

ATUAÇÃO DA SABESP

Mário P. Tinoco, Ectore L. Pannuti, Ronaldo Mohallem
Milton G. Sanchez, José P. Kosmiskas, Masato Terada

Assessoria Especial de Planejamento e Gestão Empresarial
da SABESP-Companhia de Saneamento Básico do Estado de
São Paulo-Rua Costa Carvalho, 300 - São Paulo-SP-Brasil

RESUMO

A Região Metropolitana de São Paulo que compreende a Capital do Estado e mais 37 municípios conta atualmente com 16 milhões de habitantes. Esta população é abastecida basicamente por água de superfície tanto no Sistema Integrado de Produção e Adução quanto nos Sistemas Isolados. A demanda média de água, para o sistema integrado da RMSP, está estimada hoje em $Q = 50,8 \text{ m}^3/\text{s}$ e nos sistemas isolados em cerca de $Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. O abastecimento de água na RMSP é complementado, nas áreas não servidas pelo Sistema Integrado, em locais isolados e onde há necessidade de suplementação de água da SABESP (ex.: indústrias) por água subterrânea. A utilização da água subterrânea na Região Metropolitana é feita através de cerca de 7000 poços profundos ativos de um total de 10.000 poços perfurados. A SABESP opera cerca de 35 poços na RMSP fornecendo aproximadamente $900 \text{ m}^3/\text{h}$ de água subterrânea. A maioria desses poços encontra-se nos municípios de São Paulo, Caieiras, Cajamar e Juquitiba. O objetivo deste trabalho é o de situar a água subterrânea dentro do contexto do abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, com apresentação e análise das características dos aquíferos : sua exploração, potencial e perspectivas de aproveitamento.

PALAVRAS-CHAVE

Abastecimento de Água; Água subterrânea; Aquífero; Poços profundos; Região Metropolitana de São Paulo; SABESP.

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA RMSP

A Região Metropolitana de São Paulo, que compreende a Capital do Estado e mais 37 municípios, conta atualmente com cerca de 16 milhões de habitantes. Esse enorme contingente é abastecido basicamente por água de superfície, seja no denominado Sistema Integrado de Produção e Adução, seja nos Sistemas Isolados de Abastecimento; cabe observar que a SABESP fornece água tratada para o abastecimento de 35 dos 38 municípios da RMSP, fornecendo água por atacado (6 municípios) ou operando a distribuição final, e que somente 3 municípios operam seus próprios serviços de água desde a produção até a distribuição final. Para ter presente o porte do Sistema Integrado de Produção e Adução da RMSP, observe-se o quadro a seguir, baseado no Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo.

Demandas de Água - Sistema Integrado

Ano	Demanda Média (m ³ /s)	Demanda Máxima Diária (m ³ /s)
1990	50,8	58,9
1995	53,3	61,9
2000	59,4	68,9
2005	68,6	79,5

Os Sistemas Isolados operados pela SABESP servem 6 municípios e atualmente produzem cerca de 200 l/s. O abastecimento de água da RMSP é complementado pela utilização de água subterrânea através de cerca de 7.000 poços profundos ativos, de um total aproximado de 10.000 poços perfurados, além dos milhares de poços rasos, do tipo cisterna, que existem espalhados por toda a periferia, em especial nas áreas não servidas pela rede pública de água. Analisando os dados cadastrais relativos a cerca de 2.300 poços da RMSP, verifica-se que uma parcela pouco significativa é utilizada para abastecimento público (11%) prevalecendo os usos particular e industrial. A SABESP opera cerca de 35 poços na RMSP fornecendo aproximadamente 900 m³/h de água subterrânea. A maioria desses poços encontra-se nos municípios de São Paulo, Caieiras, Cajamar e Juquitiba.

