontal de 210m (distância total entre o poço n.º 1 e o poço n.º 4) o embasamento abaixa-se 80m, o que corresponde a um declive local de 40% ou seja, de 25°.

Outros desníveis dessa ordem foram verificados no bairro de Higienópolis e na ladeira do Carmo (prédio da Secretaria da Fazenda). Êsses desníveis do embasamento às vêzes coincidiram com os desníveis do relêvo atual, como no caso da ladeira do Carmo e da confluência das ruas Rio de Janeiro e Piauí (entre os bairros de Pacaembú e Higienópolis), mas em regiões atuais praticamente planas como a avenida Higienópolis, avenida São João (entre os bairros de Barra Funda e Santa Cecília), assim como a citada área de Santo André, foram encontrados desníveis acentuados no Cristalino. Êsses fatos, entre outros mais, per-

mitem-nos concluir que o relêvo atual não acompanhou obrigatoriamente o relêvo pretérito, e que dos vales existentes (não considerando aqui o do Tietê e Pinheiros) somente alguns, como o de Pacaembú e parte do Anhangabaú tiveram sua forma levemente esboçada no Embasamento. É curioso notar também, que a elevação que forma o espigão da Av. Paulista não concorda com o relêvo do Cristalino sob ela existente. Pelo traçado obtido, o antigo divisor de águas situava-se mais ao N do que atualmente, ou seja, as duas elevações não se superpõem.

O relêvo do embasamento pode ser descrito com a localização dos seguintes acidentes topográficos:

1) Depressão na direção E-W, ao longo da região do atual rio Tietê, limitada ao N pela serra da Cantareira, e ao S por um divisor de água concordante com as atuais elevações do Sumaré e do centro da cidade. Todas as sondagens localizadas numa faixa de 2,4 km ao longo das margens do rio Tietê atingiram o Cristalino em cotas compreendidas entre 720m (sondagem 6) e 621m (sondagem 51). O sentido da inclinação dessa depressão do passado seria no entanto contrário à atual, ou seja, o fundo inclinar-se-ia para E, conforme o relêvo obtido pelo traçado das curvas de nível. Zonas mais profundas foram localizadas na região mediana da depressão: uma no bairro da Água Branca, onde a sondagem 51 atingiu o Cristalino na cota de 621m, e outra, na confluência do rio Pinheiros (sondagem 200), onde foi encontrado o Cristalino a 680m de altitude.

2) Depressão concordante em linhas gerais com o atual curso do rio Pinheiros, na direção NW, limitada à E pelas elevações do Sumaré (sondagem 29, altitude 795m) e de Vila Olímpia (sondagem 118, altitude 736m) e à W pelas elevações de Jaguaré (sondagem 100, altitude 751m) e de Morumbí (sondagem 106, altitude 750m). As sondagens revelaram porém, ter sido a sua inclinação também contrária à atual, pois sondagens em Jaguaré (sondagem 200, por exemplo) atingiram o Embasamento na cota de 680m, e, ao sul, no Brooklin Paulista (sondagem 126), na cota de 643m. Do bairro de Cidade Jardim para o sul, o traçado da antiga depressão diverge da direção do atual vale: enquanto este se desvia para SW até alcançar a represa de Guarapiranga, aquele continuava na mesma direção, e contornando a elevação de Vila Olímpia (sondagem 118) iria encontrar um prolongamento da depressão da Mooca.

3) Grande depressão abrangendo toda a área do atual bairro da Mooca e estendendo-se possivelmente até adiante de Vila Aricanduva (sondagem 190), pois que até essa zona, pela configuração obtida pelas curvas de nível, existe um declive para o rumo E. Segundo os dados obtidos, tal depressão teria o eixo maior na direção E-W, limitando-a ao N a serra da Cantareira; à W, a elevação do centro da cidade, e as elevações de Vila Prudente (sondagem 170) e de Vila das Mercês (sondagem 179) ao sul. O limite à E não foi determinado por falta de sondagens suficientemente profundas para orientar o traçado do relêvo. Um prolongamento da depressão foi localizado a SW, estendendo-se até a região do atual Aeroporto, onde se ligaria àquela do rio Pinheiros, acima descrita, na cota de 610m. Prolongamentos menores estariam situados ao norte, em direção à serra da Cantareira, onde a sondagem 12 não atingiu o Cristalino na cota de 595m; e outro ao sul, entre as elevações de Vila Prudente e Vila das Mercês, onde foram determinadas as cotas respectivamente de 734m (sondagem 170) e de 729m (sondagem 179). A topografia do fundo dessa depressão foi interpretada com o resultado dos "dados negativos", pois a espessura de sedimentos dessa região é superior, tanto quanto sabemos, a 200m (sondagem 166), e como a maioria das sondagens não atingiu tal profundidade, não nos foi possível determinar mais precisamente o relêvo do Embasamento. Limitamo-nos apenas em localizar as sondagens executadas e em traçar algumas curvas, pois pelos dados da sondagem 166, o Cristalino encontra-se em cota inferior à de 519m, e seria necessário extrapolar demasiadamente os dados para se traçar outras curvas de nível.

Analisando o traçado topográfico do Embasamento Cristalino, chamam-nos a atenção dois fatos:

- 1) a concordância em linhas gerais das áreas de drenagem antiga e atual dos rios Tietê e Pinheiros.
- 2) a discordância do sentido da drenagem desses rios no passado e no presente.

O primeiro fato é decorrente da constituição geológica da área em questão, pois a localização das rochas cristalinas existentes na região determinaram o contorno da bacia e o seu relêvo. Formações mais resistentes à erosão — granito e gnaiss — constituíram a maior parte dos

bordos da bacia, assim como as elevações por vêzes bem acentuadas existentes no seu interior. As áreas constituídas por rochas menos resistentes — xistos, no presente caso — foram mais facilmente trabalhadas, pois apresentam-se nas altitudes mais baixas da topografia atual e nas elevações de pequeno porte.

Não queremos concluir com o que foi dito acima, que não existiam depressões acentuadas esculpidas nas primeiras formações. Pelo contrário, encontramos a provável calha antiga do rio Tietê em rochas graníticas e gnaíssicas, assim como a do rio Pinheiros, mas o que queremos dizer, é que tais calhas sofrem um desnível muito brusco ao atingirem áreas constituídas por xistos, encontrando-se justamente nas regiões de embasamento xistosos, as maiores depressões da bacia.

Localizando tais formações na planta atual da cidade de São Paulo, temos os granitos e gnaisses cobrindo a região que se estende ao sul da serra da Cantareira até as elevações situadas na zona de Santo Amaro, emiscuindo-se com os contrafortes da serra do Mar, e na direção W-E, desde a região de Osasco até o bairro de Santana. A leste de Santana, na área de Vila Maria, afloram as formações xistosas do embasamento, que aparecem também ao sul da cidade, nas elevações de Vila Prudente.

Ora, o fato de ter sido encontrada justamente entre essas duas regiões citadas a maior depressão da bacia — sob os bairros do Brás, Mooca, Tatuapé, etc. — leva-nos a supor que o embasamento da mesma seja constituído por rocha igualmente xistosa. Infelizmente nenhuma das sondagens localizadas nessa área da depressão atingiram o Embasamento Cristalino, e assim sendo, não foi possível examinarmos o material que ali se encontra recoberto por pacote de sedimento de mais de 200m de espessura (v. sondagem n.º 166).

Na área do antigo leito do rio Tietê, onde atualmente se localizam os bairros de Bom Retiro e Canindé, encontramos um declive abrupto no embasamento. Esse desnível mergulha para E, e situa-se na zona de contacto entre as rochas graníticas e xistosas, o que corrobora a nossa hipótese sobre a constituição litológica da referida depressão. Quanto à antiga calha do rio Pinheiros, parecia acontecer o mesmo que com a do Tietê: cortava rochas mais resistentes até atingir as formações xistosas onde se aprofundava depois de apresentar um declive acentuado onde se localizam atualmente os bairros de Vila Olímpia e Ibirapuera.

Sôbre a questão da discordância do sentido do curso do rio Tietê, pouca coisa poder-se-á afirmar, mas os dados por nós colhidos, quando analisados sob certos ângulos, permitem-nos o estabelecimento de hipóteses viáveis para a interpretação dos acontecimentos do passado.

Como dado realmente irrefutável temos o fato de o declive do embasamento cair para E, segundo deduzimos dos resultados de sondagens. Seriam, no entanto, necessárias outras perfurações em áreas próximas à parte do Tietê à atual montante da cidade de São Paulo, para determinarmos a direção tomada pelo antigo curso nessa zona. Não obstante, inclinamo-nos a crer que êsse trecho do antigo curso teria seguido na direção da atual cidade de Mogí das Cruzes, dada a localização das serras do Mar e de Itapetí.

E' fato notório na região atualmente ocupada pelas cabeceiras do rio Tietê, a diminuta porção do amplo vale ocupada pela atual corrente que nele se encaixa. Se tal vale é, como tudo indica, produto do trabalho erosivo dessa corrente, era de se esperar um volume muito maior de água, do que o que seria viável nas proximidades de sua nascente.

RICH (1953) referiu-se recentemente ao fato de a cabeceira do Tietê encontrar-se muito próxima das cabeceiras do rio Paraíba do Sul, que corre para o N em um vale semelhante àquele ocupado pela cabeceira do Tietê. Essa questão, no entanto, já ventilada desde 1898 por VON IHERING e posteriormente por WOODWORTH (1912) e WASHBURNE (1930), ainda não foi suficientemente estudada, e seriam necessárias investigações detalhadas nessa região no sentido de se verificar se os vales dêsses dois rios não formavam no passado um único vale contínuo, o qual teria se separado em conseqüência de levantamentos posteriores.

No entanto, devemos ter em mente que se tais levantamentos realmente se verificaram nessa região, teriam sido de tal ordem, que teriam invertido completamente o gradiente do rio, pois se tal não tivesse ocorrido, os dois leitos — atual e passado — não teriam se superposto, mas sim, ter-se-ia derivado uma nova corrente a partir do ponto de junção dos dois gradientes.

Não é objeto dêste trabalho, porém, discutir a geomorfologia da região, pois que tal estudo exige um conhecimento muito mais detalhado de áreas bem distantes daquela a que nos propusemos pesquisar. Limitamo-nos portanto, a apresentar dados que concordaram em linhas

TABELA N.º 1

LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS MARCADAS NO MAPA N.º 1

N.º da sondagem	Local da sondagem	Bairro	Altitude da boca de sond. (metros)	Espessura de sedimentos atravessados pela sonda (metros)	Altitude do embasamento* (metros)	Procedência da sondagem
1	R. Pauva/R. Jaguará	Vila Jaguará	725,00	3,80	721,80	Geotécnica
2	R. Vista Alegre/R. Francisco de Paula	V. Mangalot	760,00	1,00	759,00	Sobraf
3	Via Anhanguera	V. Anastácio	724,00	4,80	719,20	IPT
4	E. F. Sorocabana	V. Anastácio	723,00	4,60	718,40	Geotécnica
5	Rio Tietê (margem direita)	Freguesia do O'	717,00	25,00	692,00	IPT
6	R. Bartolomeu Couto, 70	Freguesia do O'	724,00	4,50	719,50	Geotécnica
7	Rio Tietê (margem direita)	Casa Verde	720,00	5,60	714,40	IPT
8	R. Jaguarê, 363	Casa Verde	750,00	6,00	744,00	Sobraf
9	Aeroporto de Marte	San'Ana	722,00	5,00	717,00	IPT
10	R. Alfredo Pujol, 681	San'Ana	750,00	17,20	732,80	IPT
11	Av. Cruzeiro do Sul, 3108	San'Ana	722,00	6,30	715,70	Geotécnica
12	R. Felix Pacheco/Av. Paulicéia	V. Paulicéia	780,00	110,00	670,00	T. Janér
13	Estrada de Santa Inês	Parque Mandaquí	784,00		784,00	IPT
14	R. Cajamar/R. Coari	Água Fria	810,00	5,80	804,20	Sobraf
15	Av. Mazzei/Av. Paulo Lauro	V. Mazzei	800,00	0,70	799,30	IPT
16	R. Guajará/Av. Mazzei	Jaçanã	758,00	4,90	753,10	IPT
17	R. Marcílio Franco/Rio Cabuçú	V. Galvão	820,00	15,45	804,50	Geotécnica
18	R. Curuçá/R. Guaranésia	V. Maria	725,00	10,00	715,00	Geotécnica

(*) N. B.: O sinal — indica que a sondagem não atingiu o Embasamento Cristalino e que este se encontra portanto em altitude inferior àquela marcada na tabela.

19	Av. Silva Airosa/R. Hernhein	V. dos Remédios	716,00	4,00	712,00	Geotécnica
20	Rio Tietê — Ponte da Armour	V. Anastácio	718,80	9,60	709,20	IPT
21	Estrada do Corredor	Alto da Lapa	740,00	50,00	690,00	T. Janér
22	R. Corredor/R. Jaguará	V. Leopoldina	718,00	3,50	714,50	Geotécnica
23	Cemitério da Lapa	Lapa	770,00	3,00	767,00	IPT
24	R. Bartolomeu Paes/R. F. Ferraz	V. Anastácio	723,00	5,50	717,50	Geotécnica
25	R. Bartolomeu Paes/R. Camacan	V. Anastácio	723,00	6,70	716,30	IPT
26	R. Botucudos/R. Camacan	V. Anastácio	721,00		721,00	Sobraf
27	R. George Dronsfield/R. 12 Outubro	Lapa	725,00	4,00	721,00	Geotécnica
28	Estrada Velha de Campinas	Lapa	723,00	7,00	716,00	T. Janér
29	R. Pe. Cursino/R. Cap. Federal	Sumaré	810,00	15,00	795,00	Geotécnica
30	Av. Santa Marina, 443	V. Chalot	725,00	15,30	—	IPT
31	Av. Francisco Matarazzo, 1096	Água Branca	720,00	20,00	—	IPT
32	R. Caiubi/R. Iperoig	Perdizes	775,00	8,50	766,50	Geotécnica
33	R. Cardoso de Almeida, 1479	Perdizes	800,00	12,00	788,00	Geotécnica
34	Praça Garcia Redondo	Pacaembú	790,00	10,00	—	Geotécnica
35	R. Bragança	Pacaembú	750,00	6,00	744,00	Geotécnica
36	R. Paulo Eiró, 384	Pacaembú	750,00	11,00	739,00	Geotécnica
37	Av. Higienópolis, 930	Higienópolis	780,00	5,00	775,00	IPT
38	Av. Angélica, 1106	Higienópolis	775,00	10,80	764,20	IPT
39	R. Baroneza Itú/R. Brasílio Machado	Santa Cecília	757,00	4,00	753,00	I.P.T.
40	R. Paulo Eiró/R. Alagoas	Higienópolis	750,00		750,00	Geotécnica
41	R. S. Vicente de Paula/R. Baroneza de Itú	Santa Cecília	756,00	4,50	751,50	Geotécnica
42	R. Itápolis/R. Itatiara	Pacaembú	760,00		760,00	Geotécnica
43	Av. Angélica, 852	Higienópolis	750,00	2,00	748,00	Geotécnica
44	Praça Vilaboim	Pacaembú	775,00	9,00	766,00	IPT
45	Av. Ademar de Barros (Hosp. das Clínicas)	Cerqueira César	810,00	35,00	—	IPT
46	Al. G. Monteiro de Barros/R. E. Corner	Cerqueira César	755,00	15,00	—	IPT