OBJETIVOS DO TRABALHO

Existem, na RMSP, bairros isolados e localidades ainda não servidas pelo Sistema Integrado de Abastecimento, cujo atendimento pela SABESP, a curto prazo, somente pode ser feito mediante poços profundos ou por carros-pipa. Para atender às demandas dessas comunidades isoladas, de núcleos que tem águas de poços rasos poluídas, e para reforçar áreas já supridas mas cujo pleno abastecimento requer obras de maior porte, a SABESP tem estudado, projetado e construído vários poços profundos na RMSP. Para complementar as avaliações sobre o potencial de aproveitamento das águas subterrâneas, a Assessoria Especial de Planejamento e Gestão Empresarial - A P G - tem contratado, com firmas especializadas, estudos hidrogeológicos em áreas com problemas de abastecimento. Dentre essas firmas destacam-se : ENCO - Engenharia e Consultoria Agrícola Ltda; GEOSERVICE - Engenharia Geológica Ltda; THEMAG - Engenharia Ltda. São objetivos deste trabalho descrever as características da água subterrânea na RMSP, relatar os estudos hidrogeológicos promovidos pela SABESP, e finalmente divulgar os recentes resultados obtidos na perfuração de poços profundos. Na elaboração deste trabalho participaram os seguintes profissionais da SABESP : Eng^o Mário Pero Tinoco, Eng^o Ettore Luiz Pannuti, Eng^o Ronaldo Mohallem, Eng^o Milton Gonçalves Sanchez, Eng^o José Paulo Kosmiskas, Eng^o Masato Terada.

ÁGUA SUBTERRÂNEA NA RMSP

Características dos aquíferos

Na Região Metropolitana de São Paulo definem-se dois sistemas aquíferos : o sedimentar e o cristalino.

a) Aquífero sedimentar : é constituído pelos sedimentos terciários da Bacia de São Paulo e por aluviões recentes. Hidrogeologicamente é considerado de extensão limitada, heterogêneo, granular, descontínuo, anisotrópico e livre a localmente semi-confinado. A capacidade específica média dos poços profundos no aquífero sedimentar, conforme Estudo do DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica, é da ordem de 1,6 m³/h/metro de rebaixamento ; entretanto deve-se notar que 50% dos poços apresentam um valor de capacidade específica igual ou inferior a 0,3 m³/h/m. A vazão média dos poços é da ordem de 18 m³/h, podendo atingir até 120 m³/h; no entanto, metade deles apresentam vazão igual ou inferior a 8,5 m³/h.

b) Aquífero cristalino :é constituído pelas rochas ígneas e metamórficas aflorantes ao redor da Bacia de São Paulo. O aquífero cristalino pode ser dividido em duas partes. A primeira constituída pela zona de rocha alterada saturada, abaixo do nível potenciométrico da água na área, e a segunda formada pelas zonas de rocha sã e fissurada em profundidade. Assim, o cristalino é considerado um aquífero heterogêneo, descontínuo, anisotrópico, livre a semi - confinado, com porosidade de fissuras, ou mesmo granular em zonas de rocha alterada. As rochas cristalinas não constituem por sí camadas aquíferas, e somente ao longo de lineamentos estruturais com falhamentos, fraturas e contatos entre diferentes litologias ou corpos intrusivos, apresentam condições de ocorrência de águas subterrâneas em regime de porosidade de fissuras. A capacidade específica média dos poços profundos no aquífero cristalino, conforme Estudo do DAEE, é de $0,34 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, variando de $0,06$ a $0,7$; entretanto deve-se notar que 80% dos poços apresentam um valor de capacidade específica igual ou inferior à média. A vazão média dos poços é da ordem de $7 \text{ m}^3/\text{h}$, podendo atingir até $90 \text{ m}^3/\text{h}$; no entanto, metade deles apresentam vazão igual ou inferior a $2 \text{ m}^3/\text{h}$.

Qualidade das águas subterrâneas

Além da atenção para os aspectos quantitativos das águas subterrâneas, são importantes algumas considerações sobre a qualidade das águas e eventuais comprometimentos devido à poluição dos aquíferos da Região Metropolitana. Na cidade de São Paulo, o grande desenvolvimento urbano e industrial ensejou modificações no regime hidráulico do fluxo subterrâneo e propiciou o aparecimento de fontes de poluição ou contaminação, cujos efeitos são desconhecidos em maiores detalhes. Como exemplo das consequências deletérias do desenvolvimento urbano sobre a integridade dos aquíferos, e em particular sobre a qualidade de suas águas, cita-se a construção do metrô : alguns poços que apresentavam boas vazões e cuja água era potável, após a construções dos túneis do metrô foram seriamente afetados em sua produção e na qualidade de suas águas. Um diagnóstico inicial geral de qualidade da água subterrânea na Região Metropolitana, baseado em 100 poços amostrados pelo DAEE, revela uma qualidade boa, tanto no aquífero sedimentar quanto no cristalino. Na maioria dos casos, as águas mostram-se adequadas para o consumo humano em seu estado natural. As águas subterrâneas classificadas como "não potáveis", apresentam, como primeira causa de não potabilidade, o excessivo teor de ferro; outras causas frequentes de não potabilidade são o teor excessivo de nitratos e de coliformes. É possível correlacionar o ferro, e o manganês também, a determinadas litologias do aquífero. Já outros metais como o bário, o chumbo e o cromo, se presentes em suspensão ou dissolvidos, estão associados a casos de poluição pois representam elementos exteriores ao meio ambiente natural dos aquíferos da RMSPP. De modo geral, as águas provenientes do aquífero cristalino são bicarbonatadas, medianamente duras, com 80 a 500 mg/litro de elementos dissolvidos. No aquífero sedimentar, as águas se apresentam pouco mineralizadas, com teores de 3 a 45 mg/litro de elementos dissolvidos. Os pesquisadores, embora baseados em relativamente poucas amostras analisadas e estudadas sistematicamente, concluem que os aquíferos apresentam vulnerabilidade à poluição a partir da superfície, nas zonas mais industrializadas. Isto ocorre por deficiências operacionais e por falta de proteção adequada do poço quando este é posto fora de operação.

EXPLORAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA RMSPP

Estima-se em 7.000 o número de poços atualmente em funcionamento na RMSPP, distribuídos de forma heterogênea em toda a Região e concentrados principalmente na área central onde se localizam as zonas urbanizadas dos municípios de São Paulo e seus limítrofes, correspondendo superficialmente a boa parte da bacia sedimentar. Dos poços em operação, 30% exploram o aquífero sedimentar com vazão média de $18 \text{ m}^3/\text{h}$, 35% exploram o aquífero cristalino com vazão média de $8 \text{ m}^3/\text{h}$ e os restantes 35% exploram os dois aquíferos com vazão média de $13 \text{ m}^3/\text{h}$. É necessário levar em conta porém que os valores acima são vazões médias informadas pelos perfuradores e que as vazões reais são sensivelmente menores devido principalmente às interferências entre poços, à exaustão dos aquíferos em certas áreas e aos testes finais de bombeamento executados de modo a superestimar as produções. Amostragens indicam vazões reais de 20% a 60% inferiores às originalmente informadas. A partir de consultas a usuários estima-se uma taxa de operação dos poços em torno de 12 horas/dia. Desta forma, avalia-se um volume de 200 milhões de m^3 de água subterrânea explorado por ano na RMSPP, através de poços profundos

o que equivale a $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ou seja, cerca de 13% da demanda atendida pela SABESP em toda a Região

POTENCIAL E PERSPECTIVAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Apesar de intensamente explorada na bacia sedimentar, a água subterrânea mostra-se como alternativa de abastecimento também em áreas de ocorrência do aquífero cristalino. No aquífero sedimentar, considerando a localização da área e o volume demandado, a observação dos mapas de espessura saturada do aquífero e da capacidade específica, permite avaliar a viabilidade de perfuração de poços profundos. Nas áreas de domínio do aquífero cristalino, a observação do mapa geológico de base e a localização da área a ser atendida próxima a falhas ou fraturas permite avaliar a oportunidade do aproveitamento da água subterrânea. As potencialidades, em termos gerais, dos dois aquíferos, já foram descritas em item anterior. As perspectivas de seu aproveitamento se baseiam em estudos específicos para cada localidade, os quais se apoiam em análises e ensaios de poços existentes e em estudos hidrogeológicos complementares que visam localizar um novo poço e oferecer o prognóstico de sua produção. A seguir são resumidamente apresentados os estudos hidrogeológicos recentemente concluídos, importantes para um melhor conhecimento das águas subterrâneas na R M S P :

Município de Itaquaquecetuba

Região do Jardim Cristiane :

- . Problema Específico : Bairro isolado, distante do reservatório, requerendo grandes investimentos para execução da rede.
- . Trabalhos Realizados : Para a pesquisa hidrogeológica foram utilizadas diversas técnicas tais como mapeamento geológico, fotointerpretação geológica, interpretação de imagens de satélite a nível orbital, levantamentos geofísicos, coleta de dados físicos dos poços existentes na região, ensaios de bombeamento e análises físico-químicas e bacteriológicas.
- . Prognóstico : São boas as perspectivas para perfuração de poços profundos na região, com vazões variando de 3 a $15 \text{ m}^3/\text{h}$.