47	Av. Rebouças/Av. Brasil	Jardim América	753,00	30,00	—	723,00	T. Janér
48	R. Sumidouro (PMSP)	Pinheiros	725,00	4,00	—	721,00	IPT
49	R. Campo Verde, 340	Jardim Paulistano	726,00	10,30	—	715,70	Geotécnica
50	R. Roberto Moreira/R. "F"	Jardim Paulistano	726,00	5,00	—	721,00	Geotécnica
51	Av. Francisco Matarazzo, 1096	Água Branca	720,00	99,00	—	621,00	Erdelyi
52	Av. Rudge, 500	Barra Funda	722,00	5,50	—	716,50	Sobraf
53	R. Luzitânia/R. Cruzeiro	Barra Funda	721,00	10,00	—	711,00	Sobraf
54	R. Brigadeiro Galvão /R. Cadete	Barra Funda	723,00	15,50	—	707,50	IPT
55	R. Italianos/R. Pedro Tomaz	Bom Retiro	722,00	10,50	—	711,50	Geotécnica
56	R. Italianos/R. Barra Tibagi	Bom Retiro	725,00	70,00	—	655,00	T. Janér
57	R. Solon, 600	Bom Retiro	725,00	38,00	—	687,00	Corner
58	R. Anhaia/R. Tenente Pena	Bom Retiro	733,00	—	—	733,00	Geotécnica
59	R. José Paulino, 717	Bom Retiro	725,00	43,00	—	691,00	Corner
60	R. Brigadeiro Galvão/R. Lopes de Oliveira	Barra Funda	735,00	6,00	—	729,00	Geotécnica
61	Praça Marechal Deodoro/R. Lopes de Oliveira	Barra Funda	740,00	4,00	—	736,00	Geotécnica
62	Av. General Olímpio da Silveira, 33	Barra Funda	739,00	5,70	—	733,30	Geotécnica
63	Al. Barão de Limeira, 518	Campos Elísios	745,50	5,00	—	740,50	IPT
64	Av. São João/Av. Duque de Caxias	Santa Ifigênia	745,00	12,00	—	733,00	Sobraf
65	Av. Ipiranga/R. Gen. Couto Magalhães	Santa Ifigênia	741,00	70,00	—	715,50	IPT
66	Av. São João/R. Conselheiro Nébias	Santa Ifigênia	746,00	30,50	—	715,50	Geotécnica
67	L. do Arouche/Av. Duque de Caxias	Santa Ifigênia	742,60	52,60	—	717,00	Geotécnica
68	Largo Santa Cecília, 39	Santa Cecília	746,00	15,00	—	731,00	Sobraf
69	R. Baronesa Itú/R. Barão de Tatuí	Santa Cecília	755,00	2,50	—	752,50	IPT
70	R. Barão de Tatuí/R. Jaguaribe	Santa Cecília	756,00	10,50	—	746,50	Geotécnica
71	R. Cesário Mota, 112	Vila Buarque	750,00	8,30	—	741,70	IPT
72	R. D. Veridiana/R. Martinico Prado	Vila Buarque	760,00	8,40	—	751,60	Geotécnica
73	R. Bento Freitas/R. General Jardim	Vila Buarque	746,00	25,50	—	720,50	IPT
74	Av. Ipiranga, 668	Santa Ifigênia	747,00	25,00	—	722,00	IPT

75	Pça. Ramos Azevedo/R. Formosa	Santa Ifigênia	735,40	40,00	—	695,40	IPT
76	Praça do Correio	Santa Ifigênia	734,00	18,00	—	716,00	Geotécnica
77	Largo São Bento	Santa Ifigênia	744,50	30,00	—	714,50	IPT
78	Av. São João, 32	Sé	742,00	45,50	—	696,50	IPT
79	R. Líbero Badaró, 285	Sé	746,00	57,70	—	688,30	IPT
80	R. Florêncio de Abreu	Sé	744,00	96,00	—	648,00	—
81	Viaduto Boa Vista, 67	Sé	747,00	29,00	—	718,00	IPT
82	Praça da Sé (Catedral)	Sé	755,00	40,00	—	715,00	IPT
83	Viaduto D. Paulina, 80	Sé	760,00	30,00	—	730,00	IPT
84	Praça da Bandeira, 11	Sé	733,00	20,50	—	712,50	IPT
85	Viaduto 9 de Julho/Viad. Jacarei	Sé	755,00	50,00	—	705,00	IPF
86	Viaduto Major Quedinho, 30	Consolação	756,00	38,50	—	717,50	IPT
87	Av. Ipiranga, 320	Consolação	755,00	35,50	—	719,50	Geotécnica
88	R. 15 de Novembro, 228	Sé	746,00	42,00	—	704,00	IPT
89	R. Nestor Pestana, 147	Consolação	745,00	134,00	—	611,00	Corner
90	R. Consolação/R. Caio Prado	Consolação	743,50	20,00	—	723,50	Geotécnica
91	R. Avanhanda/Av. 9 de Julho	Consolação	748,00	21,50	—	726,50	Geotécnica
92	Av. Paulista/Av. Angélica	Bela Vista	815,00	30,00	—	785,00	IPT
93	R. Bela Cintra/R. Matias Aires	Bela Vista	810,00	10,00	—	800,00	Sobraf
94	Av. Paulista/R. Haddock Lobo	Bela Vista	815,00	30,50	—	784,50	Geotécnica
95	R. Augusta, 1626	Bela Vista	800,00	96,00	—	704,00	Erdelyi
96	Av. Brig. Luís Antônio/Av. Paulista	Paraíso	815,00	20,50	—	794,50	Geotécnica
97	R. Maestro Cardim, 238	Paraíso	790,00	20,00	—	770,00	IPT
98	Av. Presidente Altino/Av. Um	Jaguare	800,00	2,00	—	798,00	Geotécnica
99	Av. Jaguará/Av. Nove	Jaguare	755,00	6,00	—	749,00	Geotécnica
100	Estrada da Varzea/Av. Jaguaré	Jaguare	755,00	4,00	—	751,00	Geotécnica
101	Av. da Reitoria	Cidade Universitária	720,00	5,50	—	714,50	Geotécnica
102	Usina Metalúrgica do IPT	Cidade Universitária	719,00	15,70	—	703,30	IPT
103	Av. Jockey Club (Jockey Club)	Cidade Jardim	730,00	4,00	—	726,00	Geotécnica
104	R. Prof. H. Magro Jr./R. Gaspar	Butantã	723,00	6,00	—	717,00	Geotécnica

105	R. Belo Horizonte/R. Caramuru	Caxingui	745,00	745,00	Geotécnica
106	Torre do Morumbi	Jardim Morumbi	804,00	802,00	IPT
107	Estr. Itapeceira/Ribeirão Pirajui	J. Monte Alegre	730,00	725,00	Geotécnica
108	Rio Pirajussara/Est. Campo Limpo	Pirajussara	745,00	733,00	T. Janér
109	R. Maestro Chiafarelli, 280	Jardim Paulista	740,00	—	Geotécnica
110	Av. Europa/R. Groenlandia	Jardim Europa	724,00	716,00	IPF
111	R. Abilio Soares/R. Tutóia	Vila Mariana	770,00	—	Geotécnica
112	R. Domingos de Moraes, 1062	Vila Mariana	805,00	—	Geotécnica
113	Al. Jau/R. Pamplona	Jardim Paulista	802,00	—	Sobraf
114	R. José Antonio Coelho, 276	Vila Mariana	780,00	—	Erdelyi
115	R. Brasilia/R. Aninha	Itaim	725,00	716,00	Geotécnica
116	R. Bento Andrade, 652	Vila Primavera	735,00	—	Sobraf
117	Parque Ibirapuera (Palácio Nações)	Ibirapuera	745,00	—	T. Janér
118	R. Amélia/R. Dois	Vila Olimpia	745,00	736,00	Geotécnica
119	R. Quintana/R. Guaraiuva	Brooklin Novo	730,00	659,00	Erdelyi
120	Estr. Sto. Amaro/R. Af. Braz	V. Nova Conceição	737,00	666,00	Corner
121	Av. Indianópolis, 385	V. Nova Conceição	741,00	—	T. Janér
122	Estr. Santo Amaro, 1740	J. Novo Mundo	710,00	684,00	T. Janér
123	R. Olívia/R. Canário	J. Novo Mundo	723,00	696,00	Erdelyi
124	Estr. Morumbi/Canal Rio Pinheiros	Morumbi	725,00	720,00	Geotécnica
125	Avenida Morumbi, 651	Brooklin Paulista	735,80	734,80	Geotécnica
126	R. Flórida/R. Ribeiro Vale	Brooklin II	730,00	643,00	Erdelyi
127	Av. Jandira/Av. Caetés	Indianópolis	760,00	643,00	Corner
128	Av. Cons. Rodrigues Alves/R. M. Franc.	Brooklin II	735,00	—	Geotécnica
129	R. Radium	V. Carmen	755,00	—	Sobraf
130	Aeroporto de Congonhas	Aeroporto	795,80	—	Sobraf
131		Jardim Prudência	765,00	606,00	T. Janér
132	Av. Washington Luis/Av. Araci	Indianópolis	780,00	—	Corner
133	Av. Indianópolis/Al. Uapés	Indianópolis	787,00	—	IPT
134	Av. Pedro Toledo/R. Botucatu	V. Clementino	780,00	—	Corner

135	Av. Indianópolis, 4254	Planalto Paulista	775,00	130,00	—	625,00	IGG
136	Av. Rangel Pestana (Sec. Fazenda)	Sé	741,00	24,60	—	716,40	IPT
137	Av. Estado/R. Glicério	Parque D. Pedro II	725,00	18,20	—	706,80	IPT
138	R. dos Carmelitas, 87	Sé	740,00	3,80	—	737,20	Geotécnica
139	R. Tabatinguera, 455	Sé	740,00	6,00	—	734,00	Geotécnica
140	R. da Glória, 73	Liberdade	766,00	16,00	—	750,00	Geotécnica
141	Av. Estado/R. Luis Gama	Cambuci	725,60	20,00	—	705,40	IPT
142	R. Lavapés, 463	Cambuci	725,00	72,00	—	653,00	Erdelyi
143	R. Independência, 369	Cambuci	720,00	15,50	—	704,50	Geotécnica
144	Av. Aclimação/R. Saturno	Aclimação	768,00	15,00	—	753,00	Geotécnica
145	Av. Lins de Vasconcelos/R. D. Leopoldina	Cambuci	745,00	12,00	—	733,00	Geotécnica
146	R. Tupinambás, 57	Aclimação	800,00	132,00	—	668,00	Corner
147	Av. Tereza Cristina/R. Tatini	Ipiranga	725,00	11,50	—	713,50	Sobraf
148	R. Guarda Honra/R. Agostinho Gomes	Ipiranga	728,00	8,70	—	719,30	Sobraf
149	R. Santa Cruz, 1191	V. Clementino	735,00	13,00	—	722,00	Sobraf
150	Av. Jabaquara/R. Madreselva	Mirandópolis	800,00	10,50	—	789,50	Geotécnica
151	Av. Jabaquara/Av. Conceição	Jabaquara	810,00	115,00	—	695,00	T. Janér
152	R. Oriente, 487	Oriente	725,00	125,00	—	600,00	Erdelyi
153	R. Catumbi/R. Jequitinhonha	Catumbi	721,00	10,00	—	711,00	Sobraf
154	R. Waldemar Doria/R. Catumbi	Belemzinho	720,00	12,50	—	707,50	Geotécnica
155	R. Catumbi/Av. Celso Garcia	Belemzinho	738,50	10,40	—	728,10	Sobraf
156	Av. Celso Garcia/R. Bresser	Brás	732,00	15,50	—	716,50	Geotécnica
157	R. Major Otaviano/R. N. S. José	Brás	733,00	11,00	—	722,00	Sobraf
158	R. Dr. Fomm, 53	Belém	740,00	93,00	—	647,00	Erdelyi
159	R. Almeida Lima, 969	Hipódromo	730,00	15,00	—	715,00	IPT
160	R. Hipódromo/R. Frei Gaspar	Hipódromo	730,00	120,00	—	610,00	Erdelyi
161	R. Oratório, 258	Mooca	760,00	60,00	—	700,00	T. Janér
162	Av. Pres. Wilson/R. Serra Paracaima	Mooca	733,00	32,00	—	701,00	IPT
163	R. Borges Figueiredo, 237	Mooca	732,30	140,00	—	592,30	T. Janér

164	R. Borges Figueiredo, 510	Mooca	730,00	143,00	—	587,00	Erdelyi
165	Av. Henry Ford/R. Sarapuí	Parque da Mooca	725,00	109,00	—	616,00	Corner
166	R. Cassandoca/R. Marcial	Mooca	741,00	202,00	—	539,00	Corner
167	Av. Um, 1200	Mooca	725,00	130,00	—	595,00	T. Janér
168	R. Manifesto, 705	Ipiranga	745,00	10,50	—	734,50	Geotécnica
169	R. Costa Aguiar/R. Brigadeiro Jordão	Ipiranga	755,00	10,00	—	745,00	Sobraf
170	R. Américo Vespucci/R. Cavour	V. Prudente	742,00	7,70	—	734,30	Geotécnica
171	Av. Nazareth/R. Rib. Amaral	V. Dom Pedro I	778,00	15,00	—	763,00	Geotécnica
172	Av. Presidente Wilson, 1628	Mooca	725,00	95,00	—	630,00	Erdelyi
173	Via Anchieta, km 13	—	786,00			786,00	T. Janér
174	Estr. Vergueiro/R. Batuíra	Vila das Mercês	775,00	23,00		752,00	T. Janér
175	R. Paes de Barros, 804	Mooca	760,00	96,00	—	664,00	Erdelyi
176	R. Casimiro Abreu, 4	Munic. São Caetano	730,00	4,00		726,00	IPT
177	R. Goiás (General Motors)	Munic. São Caetano	732,50	3,50		729,00	Geotécnica
178	R. Guaniranga/R. Grota Funda	Ipiranga	733,00	16,00	—	717,00	IPT
179	Av. Dr. Giacagli/Rio Tamanduatei	V. das Mercês	733,00	4,00		729,00	Geotécnica
180	R. Goiás (General Motors)	Munic. São Caetano	733,00	10,00		723,00	IPT
181	Rio Tamanduatei/Rio Moinho	Munic. São Caetano	732,00	8,00		724,00	Geotécnica
182	Estação Terminal Oleoduto	Utinga	738,00	48,00		690,00	T. Janér
183	Av. Queiroz Santos (Firestone)	Munic. Santo André	748,00	81,00		667,00	T. Janér
184	R. Ivai, 207	Tatuapé	745,00	104,00	—	638,00	Erdelyi
185	Via Anchieta, km 11	—	730,00	15,00		715,00	T. Janér
186	R. Herval, 1036	Belemzinho	744,00	12,00	—	732,00	Sobraf
187	R. Maria Eugênia, 6	Tatuapé	740,00	10,00	—	730,00	Sobraf
188	R. Penha, 428	J. Concórdia	735,00	17,00	—	718,00	Geotécnica
189	Largo 8 Setembro/R. Viela	Penha	765,00	12,00	—	753,00	Sobraf
190	Estação Carlos Campos	Vila Aricanduva	730,00	126,00		604,00	Erdelyi
191	R. Atucuri, 12	Vila Carrão	750,00	85,00	—	665,00	T. Janér
192	Rio Aricanduva/Cor. Água Funda	Tatuapé	740,00	10,00	—	730,00	Geotécnica
193	R. Paranhos/Trav. Paranhos	V. Talarico	780,00	8,50	—	771,50	Geotécnica

194	Av. Adolfo Pinheiro/R. Conde Itú	Santo Amaro	755,00	11,00	—	744,00	Sobraf
195	R. Eldorado (Reser. Guarapiranga)	Santo Amaro	740,00	3,00	—	737,00	Geotécnica
196	Grupo Escólar	Osasco	745,00	40,00	—	705,00	Inf. partic.
197	Vila D. Leonor	Osasco	723,00	15,00	—	708,00	Inf. partic.
198	R. da Estação (Cobrasma)	Osasco	725,00	70,00	—	655,00	Corner
199	R. Trapandé/Av. Leopoldina	Vila Leopoldina	730,00	50,00	—	680,00	T. Janér
200	Centro Ind. Jaguaré (Cooperativa Co- tia)	Jaguaré	730,00	51,00	—	679,00	T. Janér
201	Centro Ind. Jaguaré (Liquid Carbonic)	Jaguaré	750,00	70,00	—	680,00	T. Janér

gerais com a hipótese acima citada, e que talvez constituam uma pequena parcela para o posterior esclarecimento da questão.