Região do Jardim Campo Limpo e Jardim Josely :

- . Problema Específico : Bairros isolados, muito distantes dos centros de reservação setoriais, exigindo grandes investimentos para execução de redes.
- . Trabalhos Realizados : Foram executados os trabalhos de fotointerpretação geológica, levantamento geofísico, eletroresistividade, sondagem elétrica vertical, caminhamento elétrico e magnetometria.
- . Prognóstico : As regiões se enquadram dentro dos padrões normais de aquíferos de rochas cristalinas, podendo-se prever vazões médias ao redor de $5 \text{ m}^3/\text{h}$,

Município de Francisco Morato

Região do bairro São João e Parque Santana :

- . Problema Específico : Bairros isolados e distantes do reservatório do setor, requerendo altos investimentos para interligação com o SAM - Sistema Adutor Metropolitano.
- . Trabalhos Realizados : Foram executados os seguintes trabalhos: cadastro de poços tubulares, cacimbas e nascentes, fotointerpretação, mapeamento geológico detalhado procurando identificar as litologias e estruturas presentes, sondagens elétricas verticais, bases sísmicas, caminhamento eletromagnético, análises físico-químicas e bacteriológicas.
- . Prognóstico : Não são adequadas as condições para perfuração de poços profundos.

Município de Itapevi

Regiões de Amador Bueno e Vila Paulista :

- . Problema Específico : trata-se de área industrial em franca expansão, sem rede de água e também distante da sede do Município.

. Trabalhos Realizados : Foram utilizadas várias técnicas e serviços para o desenvolvimento da pesquisa hidrogeológica, tais como : mapeamento geológico, levantamentos topográficos, sondagens elétricas verticais, caminhamento elétrico, ensaios de bombeamento, análises físico-químicas e bacteriológicas das águas dos poços ensaiados, cadastramento de poços.

. Prognóstico : Das áreas pesquisadas, apenas uma próxima à zona industrial e ao conjunto Nova São Paulo apresenta condições favoráveis à perfuração de um poço profundo, com vazão variando de 15 a 20 m³/h.

Município de Guararema

Regiões do Jardim Guanabara e Parateí :

. Problema Específico : Bairros bastante isolados da sede municipal, com problemas de contaminação industrial (Parateí), inexistência de rede de água.

. Trabalhos Realizados : Para pesquisa hidrogeológica foram utilizadas diversas técnicas tais como : mapeamento geológico, fotointerpretação geológica, interpretação de imagens de satélite a nível orbital, levantamentos geofísicos, coleta de dados físicos dos poços existentes na região, ensaios de bombeamento e análises físico-químicas e bacteriológicas.

. Prognóstico : São favoráveis as condições para perfuração de poços profundos, com vazões de 10 a 15 m³/h para Parateí e cerca de 5 m³/h para o Jardim Guanabara.

Município de Embu-Guaçu

Região do Bairro Cipó :

. Problema Específico : Produção dos poços existentes insuficiente para atender a demanda.

. Trabalhos realizados : Para a pesquisa hidrogeológica foram utilizadas diversas técnicas tais como: interpretação de fotografias aéreas, mapeamento geológico detalhado, sondagens geofísicas (métodos elétricos, sísmicos e eletromagnéticos), ensaios de bombeamento, levantamento dos poços existentes na área e análises de qualidade das águas.

. Prognóstico : São adequadas as condições para perfuração de poços profundos na área, com vazões de cerca de 20 m³/h.

A Figura anexa mostra os locais onde foram executados os estudos Hidrogeológicos.

RECENTES RESULTADOS OBTIDOS PELA SABESP

Nos últimos dois anos a SABESP executou vários poços profundos na Região Metropolitana de São Paulo com o objetivo de abastecer núcleos isolados ou comunidades que apenas futuramente receberão água pelo Sistema Integrado de Abastecimento. Os resultados relativos a esses poços confirmam os prognósticos acerca da potencialidade dos aquíferos da Região e encontram-se resumidamente transcritos a seguir ; a Figura anexa mostra a localização dos poços perfurados recentemente.

Município de Barueri

. Problema Específico : Deficiência de abastecimento do bairro de Parque Imperial.