Considerações sobre a gênese da bacia sedimentar faremos no fim deste trabalho.

B — *Litologia dos sedimentos chamados "terciários"*

Para estes estudos possuímos perfis de sondagens executadas por várias companhias e exames litológicos realizados por nós em cerca de 60 amostras de sondagens.

As descrições das sondagens feitas por outros observadores somente em pequena escala foram aproveitadas por nós. Utilizamos-las principalmente no que se refere à coloração dos sedimentos e uma pequena parte no que diz respeito à granulação do material atravessado. No entanto, devido a observação pessoal de numerosas amostras de sondagens foi possível obter uma certa uniformidade na classificação dos sedimentos.

As formações sedimentares são constituídas principalmente por camadas de argila e areia, de espessuras muito variáveis, e por poucos leitos conglomeráticos. Geralmente não aparecem as mesmas características litológicas em duas sondagens distantes apenas 200m uma da outra, o que indica uma forma lenticular para os depósitos.

a) *Textura dos sedimentos*: — A compactação e a consolidação dos sedimentos é pequena sob o ponto de vista geológico, como já foi esclarecido por VARGAS (1951) e PICHLER (1950), que forneceram dados excelentes sobre o adensamento desses sedimentos. Segundo estes autores, foram achados para o "adensamento" dos sedimentos valores correspondentes a uma carga máxima equivalente ao peso de 200m de sedimento suportados pelo material, o que implicaria no fato de o chamado "terciário" ter atingido a cota de 820m no fim do período de sedimentação. VARGAS encontrou ainda, para uma zona de sedimento aflorando na superfície atual, valores menores do que os encontrados normalmente, ou a serem esperados conforme sua carga teórica.

Explica o autor essa anormalidade como uma possível deposição mais moderna desses sedimentos, que teria assim suportado uma menor carga. Parece-nos, porém, mais provável, uma outra explicação. A zona

de sedimentos de adensamento baixo é produto da modificação dos sedimentos sujeitos à meteorização. Os sedimentos “perdem a memória” — usando a feliz expressão de VARGAS —, devido à decomposição, voltando da sua fase de consolidação diagenética para a fase de solo, quando expostos à superfície.

A consolidação dos sedimentos da bacia de São Paulo é menor do que a de outros de idade supostamente similar, como os da bacia do vale do Paraíba, e por êste motivo, são fundadas as dúvidas de MENDES (1950) sôbre a idade geológica da bacia de São Paulo.

A diagênese não conseguiu ainda transformar os sedimentos argilo-arenosos em folhelhos, como acontece, por exemplo, também na chamada bacia terciária de Caçapava.

A estratificação dos sedimentos é ainda mal desenvolvida e de difícil percepção. Nos testemunhos intactos encontram-se às vêzes indícios de estratificação cruzada, também já citada por VARGAS (1954). Os ângulos que medimos nesses casos não ultrapassaram 20°, com pequenas variações, e êsse ângulo é índice de sedimentação aquosa.

A variação brusca da granulação num depósito tanto em sua extensão horizontal como na vertical não nos preocupou a ponto de fazermos análises granulométricas pormenorizadas. Preferimos aplicar um método mais grosseiro, usando apenas a relação quantitativa calculada em porcentagens para conglomerado ($> 2\text{mm}$), areia ($> 0,02\text{mm}$) e silt-argila ($< 0,02\text{mm}$). Esta relação foi tomada em cada sondagem para o perfil inteiro, mas lembramos que êstes dados possuem ainda um certo cunho de precariedade, devido à dificuldade de uma amostragem adequada durante a execução da sondagem. Na fig. 1 reproduzimos a relação porcentual granulométrica dos sedimentos analisados, onde cada ponto corresponde à relação de uma sondagem, tendo deixado sem consideração os sedimentos certamente aluvionares recentes.

Observamos pois no gráfico, que a grande maioria das sondagens atravessa sedimentos argilosos-siltosos, onde a fração arenosa aparece como preponderante sômente em alguns casos, enquanto que a contribuição conglomerática é insignificante.

Esta relação a favor da fração argilosa, conjugada porém à rápida variação granulométrica dentro de cada perfil, indica que houve uma sedimentação mista. A granulação fina é índice de um ambiente lacustre

com afluência de material quase que exclusivamente argiloso e pouco arenoso; e a variação faciológica evidencia a existência de condições variáveis de sedimentação.

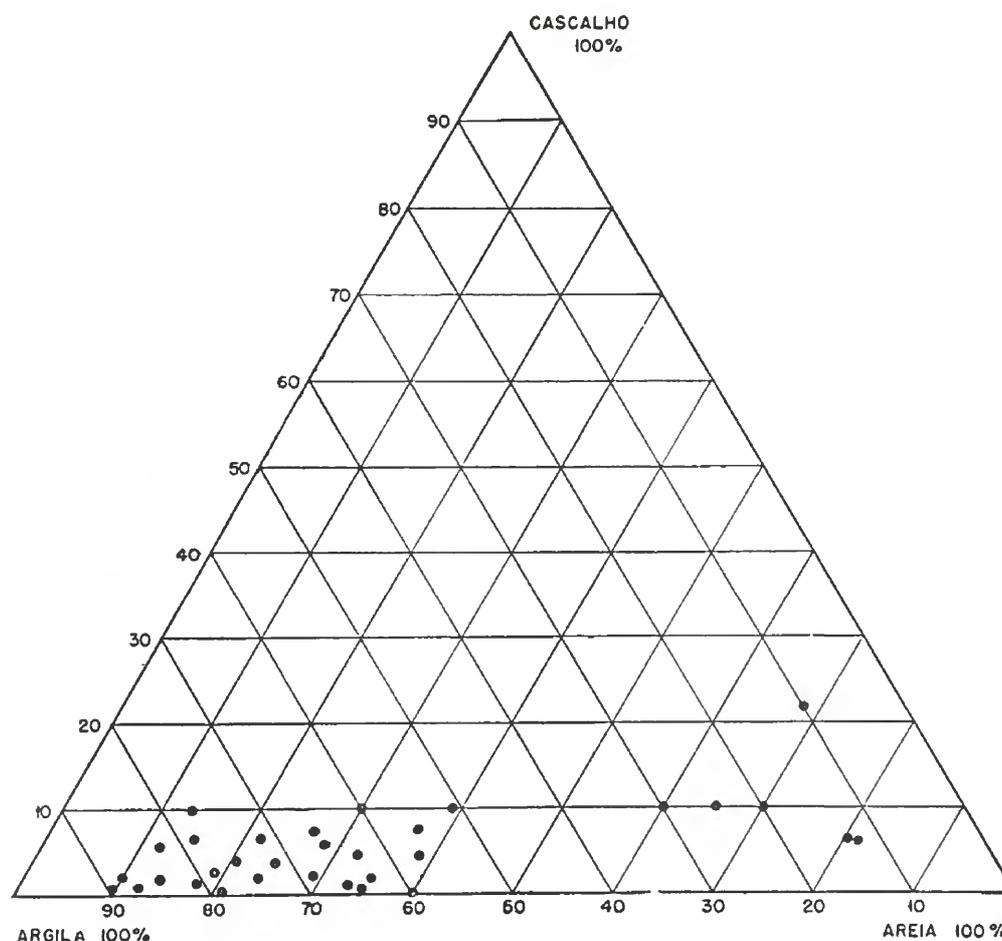


Fig. 1
Coeficiente clástico dos sedimentos "terciários". (Cada ponto corresponde a uma sondagem analisada).

Já em outro trabalho (LEINZ, 1955b) mostramos que os sedimentos clásticos grosseiros possuem uma pequena importância em relação aos sedimentos clásticos finos. Esta ausência de sedimentos grosseiros é o principal fator que determina a pouca água subterrânea existente na região. Na fig. 2 representamos as espessuras dos bancos arenosos conglomeráticos encontrados nas sondagens, onde podemos verificar que além de serem pouco frequentes, são também de espessuras reduzidas.

Bancos conglomeráticos ocorrem muito raramente, apresentando-se sempre com pouca espessura. Procuramos, assim mesmo, localizar estas camadas conglomeráticas, visando um possível reconhecimento das antigas

praias, cones de dejecção, etc., e encontramos em muitos perfis de sondagem êsse material descrito pelas companhias sondadoras como pedregulho ou cascalho.

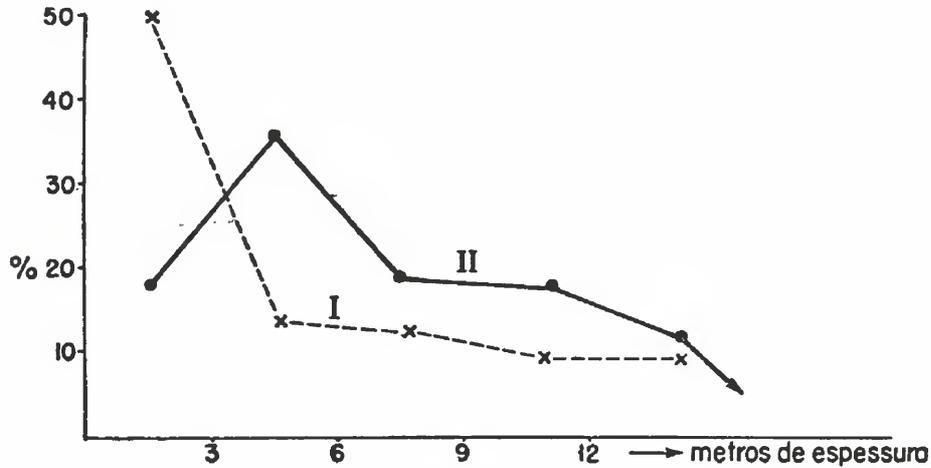


Fig. 2

- I — Espessuras individuais das camadas arenosas-conglomeráticas e aquíferas num poço.
 II — Espessuras totais das camadas arenosas-conglomeráticas e aquíferas num poço.

Verificamos serem muito freqüentes os leitos de seixos nas regiões dos rios atuais, situados em cotas pouco superiores a 720m, pertencendo tal material provávelmente ao ciclo de deposição desses rios que correm atualmente sôbre o aluvião por êles sedimentado. Material semelhante, localizado em cotas pouco inferiores a 720m nessas mesmas regiões foram também consideradas como pertencentes ao mesmo ciclo de sedimentação, e portanto, de origem recente.

Como nos interessava situar as áreas do conglomerado intercalado em sedimentos terciários, ou seja, daquele pertencente à fase de preenchimento da bacia, desprezamos os leitos encontrados aproximadamente entre 715m e 735m de altitude, em regiões vizinhas aos rios atuais. Tomando-se as sondagens que atravessam êsse material grosseiro em níveis superiores ou inferiores a essas cotas, verificamos que as mesmas não se localizam na periferia da bacia, mas sim na zona central, correspondente à atual área compreendida entre a Av. Paulista-Bom Retiro, Pacaembú-Parque PedroII. Raras vêzes ocorrem conglomerados no fundo da bacia, no contacto do sedimento com o cristalino, contrariando as obsevações de ALMEIDA (1955). Também não observamos nenhuma predominância de material grosseiro na possível borda da bacia. É provável

porém, que a ausência dêsse material na região periférica da bacia seja devida ao pequeno número de dados disponíveis localizados em tal região.

Estranho é, certamente, a ausência de sedimentos grosseiros nos poucos furos localizados perto da serra da Cantareira, onde poderíamos esperar uma contribuição acentuada de produtos rudáceos.

As ocorrências conglomeráticas já citadas, perto da atual área central é de fácil compreensão: localizam-se no sopé de uma elevação do cristalino — a “Ilha Paulistana”, e dela deriva provavelmente o material mais grosseiro, formando pequenos cones de dejecção no seu sopé.

b) *Concreções limoníticas*: — Ocorrem nos sedimentos com certa freqüência leitões e fragmentos de limonita-hematita de forma concrecionar, que tanto podem acompanhar planos de estratificação dos sedimentos como atravessá-los de forma variada, tendo sido sua ocorrência várias vezes descrita: WASHBURNE (1930), MORAES REGO (1932). Procurando localizar a profundidade de suas ocorrências, verificou-se que só uma pequena parcela das sondagens — 26 entre 400 sondagens — acusou sua presença. Elas localizam-se tanto sobre sedimentos argilosos e arenosos, como dentro dêsses sedimentos. Quanto à variação da profundidade das camadas de limonita, observamos que as mesmas aparecem em várias altitudes, mas não são encontradas em nível inferior ao de drenagem da região. Assim, verificamos a presença de limonita desde 800m até aproximadamente 720m de altitude, sempre em nível superior ao do rio Tietê (fig. 3).

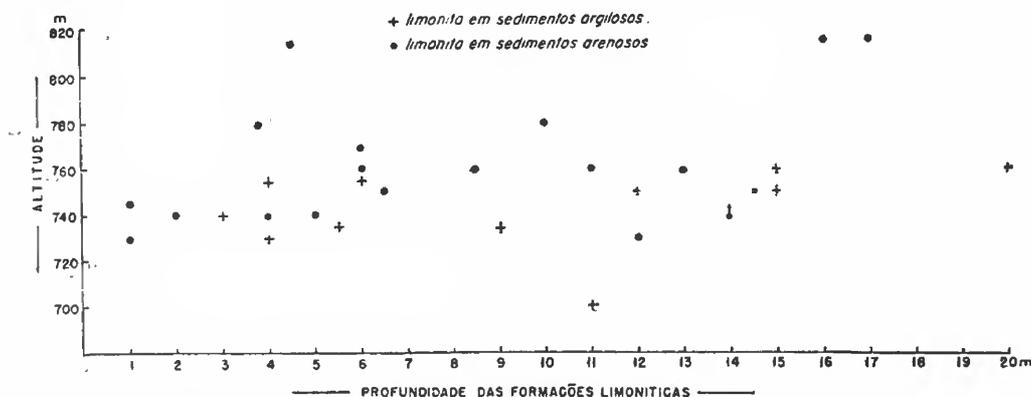


Fig. 3 — Distribuição em profundidade das concreções limoníticas.

MORAES REGO e T. SANTOS (1938) já explicaram a origem secundária destas formações, sendo da opinião de que águas percolantes durante

a diagênese tenham sido responsáveis pela sua formação, possivelmente em clima "semi-árido". Parece-nos porém, nada estranho a sua formação ainda na época atual, pois crostas e concreções limoníticas dentro do perfil de solo, formam-se preferencialmente em climas úmidos com épocas de estiagem acentuadas (2-3 meses de duração ainda são comuns nesta região). Assim CORRENS (1949) admite a formação de concreções ferruginosas em certa profundidade, como é o nosso caso, resultante tanto das soluções descendentes nas épocas de chuva como ascendentes nas maiores estiagens.

c) *Coloração dos sedimentos*: — MORAES REGO (1932) admitiu que a coloração dos sedimentos fôsse primeiramente vermelha tanto na superfície como em profundidade, e deduziu desta consideração as conclusões paleoclimáticas. No entanto, numerosas sondagens analisadas mostram que a cor vermelha ocorre apenas nas zonas superficiais, onde ocorrem também as cores cinza e amarelada. A cor vermelha penetra no máximo até a cota altimétrica de 715m, isto é, pouco inferior ao nível de drenagem atual, ocorrendo daí para baixo apenas sedimentos de tonalidades de cinza e amarelos.

O limite inferior da coloração vermelha não possui nenhuma altitude determinada; pode atingir a cota 715m mas em numerosos casos não atinge. Este fato exclui a possibilidade de que a cor seja de origem primária, mas sim ligada apenas a determinados estratos. Tudo indica que a coloração é um fenômeno atual ou quase atual do intemperismo e que a coloração primária dos sedimentos é cinza e cinza amarelado.

Tentamos verificar se haveria alguma constância quanto à profundidade da penetração da cor vermelha. Comparando o perfil de 41 sondagens em que apareciam tais argilas, observamos que a vermelha localizou-se sempre nos níveis superiores da sondagem, no máximo até 14m de profundidade, enquanto que a cinza apresentou uma distribuição mais ampla, sendo encontrada desde a superfície até 70m de profundidade. Na figura 4 temos a distribuição das argilas cinza e vermelha nas diferentes profundidades em relação à altitude absoluta do local de sondagem.

O fato de a argila vermelha ocorrer sempre nos níveis superiores das perfurações, leva-nos a considerar tal coloração como uma cor se-

cundária, dependente da migração dos óxidos de ferro na zona de variação do nível estático, sendo muito provável que a coloração continue a se formar ainda atualmente.

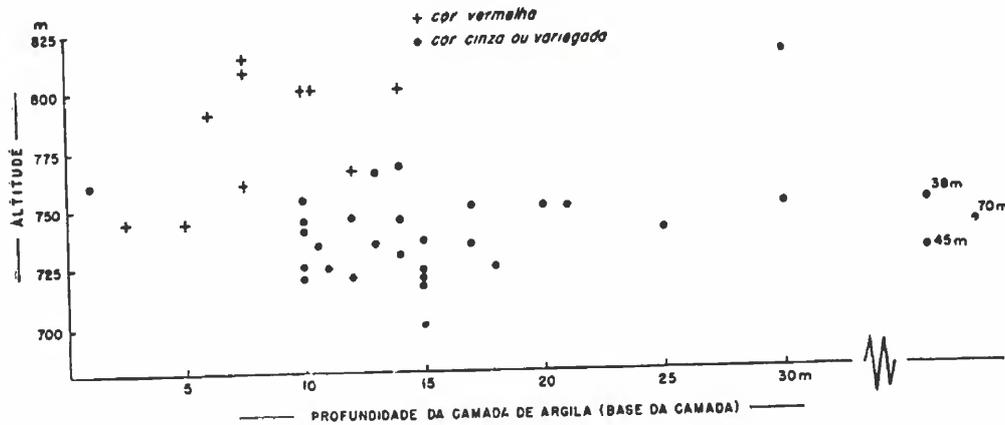


Fig. 4 — Distribuição da coloração das argilas em perfurações de até 70m de profundidade.

C — Decomposição das rochas na bacia

Já em um outro trabalho LEINZ (1955, a) focalizou pormenorizadamente a decomposição das rochas cristalinas. Aqui procuraremos reunir seus dados e acrescentar observações referentes à decomposição de sedimentos.

A decomposição descendente atinge tôdas as rochas dependendo sua intensidade e tipo para a área limitada em questão, essencialmente da constituição mineralógica e textural da rocha.

Distinguiremos 3 grupos de rochas:

- 1 — Granitos e gnaisses leucocráticos.
- 2 — Gnaisses melanocráticos e xistos metamórficos micáceos.
- 3 — Sedimentos clásticos, chamados terciários.

Trataremos inicialmente da decomposição nas rochas cristalinas que afloram na superfície baseando-nos em resultados de cêrca de 25 sondagens para depois a estudarmos nas rochas cristalinas com cobertura sedimentar.

Consideramos como rocha decomposta 3 estágios que uma rocha adquire pelo intemperismo: *a* — A decomposição *total* da rocha na qual os feldspatos são integralmente transformados (alterados) e os minerais fêmicos são transformados, desaparecendo totalmente a textura primária da rocha. *b* — Os minerais são quase totalmente decompostos, tanto

os feldspatos com os fêmicos mas a textura da rocha é ainda conservada. A resistência mecânica é ainda pequena, assemelhando-se a uma argila não consolidada. c — Os feldspatos acham-se parcialmente (transformados) alterados e a biotita é parcialmente descolorida, mas a textura é totalmente conservada. A decomposição é mais intensiva ao longo das fraturas e diaclases, conservando-se porém numerosos núcleos da rocha completamente intacta. A consistência mecânica desta zona varia muito desde o estado friável até o completamente rijo, como a de uma rocha fresca, necessitando no entanto normalmente de revestimento em furos tubulares. Entre estas 3 zonas há tódia passagem gradativa de tipos intermediários cujas espessuras são muito variáveis, podendo ocorrer apenas uma única, duas ou três destas zonas.

Sôbre a decomposição química destas rochas remetemos para o trabalho citado (LEINZ, 1955 a), enquanto que o restante dêste trabalho transcreveremos parcialmente.

a) — *Profundidade da decomposição*: — Como já frisamos, o manto de decomposição da rocha pode variar, em intensidade e em profundidade. As numerosas sondagens forneceram ótimos dados dêste fator geológico principalmente sôbre a profundidade da decomposição, mas infelizmente nem em todos os casos foi possível distinguir de fato os diferentes graus de decomposição. Assim damos na fig. 5 os resultados da *profundidade máxima e total de tódia a zona decomposta incluindo aqui a rocha em qualquer estágio de decomposição*.

Verificam-se aqui os seguintes fatôres:

1. — A profundidade máxima da decomposição limita-se a uma faixa superior à cota 715 metros. Tódias as rochas situadas em nível superior a esta, que coincidam perfeitamente com o nível da drenagem da região são passíveis de decomposição.

2. — A decomposição mais profunda manifesta-se em região de altitudes maiores dada a morfologia relativamente suave da região.

3. — As rochas melanocráticas xistosas, como gnaisse escuro e xisto tendem a apresentar uma decomposição mais profunda e os valores máximos encontrados são justamente aqueles relativos a tais rochas.

4. — Para a mesma altitude ocorrem variadas profundidades de decomposição, assim por exemplo, na cota 750m podemos encontrar rocha decomposta até 12 como até 40 metros.

A figura *6 mostra a freqüência das diferentes profundidades de decomposição. Nota-se aqui que no caso dos granitos e gnaisses claros, a profundidade mais freqüente (50%) situa-se até 20 metros, enquanto que para as rochas escuras não existe um máximo nítido na curva.

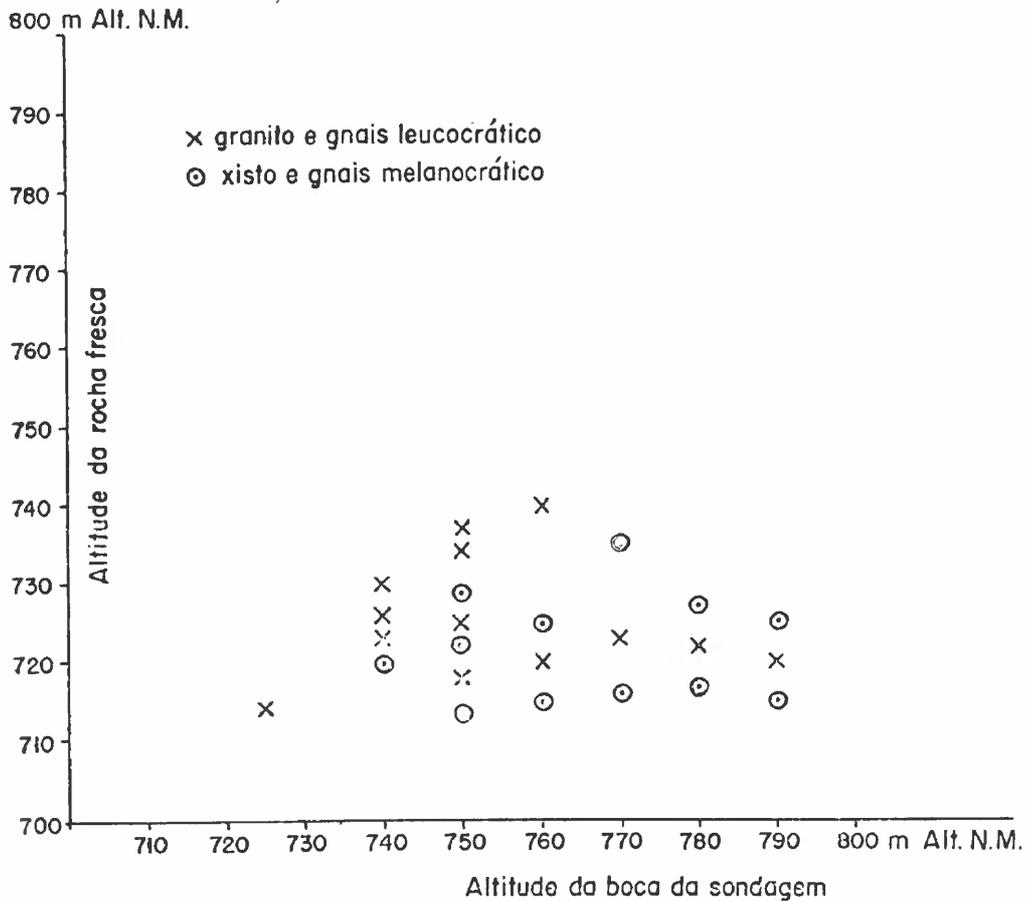


Fig. 5 — Altitude da rocha "fresca" em relação à altitude da bôca de sondagem.

b) — *Profundidade das diferentes zonas de decomposição:* — Considera-se freqüentemente como rocha decomposta apenas os 2 primeiros graus por nós tratados à pág. 34: a zona de decomposição total que não permite reconhecer a textura original da rocha e a zona na qual a rocha ainda conserva sua textura original, mas apresenta decomposição intensiva dos minerais e oferece pequena resistência mecânica. A 3a. zona manifesta apenas decomposição inicial em grau variável e é tomada muitas vezes como rocha fresca. Infelizmente um limitado número de sondagens permitiu a distinção destas 3 zonas, enquanto que no restante foi possível apenas observar a espessura total da decomposição.

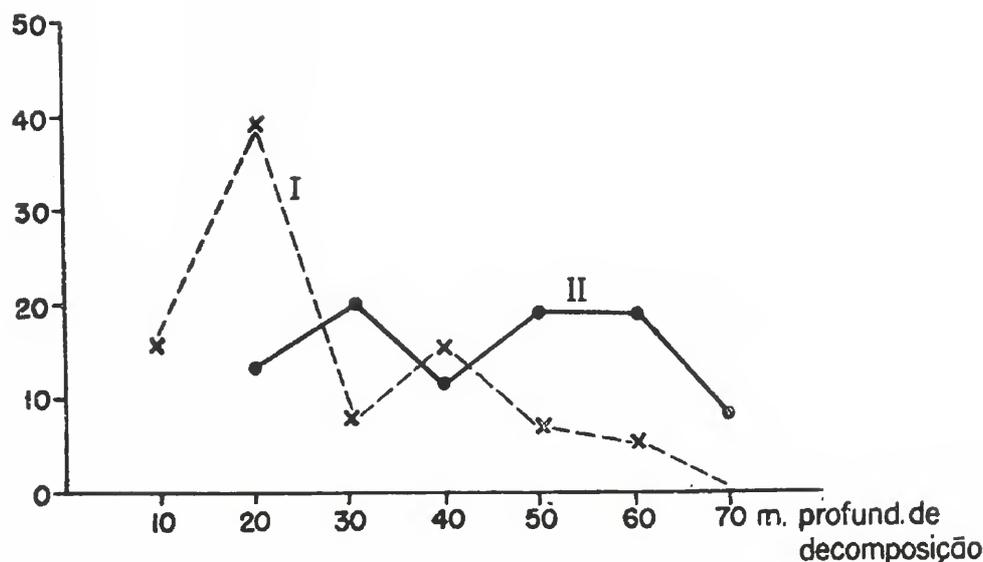


Fig. 6 — Profundidade de decomposição
 I — Granito e gnais claros.
 II — Gnais escuro e xistos.

Mesmo nas sondagens aproveitáveis em que se percebem as diferentes zonas, as limitações das mesmas são relativamente precárias, mas seus valores expressos na figura 7 podem ser tomados quanto à ordem de grandeza como correspondentes à realidade.

Observa-se que o limite da zona *a* com *b* acompanha irregularmente a superfície em profundidades que vão de poucos metros até 25 metros, enquanto que a zona *b* possui uma espessura mais constante, variando de 5 a 10 metros. A zona *c* é bastante irregular quanto ao seu comportamento em espessura medindo esta poucos decímetros até algumas dezenas de metros, parecendo certo, porém que quanto mais elevada fôr a topografia mais espessa será esta zona. Como já frisamos, ela possui como seu limite inferior a rocha fresca, que na região estudada localiza-se aproximadamente na cota de 715 metros de altitude. Isto significa uma nítida dependência do nível de drenagem regional que se situa mais ou menos em 715 metros. As águas subterrâneas são móveis até esta profundidade, e sua circulação provoca êste estágio de decomposição incipiente embaixo, que aumenta gradativamente rumo à superfície. A figura 7 mostra também que a decomposição das rochas no Planalto de São Paulo atinge grandes profundidades, assim como o fato já frisado da decomposição poder atingir esta profundidade, mas nem sempre atingindo êste limite. Em

morfologia mais acidentada, o que não ocorre com a frequência na região considerada, êste zonamento varia e principalmente suas espessuras e profundidades podem ser bastante menores.

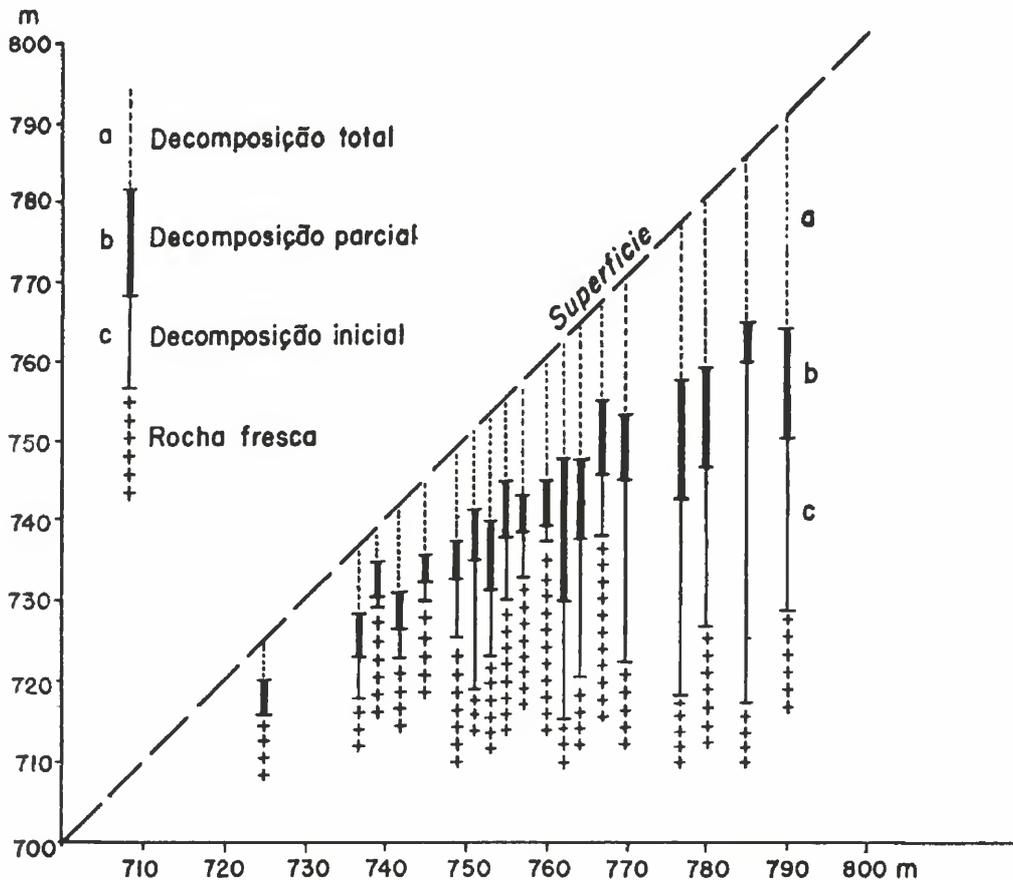


Fig. 7 — Profundidades das zonas de decomposição.

c) — *Decomposição das rochas cristalinas cobertas por sedimentos:*

Foram analisadas numerosas sondagens que atravessam os sedimentos conhecidos como terciários, e que penetram no embasamento cristalino. Verificou-se em numerosos casos que tais sedimentos assentam sobre as rochas cristalinas parcialmente decompostas e que são raros os casos onde o cristalino apresenta-se absolutamente fresco no seu contacto.

No que se refere ao tipo de *decomposição* da zona de contacto, foi notada a ausência de uma zona com decomposição total. Solo fóssil mesmo em sentido mais largo nunca foi observado, e o que se encontra é a zona b-c, isto é, zona de rochas parcialmente decompostas porém com as respectivas texturas ainda preservadas. A sua resistência mecânica é

relativamente elevada, lembrando muito mais a de uma rocha cristalina com decomposição incipiente, na qual o feldspato se transforma em caulim e aparece uma descoloração da biotita, cuja cor oscila nas tonalidades cinzas.

*A espessura e altitude da zona de decomposição varia muito. Representamos na figura 8 a variação do grau de decomposição da rocha cristalina em relação com a altitude do embasamento cristalino e a posição da cobertura sedimentar. Verifica-se que não existe nenhuma dependência entre a intensidade da decomposição e sua altitude e espessura da cobertura. O embasamento cristalino pode estar em estado fresco sob qualquer cobertura seja qual for a sua espessura e em qualquer profundidade, como também pode se achar decomposto em intensidade variável independentemente da espessura dos sedimentos e da profundidade. Aqui se observa um fato interessante ao se comparar as rochas cristalinas desnudas com aquelas cobertas por sedimentos. As rochas aflorantes possuem seu limite de decomposição na altitude 715m, enquanto que as rochas encobertas manifestam decomposição em níveis *muito mais* profundos, mas ocorrendo somente as zonas b-c. Surge naturalmente aqui o seguinte: a decomposição das rochas cristalinas realizou-se antes da deposição dos sedimentos, isto é, a decomposição é ainda um remanescente pretérito ou trata-se de uma decomposição posterior? Julgamos que *a decomposição do cristalino coberto pelos sedimentos é um testemunho conservado do tempo pré-sedimentar.**

Os seguintes fatos nos levam a esta conclusão:

1 — A penetração da decomposição atual limita-se ao nível da drenagem (cerca de 715m de altitude) o que não ocorre com as rochas cristalinas cobertas, onde se observam rochas decompostas até uma altitude de 589m.

2 — Ocorrem rochas infrasedimentares com grau de decomposição variável. Rocha absolutamente fresca e rocha com 18 metros de zona decomposta, podem ocorrer independentemente das profundidades relativas e absolutas.

Isto parece indicar a completa independência das inferências da topografia e das condições mesológicas atuais.

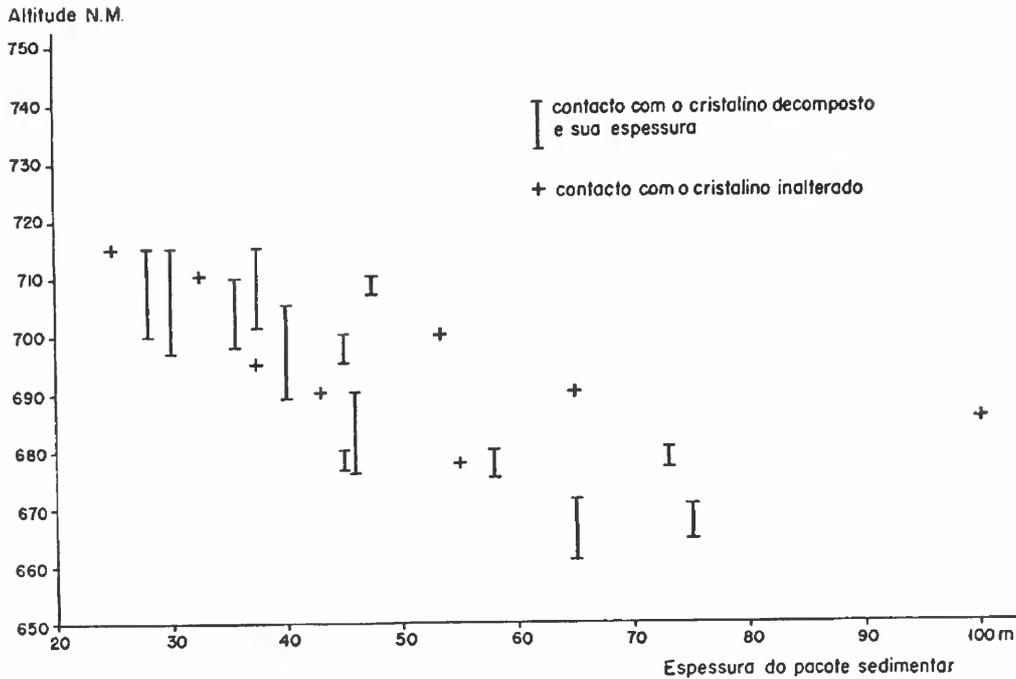


Fig. 8 — Altitude do contacto: sedimento-cristalino e seu estado de alteração.

d) — *Decomposição das rochas sedimentares e sua coloração:* — Em sedimentos sem nenhuma ou pouca consolidação torna-se extremamente difícil avaliar o grau da decomposição meteórica. Ainda mais se agrava êste fato devido à considerável heterogeneidade dos sedimentos da nossa bacia. Analisando a coloração dos sedimentos (fig. 4) em pouco mais que 20 sondagens verificou-se o que já foi dito no capítulo referente à litologia dos sedimentos “terciários”:

1.º — Os sedimentos podem ser avermelhados, mas também podem ser de côr cinza amarelada. A côr vermelha atinge no máximo cotã 715, isto é, o nível da drenagem atual. Daí para baixo predominam as côres cinzas ou ligeiramente amareladas.

2.º — A coloração vermelha e seu limite inferior não possui nenhuma altitude determinada, mas também sedimentos com coloração cinza e amarela podem aflorar até na superfície atual.

D — *Mapa Geológico (Mapa n.º 3)*

Anexamos ainda como resultado das análises de sondagens, um esboço de Mapa Geológico. Dada a grande intensidade de ocupação urbana, agravada pela decomposição profunda e às vêzes convergente, ba-

seamos êste esbôço principalmente em resultados de sondagens. Usamos para tal fim algumas centenas de sondagens completadas por observações de campo onde foi possível, lembrando porém que o produto de decomposição intensiva, de um gnais, e principalmente de gnais escuro, é muito similar a um sedimento terciário decomposto.

Não entramos em discussão sôbre a idade dos sedimentos, problema ventilado por MENDES (1950). Nossas observações não permitem acrescentar qualquer fato novo elucidativo sôbre o fator tempo e época dos acontecimentos geológicos. Distinguimos assim no mapa:

1 — *Rochas cristalinas (Pré-Cambriano) aflorando na superfície.*

Prétendemos aqui indicar indiscriminadamente tanto rochas magmáticas como metamórficas. Sua distinção em amostras provenientes de sondagens de percussão é praticamente impossível, e seria também temerário marcar a distribuição na região urbanizada.

2 — *Rochas sedimentares chamadas terciárias.*

Representam o preenchimento sedimentar da bacia como tratamos em capítulos anteriores, aflorando diretamente na superfície.

3 — *Sedimentos aluvionares* possuindo um substratum rochoso ainda não esclarecido. Assim acontece principalmente ainda numa certa área do Tietê e Pinheiros. Aqui as sondagens não esclareceram de modo suficientemente claro, se ocorrem sedimentos terciários entre o cristalino e os depósitos aluvionares.

4 — *Rochas cristalinas capeadas por sedimentos terciários, de pequena espessura*, isto é, até 20 metros. Em alguns casos representamos assim também possivelmente rochas cristalinas aflorando, mas cuja zona de decomposição assemelha-se à de rochas sedimentares.

5 — *Rochas cristalinas com cobertas de sedimentos aluvionares.*

Nos vales atuais ocorrem sedimentos aluvionares recentes ou quase recentes, como "cascalho, areias, argilas e depósitos argilo-turfosos", que formam uma capa de pouco metros de espessura (máximo 15-20 metros).

6 — *Sedimentos terciários possuindo uma coberta de depósitos aluvionares.*

7 — *Os contactos são marcados de 2 maneiras.*

Com linha cheia indicamos os contactos visíveis na superfície. Enquanto a linha interrompida indica contactos de rochas cristalinas cobertas por aproximadamente 20m de sedimentos terciários ou por aluvião.

III — ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DE SÃO PAULO

Em um trabalho anterior de LEINZ (1955b) já foi estudada detalhadamente a questão da água subterrânea na bacia de São Paulo. Daremos aqui em linhas gerais os resultados dessa pesquisa, expressos principalmente por gráficos e tabelas, em parte modificados daqueles já publicados por êsse autor, baseados em novos dados.

Ao se examinar a constituição geológica da bacia chama-nos logo a atenção o fato de as camadas sedimentares apresentarem a forma lenticular e descontínua com relativa variedade litológica, o que é um caráter desfavorável para a acumulação de água subterrânea. (Fig. 9).

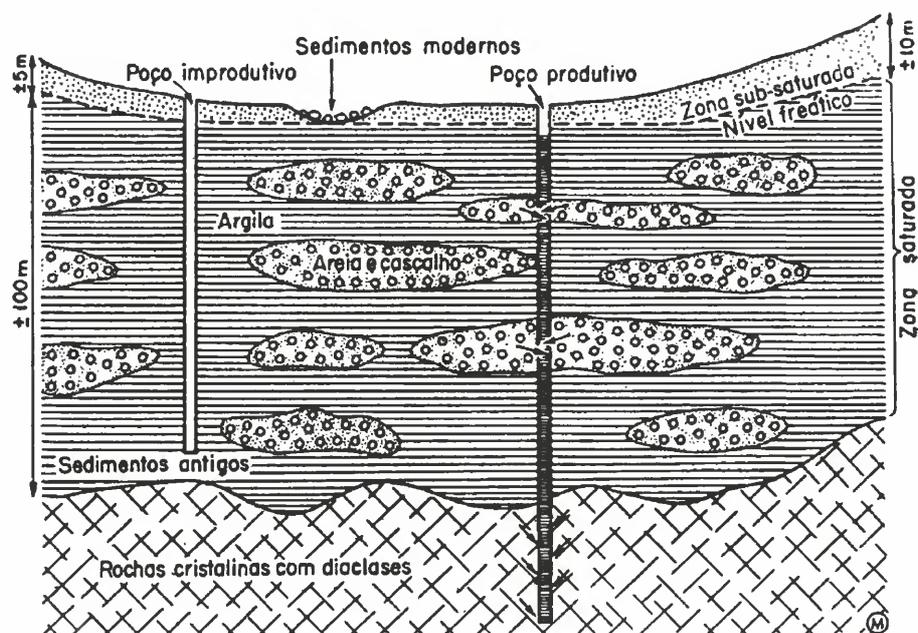


Fig. 9 — Esquema geológico das ocorrências de água subterrânea na bacia de S. Paulo.

A — Ocorrências

As rochas existentes na região estudada podem ser divididas em três grupos de acôrdo com as suas diferentes características hidrológicas: a — Rochas cristalinas; b — Sedimentos argilosos e arenosos antigos (possivelmente de idade terciária; c — Sedimentos argilosos arenosos-conglomeráticos das várzeas (idade recente).

a) — *Rochas cristalinas*: — Granitos e gnaisses constituem a maior parte do embasamento das rochas sedimentares, sendo encontrados tam-

bém na região outros tipos de rochas cristalinas de menor importância como pegmatitos, vieiros de quartzo e quartzitos.

Tanto nos granitos como nos gnaisses ocorrem sistemas de diaclasma bem acentuados, mas que se fecham ao atingirem a profundidade de 150m aproximadamente. Nessas diaclases acumula-se a água subterrânea, principalmente nos primeiros 100m de profundidade, devido à intercomunicação relativamente grande existente entre os sistemas de diaclases até essa profundidade. Se bem que a capacidade de armazenamento de água nesses primeiros 100m possa atingir até 10 lt/m³ de rocha, as principais entradas de água nos furos ocorrem somente entre 50 e 100m de profundidade (fig. 10). Tal fato é explicável se nos lembrarmos de que é necessária uma pressão hidrostática suficientemente alta para obtenção de quantidades razoáveis de água, e como os desníveis da topografia são ao redor de 50m (750-800m), somente em certa profundidade a pressão hidrostática será suficiente para permitir as entradas de água nos poços. Abaixo de 130m não foi verificada mais nenhuma entrada, pois nessa região, se bem que a pressão hidrostática seja grande, as diaclases já são quase completamente fechadas, o que não permite o acúmulo de água.

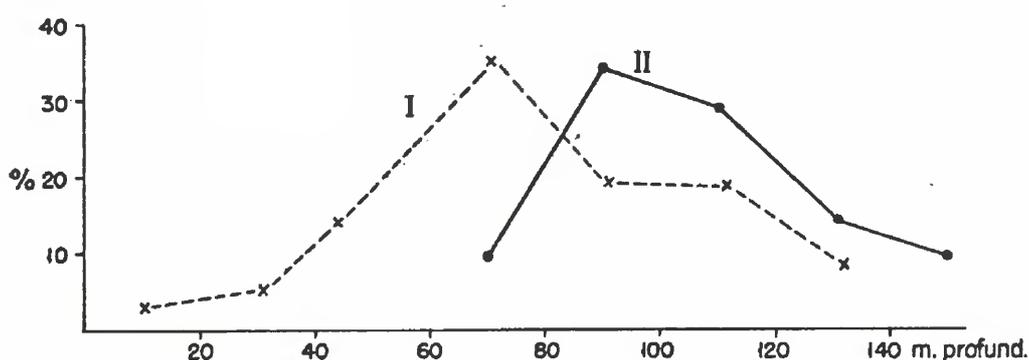


Fig. 10

I — Entradas d'água nas rochas cristalinas.
 II — Profundidade total dos poços.

Estudando-se a vasão dos poços disponíveis, verificou-se que as rochas xistosas, principalmente aquelas ricas em biotita, são mais aptas a fornecer maior quantidade de água do que os granitos e gnaisses claros. No entanto, a vasão é muito variável mesmo quando os poços se encontram em situação geológica idêntica. Na fig. 11 a curva II mostra-nos

que predominam as vasões entre 3000-6000 litros horários, sendo raros os de valores superiores.

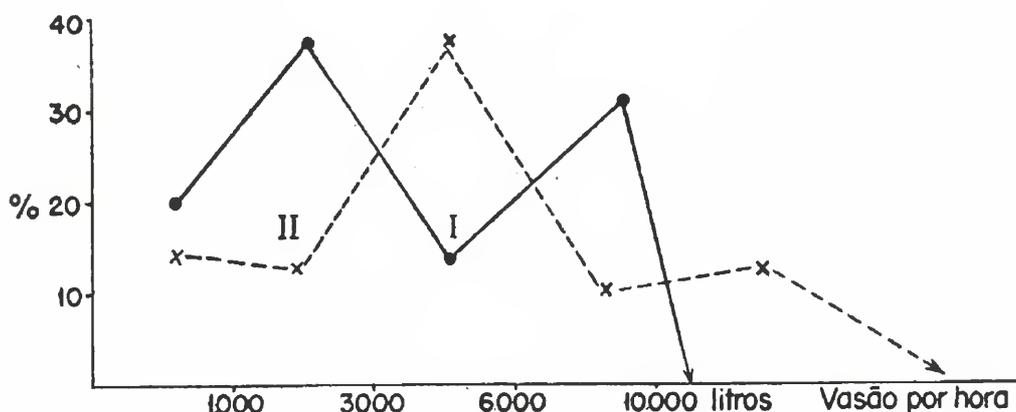


Fig. 11

I — Vasão em rochas cristalinas com cobertura ssedimentar.
II — Vasão em rochas cristalinas.

Quanto à *distância* necessária entre os poços para que não haja interferência, chegou-se à conclusão de que é conveniente uma distância mínima de 200m entre as perfurações (LEINZ, 1955a).

E' também a pequena pressão hidrostática existente na parte superior que dificulta as entradas da água existente no manto de intemperismo, cabendo à porosidade decorrente de sua constituição argilosa, somente a função de acumular a água que migra para as rochas cristalinas subjacentes (LEINZ, 1955b).

b) — *Sedimentos argilosos-arenosos (antigos)*: — Os chamados sedimentos Terciários existentes na bacia de São Paulo caracterizam-se pela variabilidade granulométrica do material clástico e pela ausência de cimento consolidador. Os têrmos arenosos e conglomeráticos — cujas camadas são na maioria de pequena espessura (0,5-3,00m) — são os únicos que possuem permeabilidade suficiente para fornecer água a um poço. Foi verificado que as camadas de espessura superior a 9,00m apresentam competência de vasão bastante reduzida, por serem constituídas de areia muito fina e possuírem considerável teor de argila. Mesmo tomando-se a espessura obtida pela soma de várias camadas competentes de 1 poço nota-se que essas espessuras parciais são pequenas (fig. 2).

Assim, a metade dos poços possui espessuras totais das camadas aquíferas de até 6m, e o restante entre 6 e 12m. Um furo nos sedimentos

“terciários”, com profundidade média total de cerca de 70m, possui, provavelmente até 10% de sedimentos grosseiros, produtores de água, sendo o restante constituído de sedimentos predominantemente argilosos, ou arenosos ricos de argila.

A água subterrânea contida nos sedimentos ocorre nos interstícios existentes entre os grãos. O grau de porosidade nas argilas é de cerca de 35-40% e nas areias e cascalhos de até 30%. Assim, todo pacote sedimentar situado aproximadamente entre 5 e 10m abaixo da superfície acha-se saturado de água. Como a permeabilidade da argila é insignificante, somente os sedimentos clásticos mais grosseiros possuem permeabilidade suficiente para tornar um poço produtivo.

As entradas de água ocorrem pois, sempre que a sonda começa a cortar sedimento de granulação grosseira, e cessam com o término deste. As lentes de material grosso apresentam distribuição muito variável em profundidade.

As entradas de água foram encontradas principalmente entre 20-40m (cerca de 40%) e entre 40-60m (cerca de 35%) de profundidade. O restante ocorre em profundidades maiores, e localiza-se principalmente no contacto do sedimento com o embasamento cristalino (20%), e se por vêzes tal zona de contacto não é aquífera, deve-se ao fato de ser ela constituída por material argiloso (fig. 12).

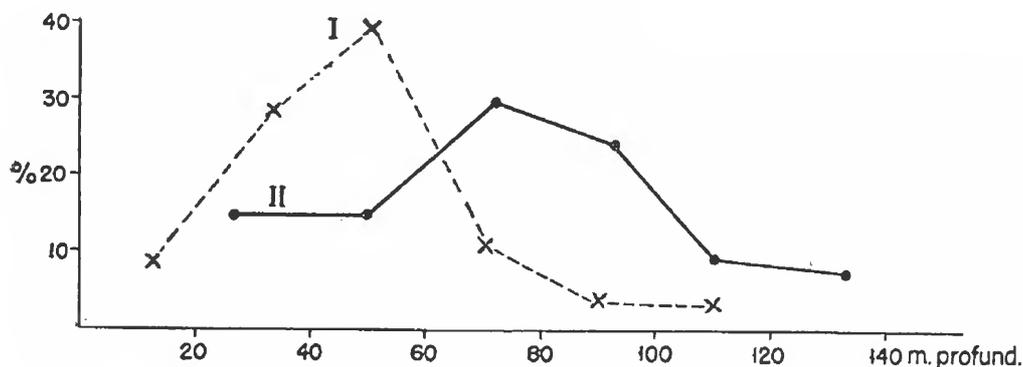


Fig. 12
I — Profundidade das entradas d'águas nas rochas sedimentares.
II — Profundidade total dos poços.

A vasão dos poços perfurados em tais rochas sedimentares é na maior parte de 1.000 lt (40%) e na figura 13 estão representadas as porcentagens encontradas para as vasões superiores.

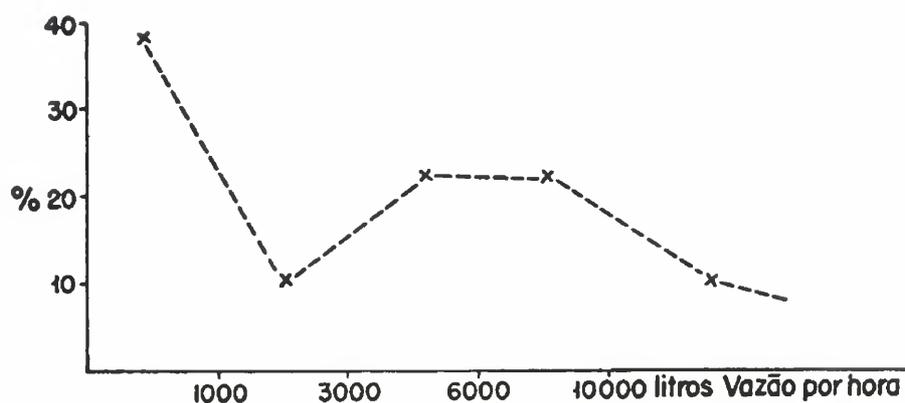


Fig. 13 — Vazão em rochas sedimentares.

Cabe aqui uma pequena consideração sobre certo número de furos existentes em São Paulo, cuja vazão é, às vezes, de dezenas de metros cúbicos por hora. Tais poços, na maioria das vezes, estão situados à beira dos rios como Tietê, Pinheiros e Tamanduateí e acontece, neste caso, que as zonas superiores (de até 20 metros) são constituídas de depósitos aluvionares ricos em cascalhos ou areia grossa, altamente permeáveis, e com a infiltração favorecida pela vizinhança dos rios. Neste caso há considerável aumento da vazão, pois há aproveitamento da água desta zona superficial. Nos poços por nós citados, esta zona superficial é toda vedada, evitando-se assim possível poluição da água, mas é certo que conforme o caso a que se destina a água captada (água industrial), não importa esta inconveniência.

Quanto à distância conveniente que deve existir entre os poços situados nesses sedimentos, obtivemos resultados bem discrepantes dada à conformação imprevisível das camadas lenticulares que constituem os andares aquíferos.

Baseados porém em exemplos conhecidos (LEINZ, 1955b), julgamos conveniente um afastamento mínimo de 50m entre 2 poços que obtenham água de uma mesma camada aquífera, para evitar qualquer diminuição individual de vazão.

c) — *Sedimentos clásticos das várzeas (recentes)*: — Os sedimentos argilosos arenosos-conglomeráticos das várzeas são ótimos armazenadores de água, se bem que esta seja altamente sujeita à contaminação superficial, dada a sua proximidade com os sedimentos ricos em

material orgânico aluvionares dos rios modernos (AB'SÁBER, 1953). Tais sedimentos clásticos são encontrados até em altitudes de 730m, sendo porém mais comuns nas cotas inferiores.

Não possuímos dados significativos sobre as vasões de poços perfurados em tais sedimentos, mas apenas observamos que a água é normalmente rica em ferro, e que seu nível está sujeito a oscilações segundo as estações.

B — Nível estático e dinâmico da água subterrânea

O nível estático é independente da natureza da rocha, pois comporta-se da mesma maneira tanto nas rochas sedimentares como nas cristalinas.

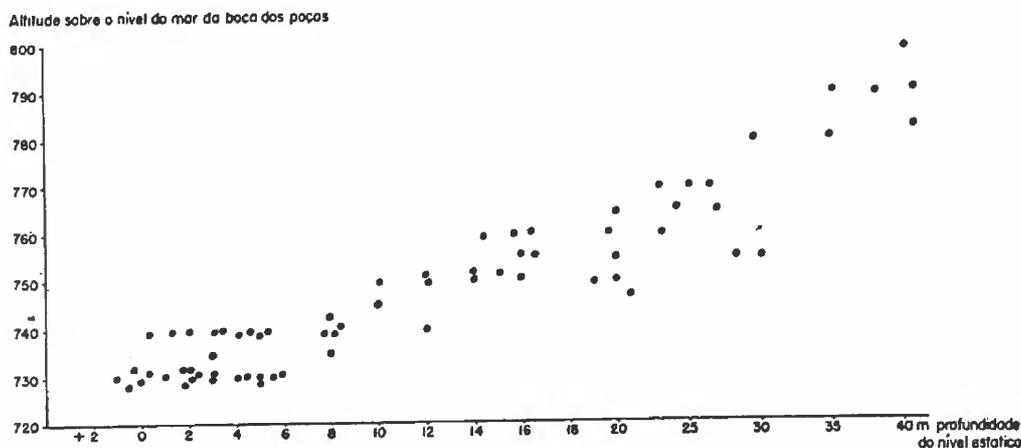


Fig. 14 — Relação entre profundidade do nível estático e a altitude topográfica.

Na fig. 14 encontra-se representado o nível estático de vários poços em relação à altitude absoluta da boca dos mesmos. Observa-se que o nível estático acompanha a topografia com certo atraso (fig. 15), e que será tanto mais profundo quanto mais elevada fôr a topografia.

Não possuímos dados sobre o abaixamento real do nível estático na região de São Paulo. As variações anuais devem ser notadas principalmente nas áreas mais elevadas em relação ao nível de drenagem, que localiza-se ao redor de 720m de altitude.

Água artesianas foi encontrada somente em 2 poços situados na base de pequenas elevações: um em Utinga e outro na parte baixa do "Alto de Pinheiros".

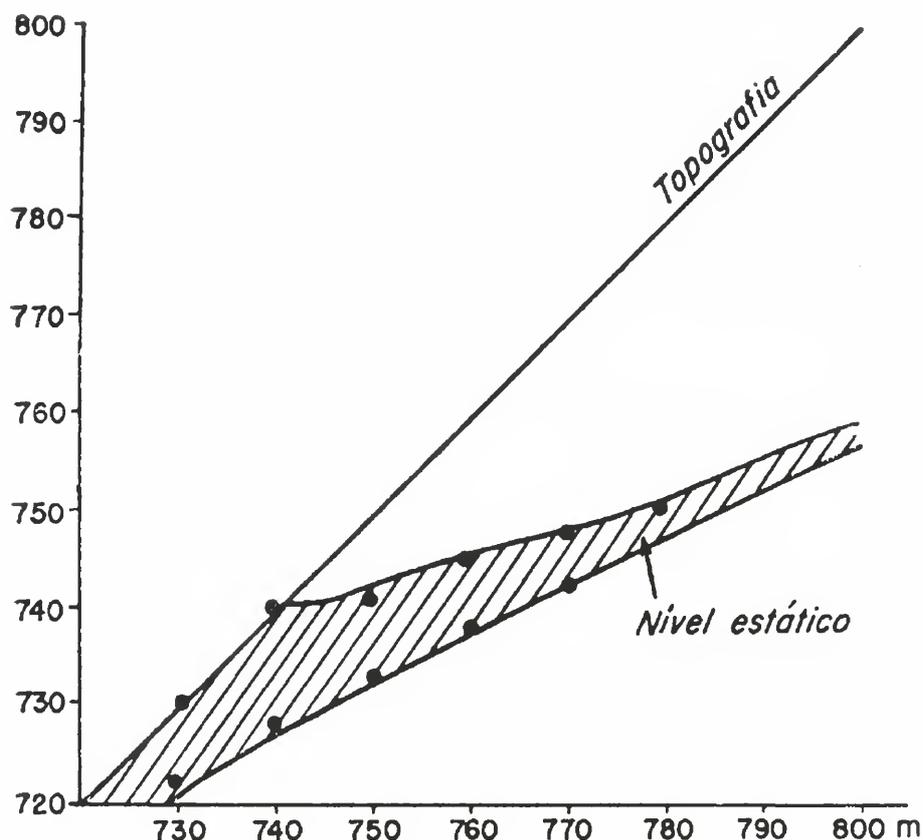


Fig. 15 — Altitudes encontradas do nível estático d'água em relação à altura topográfica.

A profundidade do *nível dinâmico* é muito variável por depender das rochas fornecedoras. Pela fig. 16 verifica-se que em sedimentos terciários a profundidade é relativamente pequena (20 e 60m) enquanto que em rochas cristalinas o nível localiza-se entre 60 e 100m. Rochas cristalinas cobertas por sedimentos possuem o nível dinâmico em profundidade variável, observando-se nitidamente uma mistura entre as tendências individuais nos sedimentos e no cristalino.

O abaixamento do nível dinâmico verificado nos últimos 10 anos é resultado de várias causas, entre elas o grande número de poços perfurados nas vizinhanças, o que provoca interferência dos cones de afluxo, diminuindo as vasões individuais. O fenômeno da limonitização nas entradas de água é possivelmente responsável também por tais ocorrências, pois as crostas limoníticas formam-se com certa facilidade não só nos filtros dos poços como nos sedimentos vizinhos, diminuindo a permeabilidade destes últimos e obturando aqueles. A grande demanda de

água subterrânea em certas áreas pode igualmente determinar o abaixamento do nível dinâmico, e nesse caso talvez seja conveniente o estudo de possível devolução das águas servidas para o lençol freático por meio de poços de infiltração que deverão atingir a camada permeável.

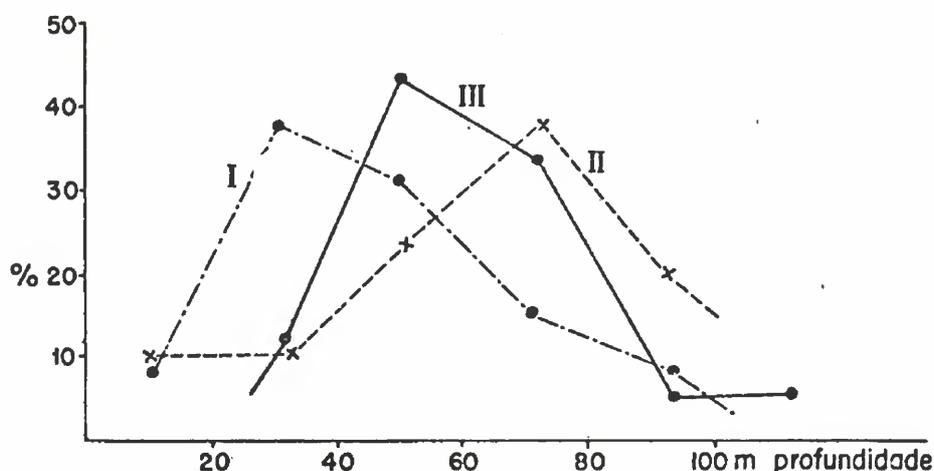


Fig. 16

- I — Nível dinâmico em rochas sedimentares.
 II — Nível dinâmico em rochas cristalinas.
 III — Nível dinâmico em rochas cobertas por sedimentos.

C — Composição química da água subterrânea

Tôda a água subterrânea encontrada na bacia de São Paulo é potável, tanto sob o ponto de vista químico como biológico. A dosagem de sulfatos, nitratos, nitritos e amônia foi negativa em todos os casos, e dos elementos inorgânicos destaca-se principalmente a sílica, cujo teor elevado é comum quando se trata de água proveniente de rochas cristalinas. Em água de tal origem é baixo o teor de ferro, mas naquela originária de sedimentos o teor de Fe_2O_3 é muito alto.

Na tabela anexa (tabela n.º 2) estão registradas algumas análises químicas de água subterrânea da região. Os índices sobre dureza são fornecidos em graus franceses e a substância orgânica é tabelada pelo consumo de permanganato 0,01-N por litro. Os valores sobre o material suspenso encontram-se um pouco elevados pelo fato das águas analisadas provirem de poços recém-abertos.

Não nos foi possível determinar zonas geográficas de probabilidade de água, pois o número de poços é ainda pequeno para manifestar estatisticamente certas zonas. As ocorrências imprevisíveis de estratos, aquíferos sedimentares, assim como a distribuição irregular das rochas cristalinas (granito e gnaisse) leucocráticas e melanocráticas (gnaisse) não permitem também qualquer previsão exata sobre áreas propícias para obtenção de água subterrânea.

Juntamos a este capítulo uma lista de perfurações para água subterrânea executadas em São Paulo (Tabelas n.º 3, 4, 5). Ela representa apenas uma parcela dos furos realizados, mas os resultados comparados com os 3 mapas anexados serão de proveito — assim esperamos — para futuras pesquisas hidrológicas, pois indicarão as rochas a serem perfuradas e em que profundidade se encontrará o embasamento cristalino. Cremos que estes mapas de execução laboriosa serão também úteis à engenharia de grandes obras, de construção, etc.

IV — GÊNESE DA BACIA SEDIMENTAR

Analisando os fatos principais de que dispúnhamos, tentamos fazer a interpretação genética da bacia sedimentar de São Paulo, e dividimos o assunto em duas partes: A. Formação da depressão; B. Preenchimento de depressão.

A. — *Formação da depressão*

Pelos mapas anexos nota-se como traço marcante e estranho que a inclinação da superfície pré-sedimentar possui um sentido justamente oposto à atual, isto é: inclina-se rumo NORDESTE. A topografia pretérita é irregular em sua forma, com desníveis consideráveis em distância curta, mas lembrando em parte, uma bacia de drenagem fluvial em estado relativamente maduro com depressões largas. De outro lado não encontramos nenhum indício de que a morfologia da bacia possa ser atribuída a falhamentos locais, pois faltam “alinhamentos” seja das depressões, seja das elevações. Ao contrário, lombadas e vales alteraram-se como numa paisagem erosiva, e assim parece-nos razoável admitir que a antiga topografia representa uma bacia fluvial drenando rumo

ao atual Paraíba. O declive indica êste sentido, e ainda hoje o substratum cristalino na região da cidade de São Paulo situa-se em parte em nível inferior a 600m de altitude, isto é, mais baixo do que o leito do Paraíba atual nas proximidades da cidade de Jacareí. Apenas a Serra de Itapetí secciona hoje como uma "barra" a continuidade do declive do embasamento pretérito. Mesmo assim é possível que exista uma espécie de ligação ou *canyon* nas rochas cristalinas unindo as duas bacias, apenas soterrado por sedimentos e seccionado por falhamento transversal. Uma inspeção geológica pormenorizada na região Guararema-Mogí das Cruzes confirmará esta hipótese.

A topografia pretérita rumando NORDESTE não exclui a origem tectônica primária desta depressão alongada entre as serras do Mar e Mantiqueira e não exclui também a possibilidade de que movimentos tectônicos tenham intervindo na formação das bacias locais. Mas a área levantada possui uma morfologia de forma erosiva tipo fluvial tanto quanto ao sentido de drenagem invertido como ao atual oeste do rio Paraíba, e a transformação desta área de drenagem livre para uma fase represante deve estar ligada a uma causa tectônica.

Daqui em diante podemos basear-nos apenas em cogitações muito discutíveis. Provavelmente movimentos tectônicos seccionaram o Paraíba Primário originando várias bacias locais, e barras transversais levantadas por falhamentos provocaram a transformação do rio juvenil-maduro em um estágio senil, até a fase de lago. O lugar onde se deu esta interrupção no curso fluvial podemos apenas suspeitar, mas para o caso da bacia de São Paulo devemos admitir que a possível barra localizava-se perto do divisor de água atual dos rios Tietê e Paraíba do Sul.

B. — *Preenchimento da bacia por sedimento*

Em capítulos anteriores, referimo-nos aos sedimentos de São Paulo, assunto aliás já tratado por outros autores. Verificam-se os seguintes fatos essenciais: 1) — O preenchimento sedimentar é constituído exclusivamente de material clástico. Componentes orgânicos e carbonáticos faltam por completo. 2) — Os sedimentos clásticos são constituídos preferencialmente de componentes argilosos-siltosos. Material mais grosseiro como conglomeráticos e areias grossas ocorrem com muito

TABELA N.º 2

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Procedência	Dureza	pH	Material (total)	em suspensão (calcinado)	Material em (total)
1. Itapecerica (Granito)	0,3	5,9	23,2	16,8	64,0
2. Via Anchieta (Gneisse claro)	3,6	7,8	3,4	1,6	243,2
3. São Bernardo (Gneisse claro)	3,4	7,8	93,0	69,0	157,0
4. Itapecerica (Gneisse claro)	4,9	8,0	0,03	—	124,0
5. Jaguaré (Rochas sedimentares claras)	0,0	6,9	23,3	12,4	70,0
6. Vila Leopoldina (Rocha cristalina c/ coberta sedimentar)	6,3	6,9	2,5	0,8	222,0
7. Vila Paulina (Rocha cristalina c/ coberta sedimentar)	9,0	8,2	6,5	3,1	228,0

solução (calcinado)	Cloretos	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Substância orgânica
28,0	1,4	1,8	0,06	1,4	0,1	21,0	2,0
216,8	1,1	17,8	1,10	16,0	2,6	113,6	1,3
96,0	2,0	7,2	0,0	16,2	2,3	21,6	2,9
92,0	1,8	6,3	0,05	43,8	4,0	31,6	148,0
37,0	0,8	0,0	7,2	0,1	0,0	0,2	226,0
159,0	26,5	1,6	1,43	26,0	6,9	46,8	2,6
184,0	6,8	15,97	3,43	34,6	10,8	67,0	95,3

TABELA N.º 3

ENTRADA DE ÁGUA EM POÇOS PERFURADOS EM ROCHAS CRISTALINAS DA BACIA DE SÃO PAULO

Local de sondagem	Profundidade da entrada de água (metros)			Prof. total do poço (metros)	Vasão total em litros por hora	Nível (metros)		Rocha atravessada pela sonda
	1a. entr.	2a. entr.	3a. entr.			Dinâmico	Estático	
Santo André	50	115	125	130	3.600 litros	56	27	—
Santo André	82	113	—	134	5.000 "	84	16,00	Gneisse escuro
São Bernardo	56	91	—	95	6.000 "	43	0	Gneisse escuro
Utinga (*)	49	85—90	—	120	4.000 "	90	55	Gneisse claro
Utinga (*)	14	60	—	115	3.000 "	40	14	Granito
São Caetano (*)	29	70	—	115	5.000 "	76	5	Gneisse quart-zítico
São Caetano (*)	25	85	—	97	5.000 "	60	5	Gneisse quart-zítico
V. Anchieta (Km 13)	78	112	128	157	9.000 "	17	6	—
V. Anchieta (Km 23)	72	—	—	100	600 "	75	34	Gneisse escuro
V. Anchieta (Km 13)	27	79	—	120	17.600 "	70	10	Gneisse escuro muito xistoso
V. Anchieta (Km 14)	56	81	—	100	16.200 "	16	15	Gneisse escuro muito xistoso
V. Anchieta (Km 16)	38	60	—	101	2.800 "	70	8	Granito
V. Anchieta (Km 14)	72	80	—	150	800 "	80	24	Granito
Lapa (*)	22	95	—	100	5.000 "	—	—	Gneisse escuro com granito
Vila Leopoldina	105	112	—	120	5.500 "	76	5	Gneisse claro com granito
Itaquera	46	49	—	70	700 "	46	2	Granito

(*) Os poços possuem uma cobertura sedimentar de até 20 metros de espessura.

Susano	98	118	—	125	5.800	”	70	16	Gneisse claro
Susano	41	73	—	100	2.000	”	85	25	Gneisse claro
Susano	75	—	—	138	1.200	”	75	24	Granito
Cumbica (S. Cantareira)	14	26	—	25	5.000	”	23	3	Granito
Estr. S. Paulo-Itapecerica (Caxingui)	59	—	—	100	3.500	”	70	5	Gneisse escuro com granito
Estr. S. Paulo-Itapecerica (Caxingui)	26	38	71	73	7.600	”	25	±0,4	Gneisse escuro
Estr. Itapecerica	75	85	—	87	20.000	”	3,50	1,50	Xisto e gneisse escuro
Via Bandeirante	20	—	—	25	17.000	”	16	2	Granito e gneisse escuro
Via Bandeirante	112	—	—	128	2.200	”	71	8	Gneisse
Rua Miragaia	90	112	—	118	800	”	90	25	Gneisse claro

TABELA N.º 4

SONDAGENS PRODUTORAS DE ÁGUA EM ROCHAS CRISTALINAS COM
COBERTURA DE SEDIMENTOS TERCIÁRIOS

Local de sondagem	Profundidade da entrada de água (metros)		Prof. total do poço (metros)	Vazão em litros/hora	Nível dinâmico (prof. em m.)	Nível estático (prof. em m.)	Prof. do contacto sedimentar-cristalino (m.)		
	1a. entr.	2a. entr.							
Santo André	80	—	115	—	133	5000	84	16	75
Santo André	35	—	78	—	155	1000	75	8	46
Santo André	18	—	57	—	62	4000	52	4	—
São Caetano	36	—	75	—	105	5500	65	5	40
São Bernardo	—	—	54—59	85	100	6000	54	19	36
São Bernardo	—	—	97—108	—	110	1200	60	48	97
Rua Bom Pastor	50—52	—	68	—	85	5500	60	2	56
Jardim Prudência	46—48	—	—	—	196	6000	26	14	156
Estr. Itapecerica (Caxingui)	—	—	45—54	—	63	1300	22	10	32
Estr. Itapecerica	—	—	45	—	50	1100	44	23	30
Vila Leopoldina	46	50	100	100	125	6000	80	5	52
Vila Leopoldina	—	—	—	73	80	6600	50	8	55
Alto da Lapa	35—40	—	85	—	100	1200	80	2	50
Jaguaré	39—41	—	73	—	107	2800	50	1	50
Jaguaré	35—40	52—60	70	—	75 ⁶	9000	45	4	56
Jaguaré	17	26—30	—	—	62	1300	49	5	31
Jaguaré	25—45	—	97	—	107	1800	52	3	59
Barra Funda	30—32	—	—	—	91	300	70	8	66
Mooca	22—23	52—54	61—63	195	204	2000	130	60	140
Bairro do Limão	—	—	70	—	135	150	80	20	32
Cambuci	26	—	65	90—110	150	3000	80	20	40

TABELA N.º 5

SONDAGENS PRODUTORAS DE ÁGUA PERFURADAS EM SEDIMENTOS

Local da sondagem	Profundidade da entrada de água (metros)			Prof. total do poço (metros)	Vasão-total em lt./hora Dinâmico (Prof. em m.)	Nível Estático (Prof. em m.)	Rocha atravessada pela sonda	
	1a. entr.	2a. entr.	3a. entr.					
Santo André	75-80	—	—	85	5.000	80	16	Argila arenosa com cascalho entre 70-85m
Bom Pastor	51-55	—	—	70	6.000	56	0	Areia argilosa com areia grossa (51-55m)
Av. Estado	70	—	—	130	1.200	50	6	Argila com granada, areia fina (70m)
Rua Oratório	?	—	—	50	800	30	4	Argila arenosa com pequenas lentes arenosas
Vila Paulicéia	52	74	105	110	2.500	74	1,5	Argilas com camada de areia
Vila Carrão	50-60	—	—	85	600	44	31	Argila - Areia argilosa só entre 55-60m
Jabaquara	70	88	—	100	800	90	40	Argila — só 5m de areia no fundo
Ibirapuera	23-40	—	—	78	3.500	39	19	Argila — Areia grossa só entre 23-40m
Av. Rebouças	24	—	—	30	5.000	13	2	Argila arenosa com areia grosseira (24-30m)
Av. Indianópolis	41-45	60	—	72	12.000	50	12	Argila arenosa com camadas de areia grossa e cascalho
Santo Amaro	23	30	—	55	8.000	25	3,5	Alternância areia-cascalho, com coberta de argila
Alto Pinheiros	19-33	—	—	39	10.000	27	2	Areia grossa e cascalho com coberta argilosa (arte.)
Jaguare	24	40	—	60	8.000	23	6	Areia, argila e cascalho
Via Anchieta	114	—	—	150	7.500	78	50	Areia argilosa com cascalho entre 60-70m

freqüência. 3) — Variação rápida da granulação dos sedimentos, tanto menor em sentido vertical, como horizontal. 4) — A sedimentação inicia-se freqüentemente com material fino — argiloso — siltoso, depositado diretamente sôbre o substrato cristalino.

Este comportamento sedimentológico indica claramente um ambiente aquoso, calmo em seu conjunto mas possuindo uma certa turbulência temporária (intercalações de material grosseiro). Devia-se imaginar um ambiente de lago, onde as intercalações clásticas mais grosseiras poderiam provir ocasionalmente dos afluentes. É possível também que o lago possuísse em certas épocas um dreno maior que transformaria o lago em rio com vastas planícies de enchente. A predominância de sedimentação fina, levou RICH (1953) a admitir a hipótese de que a bacia na época da sedimentação não seria marginada por montanhas como atualmente. As condições sugerem segundo êsse autor que os sedimentos foram depositados ou em uma larga planície aluvionar ou em depressões rasas, que mais tarde em virtude de afundamento por falhas tomaram a posição atual. Tal hipótese é aceitável para as bacias ao longo do atual Paraíba, mas para o caso da bacia de São Paulo não é necessária a admissão de falhas posteriores à sedimentação.

Tal restrição é permissível se nos lembrarmos do grande contraste morfológico ainda hoje existente entre as montanhas que cercam o vale do Paraíba e as elevações situadas ao redor da bacia de São Paulo.

RIBEIRO (1948) no seu trabalho sôbre o vale do Paraíba, ao se referir à bacia de São Paulo, já esboçava várias possibilidades genéticas da formação dos chamados "sedimentos terciários". Enquanto FREITAS (1951), ALMEIDA (1955) e outros admitem que a bacia possua como causa da sua formação fenômenos essencialmente tectônicos responsáveis pelas depressões, parece-nos mais razoável admitir, a formação de um vale fluvial possivelmente seguido por perturbações tectônicas. Êsse antigo Paraíba, seccionado depois por falhamentos transversais, provocou a formação de lagos, em parte com estágio fluvial intercalado (caso da bacia de São Paulo), preenchidos por sedimentos clásticos, e cujo dreno final e atual teria sido o rio Tietê, com rumo para oeste.

Queremos porém frisar que os dados até agora disponíveis tornam precária qualquer hipótese genética, e que a diversidade de opiniões, por

vêzes contraditórias entre si é resultante da falta de conhecimentos pormenorizados, principalmente da região de Mogí das Cruzes e da serra de Guararema.

Não nos dispusemos a entrar em grandes especulações sôbre a formação da bacia de São Paulo, por sentir necessidade de esclarecimentos ainda inexistentes. Nosso propósito principal neste trabalho foi o de juntar numerosos dados e de fornecer uma base para trabalhos futuros.

V — BIBLIOGRAFIA

- AB'SÁBER, A. (1952-1953) — *Os terraços fluviais da região de São Paulo*, Fac. Fil. "Sedes Sapientiae", Univ. Cat. São Paulo, Anuário 1952-1953, pp. 86-104, São Paulo.
- ALMEIDA, F. F. M. (1955) — *As camadas de São Paulo e a tectônica da serra da Cantareira*, Soc. Bras. Geol., Bol. v. 4, n. 2, pp. 23-40, São Paulo.
- ANDRADA, M. F. R. e SILVA, J. B. A. e (1827) — *Voyage minéralogique dans la province de Saint Paul au Brésil*, Journal des Voyages, v. 36, pp. 69-80, Paris.
- CORRENS, C. W. (1949) — *Einführung in die Mineralogie*, 414 pp., Springer Verlag, Berlin.
- DERBY, O (1898) — *Geologia do sudeste paulista*, Ofício inédito publ. in Bol. de Agricultura, n. único, São Paulo, 1951.
- FREITAS, R. O. (1951) — *Sôbre a origem da bacia de São Paulo*, Bol. Paul. Geogr., n. 9, pp. 60-64, São Paulo.
- IHERING, H. von (1898) — *Observações sôbre os peixes fósseis de Taubaté*, Mus. Paulista, Rev. v. 3, pp. 71-75, São Paulo.
- LEINZ, V. (1955a) — *Decomposição das rochas cristalinas na Bacia de São Paulo*, Acad. Bras. de Ciên., An. v. 27, pp. 499-504, Rio de Janeiro.
- LEINZ, V. (1955b) — *Água subterrânea na Bacia de São Paulo*, Soc. Bras. Geol., Bol. v. 4, n. 2, pp. 5-22, São Paulo.
- MENDES, J. C. (1950) — *O problema da idade das camadas de São Paulo*, Bol. Paul. Geogr., n. 5, pp. 44-48, São Paulo.
- MORAES REGO, L. F. (1932) — *Notas sôbre a geomorfologia de São Paulo e sua gênese*, Inst. Astron. Geof., 28 pp., 1 mapa, São Paulo.
- MORAES REGO, L. F. e SOUZA SANTOS, T. D. de (1938) — *Contribuição para o estudo dos granitos da serra da Cantareira*, Inst. Pesq. Tecnol., Bol. n. 18, 162 pp., São Paulo.

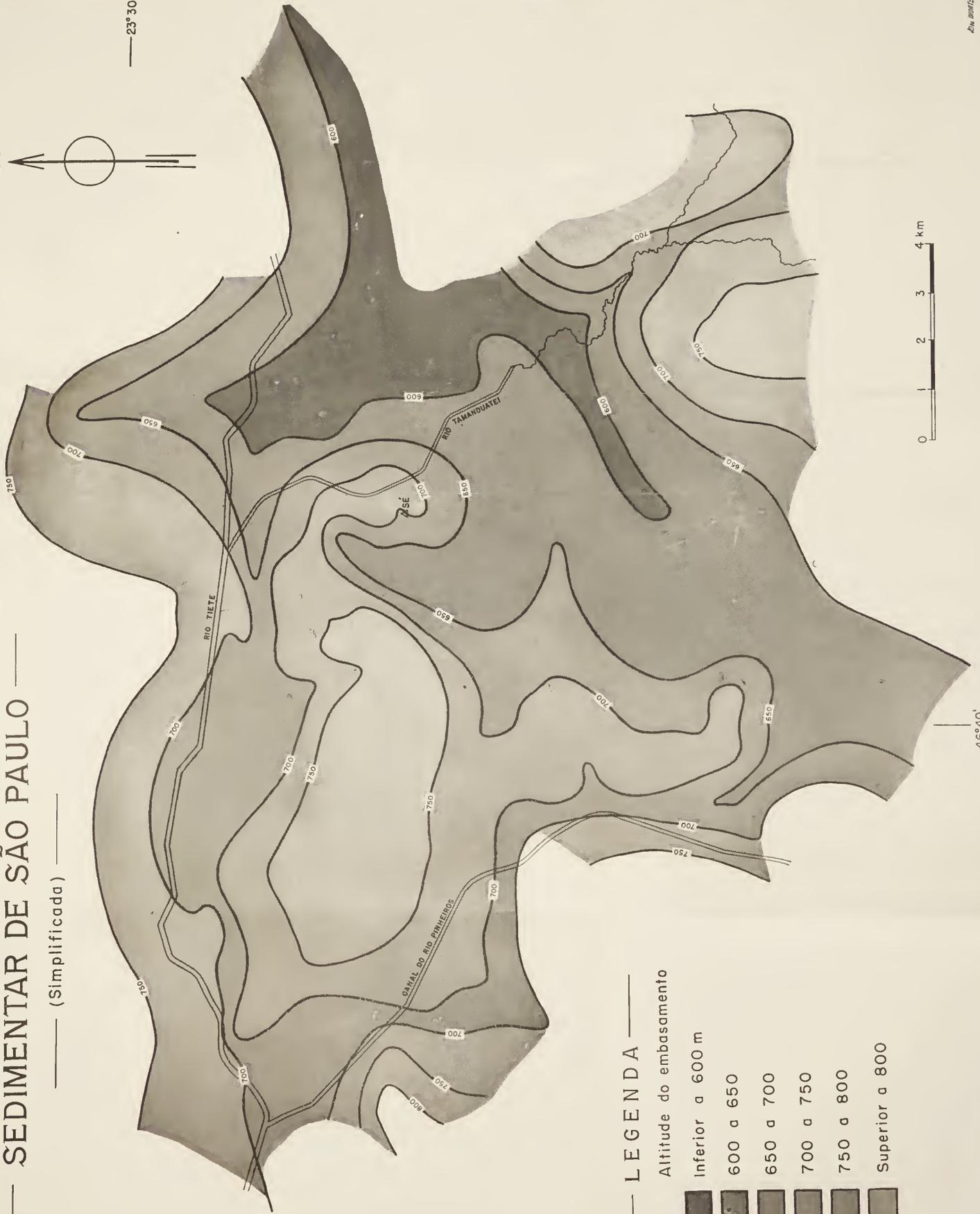
- PICHLER, E. (1950) — *Estudo regional dos solos de São Paulo*, Rev. Politécnica, n. 156, pp. 5-9, São Paulo.
- RIBEIRO FILHO, R. (1948) — *Caracteres físicos e geológicos da bacia do Paraíba*, D.N.P.M., Div. Geol. Min., Bol. 127, 55 pp., 1 mapa, Rio de Janeiro.
- RICH, J. L. (1953) — *Problems in brazilian geology and geomorphology suggested by reconnaissance in summer of 1951*, Fac. Fil., Ciên. Letr., Univ. São Paulo, Bol. 146, Geol. n. 9, 80 pp., São Paulo.
- VARGAS, M. (1951) — *Resistência e compressibilidade de argilas residuais*, 146 pp., São Paulo.
- VARGAS, M. (1954) — *Problemas de fundação de edifícios em São Paulo e sua relação com a formação geológica local*, Inst. Pesq. Tecnol., Publ. n. 514, pp. 37-70, São Paulo.
- WASHBURNE, C. W. (1930) — *Petroleum geology of the state of São Paulo, Brazil*, Com. Geogr. Geol., Bol. n. 22, 282 pp., São Paulo.
- WOODWORTH, J. B. (1912) — *Geological expedition to Brazil and Chile, 1908-1909*, Harvard College, Mus. Comp. Zool., v. 56, n. 1, 137 pp., Cambridge, Mass.

TOPOGRAFIA DO EMBASAMENTO DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO

— (Simplificada) —



23° 30'



LEGENDA

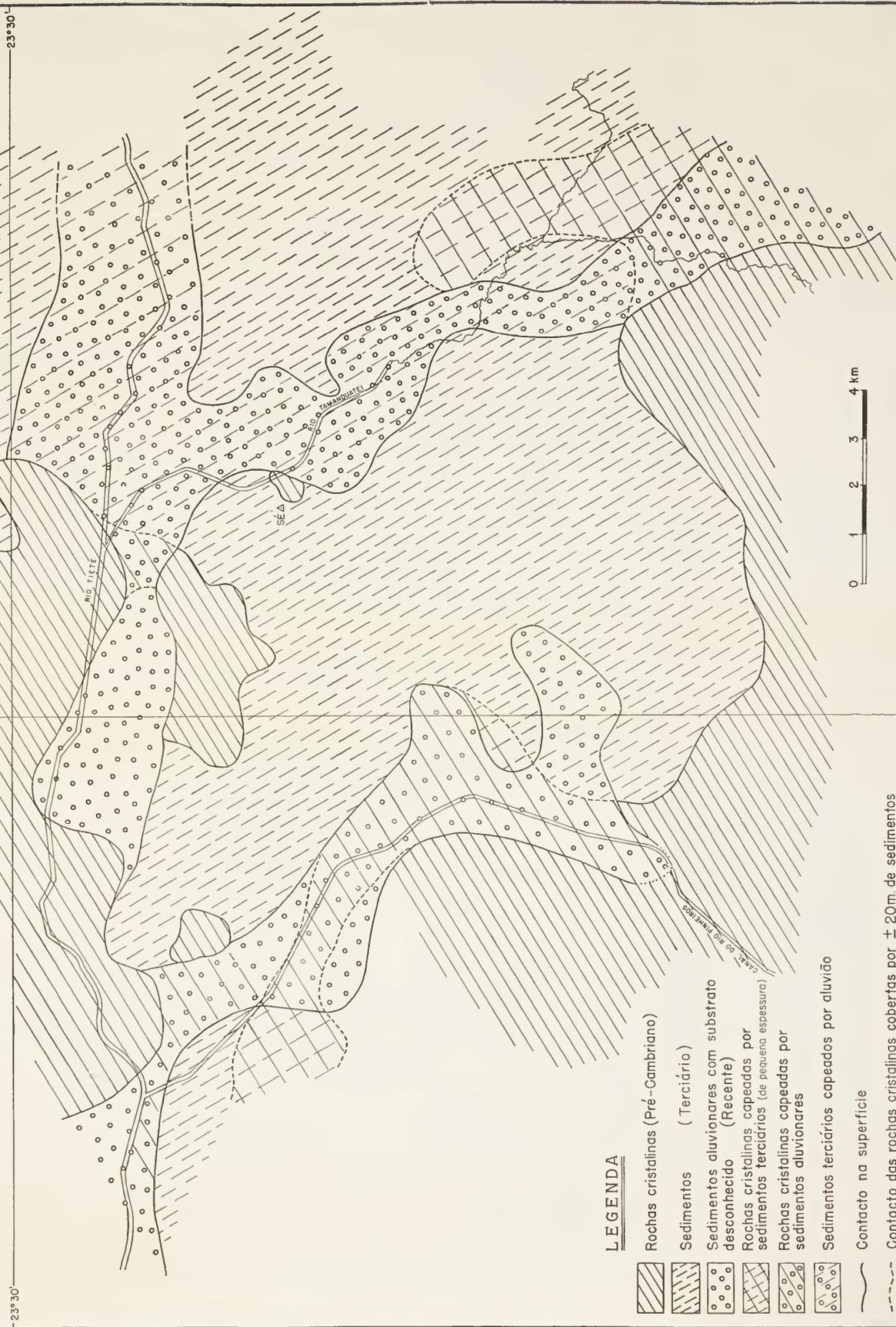
Altitude do embasamento

- Inferior a 600 m
- 600 a 650
- 650 a 700
- 700 a 750
- 750 a 800
- Superior a 800

0 1 2 3 4 km

MAPA GEOLOGICO DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO

— V. Lenz e AMV de Carvalho —
— 1955 —



LEGENDA

-  Rochas cristalinas (Pré-Cambriano)
-  Sedimentos (Terciário)
-  Sedimentos aluvionares com substrato desconhecido (Recente)
-  Rochas cristalinas capeadas por sedimentos terciários (de pequena espessura)
-  Rochas cristalinas capeadas por sedimentos aluvionares
-  Sedimentos terciários capeados por aluvião
-  Contacto na superfície
-  Contacto das rochas cristalinas cobertas por ± 20m. de sedimentos



46°40'

23°30'

46°40'

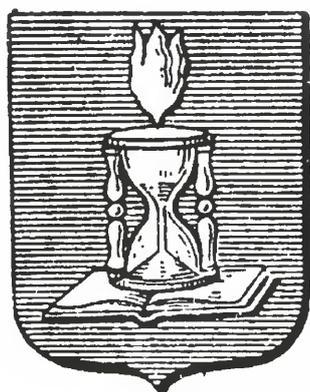
mont.

O Departamento de Geologia

pede e agradece a remessa de suas publicações
vous prie de lui envoyer vos publications.
shall be glad to receive your publications.
le agradecerá el envío de sus publicaciones.

Endereço:

Departamento de Geologia
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
Caixa Postal, 8.105
São Paulo (Brasil)



SECÇÃO GRÁFICA da Faculdade de Filosofia, Ciências
e Letras da Universidade de São Paulo *imprimtu.*