. Características dos poços : A SABESP procedeu aos estudos necessários à locação de dois poços e a perfuração ficou a cargo da Prefeitura Municipal de Barueri. O poço denominado nº 01 atingiu rocha granítica fraturada e sua produção é estimada em 25 m³/h; o segundo poço, nº 02, também em rocha granítica, tem vazão bem menor, de ordem de 1,6 m³/h. Ambos os poços atingiram 150 m de profundidade.

Município de Cajamar, distrito de Polvilho

. Problema Específico : Necessidade de reforçar o abastecimento do distrito de Polvilho, cujo suprimento já é feito por bateria de poços profundos.

. Características dos poços : O primeiro poço perfurado, denominado P.5, atingiu 180 m, atravessando rocha muito alterada até 54 m e em seguida calcáreo, mas não foram constatadas zonas produtoras de água. O segundo poço, P.6, apresentou excelente produção, da ordem de

100 m³/h, após apenas 32 m de perfuração, configurando aquífero de zona descontínua de calcáreo (cavernas).

Município de Mairiporã

. Problemas específicos : Reforço do abastecimento do bairro Parque Náutico, que deveria ser suprido pelo Sistema convencional da cidade, captando água da represa Paiva Castro, mas que temporariamente exige uma complementação por meio de poço tubular profundo. Ampliação do abastecimento do distrito industrial de Terra Preta, cujo suprimento de água é feito exclusivamente com água subterrânea.

. Características dos Poços : O poço no Parque Náutico atingiu 180 m de profundidade, passando por fina camada de rocha alterada e penetrando no embasamento cristalino fissurado; a vazão de exploração é da ordem de 15 m³/h. O poço em Terra Preta atingiu 217 m de profundidade, passando por fina camada de gnaiss alterado e penetrando no embasamento cristalino fissurado, composto de gnaiss de textura fina; a vazão de exploração é baixa, da ordem de 3,6 m³/h.

Município de Santana do Parnaíba

. Problemas Específicos : Reforço do abastecimento do Jardim Isaura, que recebe água, em quantidade insuficiente, do Sistema Integrado de Abastecimento, via município de Barueri. Ampliação do abastecimento do bairro Fazendinha, cujo suprimento é feito por água subterrânea complementado eventualmente por caminhões-pipa.

. Características dos Poços : O poço no bairro do Jardim Isaura atingiu 200 m de profundidade, passando por rocha granítica alterada e mergulhando em granito são. A vazão de exploração é de 7 m³/h, neste aquífero do tipo fissurado. O poço no bairro Fazendinha foi perfurado até 121m em maio de 1988; posteriormente, no final desse mesmo ano, o poço foi aprofundado para 220 m. O aquífero consiste de argila de alteração de xisto até a profundidade de 70 m e a partir daí apresenta metacalcáreo alterado e fragmentado, semiduro a duro. A vazão é de cerca de 3,7 m³/h.

Município de São Paulo

Problemas Específicos :

Reforço do abastecimento do Parque Anhanguera : O bairro é abastecido por 3 poços profundos, e a demanda média do setor é da ordem de 25 l/s, precariamente supridos pelos poços existentes. Futuramente o abastecimento será feito por adutora derivada da chamada Alça Oeste do sistema Adutor Metropolitano - SAM, mas como essa obra de porte não se encontra entre as prioritárias no Planejamento de curto prazo, optou-se por perfurar mais um poço na região.

Ampliação do abastecimento do setor Colônia, ao Sul de São Paulo : O setor Colônia, ao sul de São Paulo, apresentava deficiência no abastecimento, e por encontrar-se praticamente isolado das áreas servidas pelo Sistema Integrado, optou-se pelo reforço do abastecimento por águas subterrâneas. Futuramente, o excesso de produção dos poços na área poderá ser utilizado para reforço do abastecimento do vizinho setor de Parelheiros.

Características dos Poços :

. O poço perfurado no Parque Anhanguera, com 98 m de profundidade, apresentou excelente vazão, da ordem de 110 m³/h, em se tratando de aquífero cristalino fissurado.

. Em Colônia existe uma estrutura geológica de peculiar morfologia, nitidamente visível em fotografias aéreas, constituída por uma depressão com uma parte central plana, quase perfeitamente circular, e circundada por morros formando um anel com mais de 2,5 km de diâmetro. Trata-se provavelmente de cratera consequente do impacto de um meteorito, e preenchida essencialmente por sedimentos argilosos; mas a base e as bordas dessa cratera são formadas por cristalinós fraturados, que permitem a exploração de água subterrânea. A xistosidade com mergulhos verticais e o intenso fraturamento das rochas cristalinas, favorecem a infiltração, a circulação e o armazenamento da água subterrânea. Estudos geológicos e geofísicos mostraram que a principal formação cristalina é o embasamento cristalino fraturado, que no total propicia vazões superiores a 100 l/s. Foram perfurados 2 poços nessa área : O poço P 1, com 130 m de profundidade, apresentou excelente produção, da ordem de 130 m³/h, enquanto que o poço P 2, de características semelhantes, por problemas de instalação da bomba e de rebaixamento, somente produz cerca de 30 m³/h.

△ ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS

△ JARDIM CRISTIANE

△ JARDIM CAMPO LIMPO E JARDIM JOSELY

△ B. SÃO JOÃO E PARQUE SANTIANA

△ AMADOR BUENO E VILA PAULISTA

△ JARDIM GUANABARA E PARATÉI CIPÓ

○ POÇOS PERURADOS RECENTEMENTE

① POÇOS O1 E O2

② POÇOS P.5 E P.6

③ PARQUE NAUTICO

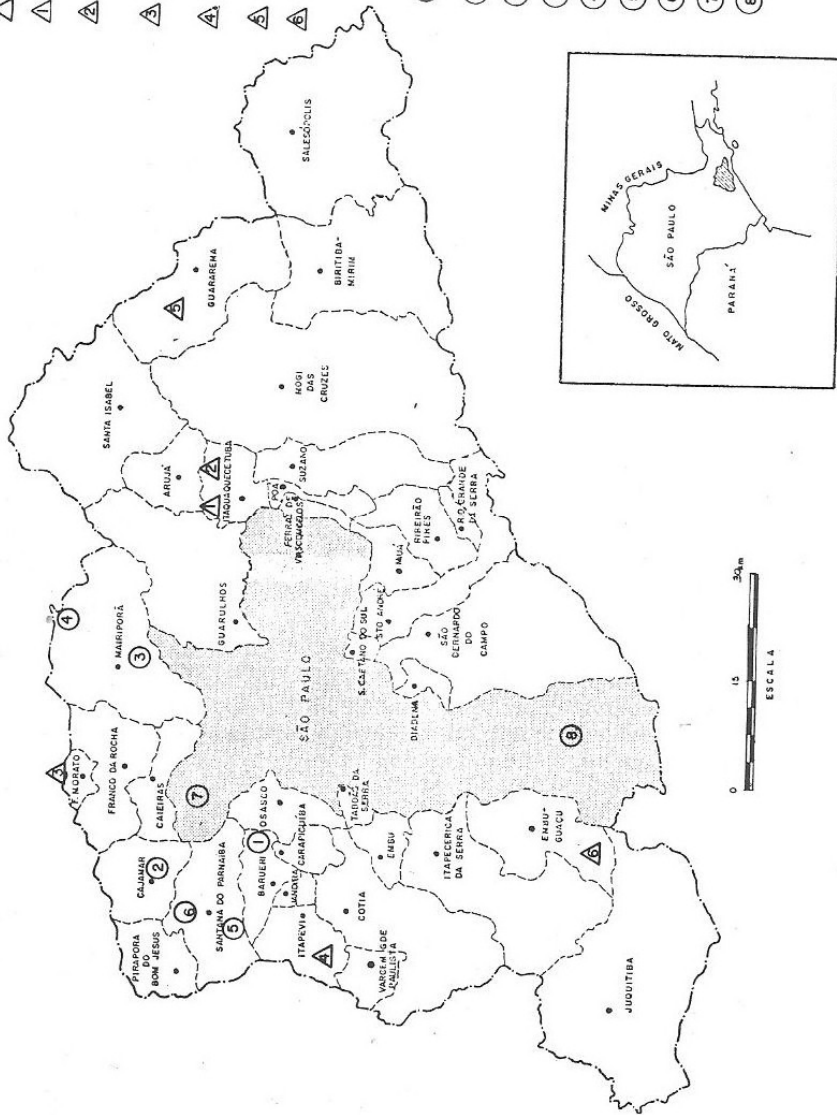
④ TERRA PRETA

⑤ JARDIM ISAUARA

⑥ FAZENDINHA

⑦ PARQUE ANHANGUERA

⑧ COLÔNIA



MACRO - LOCALIZAÇÃO

REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO