

II CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA  
7 AL 11 DE NOVIEMBRE DE 1994, *Santiago v.2*

VAZÕES EXCEPCIONAIS EM AQUÍFEROS CRISTALINOS DA REGIÃO  
METROPOLITANA DA GRANDE SÃO PAULO, BRASIL.

Leila Nunes Menegasse V. & Uriel Duarte.  
Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Brasil.

RESUMEN

Este trabajo resultó de una serie de estudios hidrogeológicos para la ubicación de pozos profundos de abastecimiento público en los acuíferos cristalinos, en un clima tropical húmedo, en la Región Metropolitana de la Gran São Paulo entre los años de 1988 y 1992. Los resultados de la producción de esos fueron bastante satisfactorios, habiendo sido obtenidos siete pozos con caudales considerados excepcionales (arriba de 40 m<sup>3</sup>/h.), siendo dos surjentes, en una región en que los pozos presentan caudales normalmente abajo de 10 m<sup>3</sup>/h. La metodología de estudio se basó en la fotointerpretación de estructuras disyuntivas, el reconocimiento en el campo de los contactos litológicos (sobretudo entre rocas de diferentes competencias), de capas de mayor potencial hidrogeológico, tales como las calizas, y de direcciones de inclinaciones de las capas de rocas.

ABSTRACT

This paper deals with hydrological studies for the location of deep wells in crystalline aquifers, during the period of 1988 up to 1992, under tropical, humid region, with the aim of suppling the Metropolitan Region of São Paulo. The production results of the wells which were installed accord to these studies were very satisfactory, considering that it was obtained seven wells with exceptional yields (over 40 m<sup>3</sup>/h), in which two of them were flowing wells, in an area where the yields are usually below 10 m<sup>3</sup>/h. The methods used in these studies were based on photointerpretation of rutil structures, field work to identify lithologic contacts between different-strength rocks, orientation of layers and rocks which present better hydrological potential, such limestones.

## I. INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento urbano das últimas décadas na Região Metropolitana da Grande São Paulo (RMGSP) vem gerando uma séria crise no setor de abastecimento hídrico, entre outros fatores, devido ao aumento exorbitante da demanda em detrimento dos aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos superficiais disponíveis e devido às dificuldades de viabilização técnica e econômica para implantação de novos sistemas de abastecimento por meio recursos cada vez mais distantes dos centros consumidores.

Por isso a utilização dos mananciais subterrâneos tem se tornado uma prática cada vez mais comum no setores público e privado, constituindo muitas vezes da única fonte alternativa existente. Estima-se que na atualidade cerca de 30% do abastecimento na RMGSP é proveniente da exploração de água em poços profundos e rasos.

É notória a quantidade de estudos hidrogeológicos que vêm sendo realizados por parte das autoridades competentes nos últimos oito anos, visando a locação de poços profundos de abastecimento público. Alguns destes estudos foram realizados por meio de um convênio firmado entre o Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CEPAS - IG/USP) e a Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Vários poços foram perfurados com base nestes estudos entre os anos de 1988 e 1992, tendo sido obtidos resultados bastante satisfatórios, com elevadas vazões, destacando-se sete (07) poços que apresentaram vazões consideradas excepcionais ( $> 40\text{m}^3/\text{h}$ ) dentro do contexto dos aquíferos cristalinos da RMGSP, onde as vazões estão normalmente abaixo de  $10\text{m}^3/\text{h}$ .

Neste trabalho serão abordados a metodologia empregada nos estudos hidrogeológicos e os resultados de produtividade dos sete poços com vazões excepcionais.

## II. OBJETIVOS

O trabalho pretende mostrar a metodologia utilizada nos estudos hidrogeológicos para locação dos poços, as relações existentes entre as vazões excepcionais e as seguintes características hidrogeológicas: (a) descontinuidades litológicas (contatos litológicos) e estruturais (lineamentos fotointerpretados); (b) litologias mais promissoras em função das características químicas da rocha (condutos de dissolução cárstica); e (c) condições de recarga relacionadas à espessura do manto de intemperismo e ocupação do solo.

## III. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS GERAIS DA RMGSP

A RMGSP possui uma extensão de aproximadamente  $8.051\text{Km}^2$ . Sob um clima tropical úmido e precipitação média de  $1500\text{mm/ano}$ , cerca de 85% desta área é constituída, hidrogeologicamente, por rochas pré-cambrianas dos aquíferos fraturados, cobertas por um considerável manto de intemperismo com espessura média de 50 metros (Rebouças, 1992, *in* SABESP/CEPAS, 1994). Ocupando a parte central da RMGSP, os restantes 15%, correspondem aos sedimentos aquíferos flúvio-lacustres da Bacia Sedimentar de São Paulo, de natureza tafrogênica e de idade do Terciário, depositada sobre os terrenos cristalinos. Os escoamentos de

ambos os sistemas aquíferos drenam dentro da Bacia do Tietê, para o rio homônimo, que corta a RMGSP no sentido ENE (Fig.1).

A exploração de água subterrânea é mais intensiva nos aquíferos sedimentares da Fm. São Paulo que nos aquíferos cristalinos, entretanto, o acelerado aumento da demanda tem provocado uma crescente e rápida exploração nestes terrenos.

A porção mais a Norte da RMGSP é cortada em toda sua extensão pelo extenso falhamento transcorrente, pré-cambriano, de direção geral ENE (falha de Taxaquara), que separa dois grandes grupos estratigráficos apresentados por PRÓ-MINÉRIO/IPT, 1984: (a) Grupo São Roque, situado na porção setentrional da falha, tectonicamente reconhecido como Faixa de Dobramentos São Roque, com direção do *trend* estrutural NE, sendo constituído, litologicamente, de filitos, micaxistos e quartzitos com intercalações secundárias de corpos de rochas carbonáticas, cálcio-silicáticas, anfibolitos e subvulcânicas, cortadas por corpos graníticos; (b) Grupo Açungui, na porção meridional da falha, constituído de uma sequência metassedimentar ectinítica e uma migmatítica-gnáissica. O *trend* estrutural deste grupo é de direção geral NE.

As médias das vazões dos poços profundos nos terrenos cristalinos dos oito municípios mais importantes que integram a RMGSP, variavam entre 0,6 m<sup>3</sup>/h (Município de Mauá) e 9,8 m<sup>3</sup>/h (Município de Santo André) segundo estudo realizado pelo DAEE (1975), sendo que para o Município de São Paulo esta média era de 7,8 m<sup>3</sup>/h. Atualmente estes valores já se encontram superados pelo fato positivo da exigência legal da realização de estudos hidrogeológicos para locação de poços profundos no Estado de São Paulo.

#### IV. ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS - MÉTODOS E RESULTADOS

Na Fig. 1 são apresentadas as localidades dos sete poços que obtiveram vazões superiores a 40 m<sup>3</sup>/h, os quais estão assim distribuídos geográfica e geologicamente na RMGSP:

Município	Local	Nº de Poços	Grupo
São Paulo	B. Pq. Anhanguera	1	São Roque
São Paulo	B. Colônia	1	Açungui
Cajamar	Distr. Polvilho	2	São Roque
Cajamar	Distr. Jordanésia	1	São Roque
Suzano	B. Vila Helena	1	Açungui
Suzano	B. Palmeiras	1	Açungui

A locação de cada um dos poços foi precedida de estudos hidrogeológicos de caráter local, cumprindo-se as seguintes etapas nesta fase:

- Levantamento de mapas geológicos existentes na maior escala possível.
- Reconhecimento em campo dos contatos dos corpos litológicos, orientações dos mergulhos dos acamamentos e xistosidade principal.
- Interpretação minuciosa dos lineamentos estruturais em diferentes escalas, 1:40.000 e 1:25.000 e Imagem de Satélite, 1:1.000.000.
- Levantamento dos poços existentes nas imediações dos locais de interesse para se obter as espessuras e profundidades dos corpos litológicos, bem como os valores de vazões dominantes.

Na porção setentrional da falha de Taxaquara (Gr. São Roque), o *trend* estrutural é de direção geral NE, entretanto, onde foram localizados os poços de Polvilho e Parque Anhanguera existem desvios para E-W e NW, respectivamente, evidenciando a grande movimentação tectônica na área, provocada inclusive por intrusões de corpos graníticos. No estudo dos lineamentos fotointerpretados dois sistemas foram encontrados: um paralelo às direções dos eixos das dobras principais, do acamamento e xistosidade - sistema longitudinal ou de tração. O outro, menos definido é ortogonal ao primeiro, constituído de lineamentos transversais e angulares (Menegasse, 1991).

Na porção meridional da falha (Gr. Açungui) o *trend* estrutural é de direção NE concordante com as localidades dos poços.

A seguir serão apresentados os dados de perfuração dos sete poços executados a partir dos estudos hidrogeológicos (profundidade total e litologias interceptadas pela perfuração), os resultados de produtividade de teste (vazão e "capacidade específica") e os critérios hidrogeológicos de locação adotados.

Ressalta-se que o termo "lineamento" será aqui utilizado informalmente para designar qualquer traço linear fotointerpretado, sem distinção entre falhas e juntas.

1 - Local: Distr. de Jordanésia, Munic. de Cajamar

Ano de perfuração: 1992

Vazão: 40 m<sup>3</sup>/h

"Capacidade específica": 2,6 m<sup>3</sup>/h.m

Profundidade: 153 m

Litologias: filitos do Gr. São Roque

Critérios de locação: (a) Interseção entre dois lineamentos estruturais de direção NW e NE; (b) Contato litológico entre filitos e metacalcários.

2 - Local: Distrito de Polvilho, Município de Cajamar

Ano de perfuração: 1988

Vazão: 100 m<sup>3</sup>/h

"Capacidade específica": 8,4 m<sup>3</sup>/h.m

Profundidade: 42 m

Litologias: filitos e metacalcários intercalados, com condutos de dissolução cárstica - Gr. São Roque.

Critérios de locação: (a) presença de lineamento estrutural longitudinal coincidente com a direção do acamamento - E-W; (b) Diferenciação litológica evidente indicativa de contato litológico, entre um corpo de quartzito com mergulho para norte sobreposto às intercalações de filito/metacalcário. O poço foi localizado junto ao lineamento sobre os filitos/metacalcários.

3 - Local: Distrito de Polvilho, Município de Cajamar

Ano de perfuração: 1988

Vazão: 120 m<sup>3</sup>/h

"Capacidade específica": 20 m<sup>3</sup>/h.m

Profundidade: 81,5 m

Litologias: intercalações de filitos e metacalcários com condutos aquíferos de dissolução cárstica - Grupo São Roque.

Critérios de locação: os mesmos adotados no item anterior, inclusive no mesmo lineamento estrutural.

4 - Local: Bairro Parque Anhanguera, Município de São Paulo

Ano de perfuração: 1988

Vazão: 142 m<sup>3</sup>/h

"Capacidade específica": 10 m<sup>3</sup>/h.m

Profundidade: 98 m

Litologias: anfibolitos, xistos e rochas cálcio-silicáticas intercaladas - Gr. S.Roque.

Critério de locação: interseção de dois lineamentos estruturais, um longitudinal (NW) e outro ortogonal a este (NE).

5 - Local: Bairro Vila Helena, Município de Suzano

Ano de perfuração: 1990

Vazão: 55 m<sup>3</sup>/h

"Capacidade específica": 1,94 m<sup>3</sup>/h.m

Profundidade: 123 m

Litologias: granitos e xistos do Gr. Açungui

Critérios de locação: (a) contato litológico entre granitos e xistos; (b) lineamento estrutural de direção NE.

6 - Local: Bairro Palmeiras, Município de Suzano

Ano de perfuração: 1990

Vazão: 72 m<sup>3</sup>/h

"Capacidade específica": 1,65 m<sup>3</sup>/h.m

Profundidade: 167 m

Litologias: gnaisses e micaxistos do Gr. Açungui

Critérios de locação: (a) presença de lineamento estrutural de direção NE; (b) contato litológico entre gnaisses e micaxistos.

Observação: Este poço apresentou condições de artesianismo com altura do jorro de 1 metro.

7 - Local: Bairro Colônia, Município de São Paulo.

Ano de perfuração 1989

Vazão: 120 m<sup>3</sup>/h

"Capacidade específica": 2,91 m<sup>3</sup>/h.m

Profundidade: 130 m

Litologias: Micaxistos do Gr. Açungui.

Critérios de locação: (a) Fluxo d'água subterrâneo e superficial de uma bacia circular de aproximadamente 10,4 Km<sup>2</sup> de área, preenchida por sedimentos essencialmente pelíticos. (b) Borda cristalina da bacia com comunicação hidráulica entre as fraturas e os sedimentos que preenchem a mesma.

Observação: Este poço apresentou condições de artesianismo, com vazão de jorrância de 15 m<sup>3</sup>/h e altura do jorro de 5 m.

De uma maneira geral, pode-se observar que o critério da presença de lineamentos estruturais foi adotada para locação de todos os poços, evidentemente por serem estes, indicativos de um dos principais condicionantes do sistema aquífero cristalino: a presença de descontinuidades estruturais - falhas e fraturas. No caso presente, os lineamentos longitudinais parecem ser bastante favoráveis à produção aquífera, que, com exceção de Colônia, foram observados nas demais localidades. Além disso, a intersecção de dois lineamentos, conforme foi observado no local do poço do Parque Anhanguera (Q = 142 m<sup>3</sup>/h), aumenta bastante as possibilidades de sucesso de produção.

Detectada a presença do lineamento procurou-se observar se o mesmo estaria ou não associado a algum contato litológico, sobretudo entre rochas de diferentes competências, pois tais contatos, funcionando como uma zona de descontinuidade, favorecem a circulação da água. Com exceção dos poços de Colônia e Jordanésia, adotou-se este critério nos demais poços, tendo sido encontrado contatos entre gnaisse e micaxistos (V. Palmeiras), granitos e xistos (V. Helena) e entre filitos e quartzitos (Polvilho), embora neste último caso os quartzitos não tenham sido atravessados pela perfuração, tendo sido constatado contato entre metacalcários e filitos.

Na locação dos poços situados no Grupo São Roque, outro critério importante considerado na fase de estudo foi a presença provável de corpos de metacalcários, conforme havia sido observado em poços cadastrados na região. Tais corpos quando providos de canais de dissolução cárstica, possuem boas possibilidades aquíferas, conforme pôde-se confirmar nos dois poços perfurados em Polvilho, cujas vazões de teste foram 100 e 120 m<sup>3</sup>/h.

Na região onde estão localizados os poços do Grupo São Roque, há que considerar um importante fator positivo que contribui para a boa potencialidade aquífera da região: as condições favoráveis à recarga, dada a presença de extensas áreas verdes (áreas de preservação ambiental, decretadas pelo Governo do Estado de São Paulo), nas proximidades das localidades de Jordanésia, Polvilho e Parque Anhanguera. Além disso a considerável espessura do manto de intemperismo na região, normalmente acima de 10 metros (Menezes, 1951), favorece a recarga aquífera atuando como estocadores e transmissores de água para as zonas fiscaçadas em profundidade. Sem dúvida, as elevadas vazões dos poços profundos aí considerados refletem não somente as boas condições de recarga, como também as boas condições de armazenamento e circulação da água infiltrada no manto de intemperismo e nas zonas aquíferas.

## V. CONCLUSÕES

As características geológicas dos aquíferos obtidas por meio dos poços perfurados, mostraram que os condicionantes do potencial aquífero estão associados com:

(a) contato litológico, o qual...

(d) boas condições de recarga (nos poços do Gr. São Roque) dada a presença de extensas áreas cobertas pela vegetação, que diminui o escoamento superficial e promove a infiltração.

(e) presença de um espesso manto de intemperismo, que favorece o armazenamento das águas de recarga para as zonas de fraturas, principalmente onde os produtos de alteração são provenientes de rochas granitóides, em que as frações arenosas se apresentam em maior quantidade que nos terrenos metapelíticos.

Por meio dos resultados obtidos ficou evidente a importância de um bom conhecimento das características litológicas e estruturais das áreas para a locação de poços profundos, podendo-se, sem dúvida, obter-se ótimos resultados como os aqui apresentados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1975 -  
Estudo de Águas Subterrâneas. Região Administrativa 1. Vol. 1.

MENEGASSE V., L.N. - 1991 - Estudo hidrogeológico das rochas metassedimentares do Grupo São Roque a NW da Grande São Paulo - Critérios para locação de poços profundos. Universidade de São Paulo. 104p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências).

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS MINERAIS (PRÓ-MINÉRIO)/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) - 1981 - Mapa geológico do Estado de São Paulo, Escala 1:500.000. Vol.1.

SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1988 -  
Estudo hidrogeológico do Parque Anhanguera, Município de São Paulo. Convênio SABESP/CEPAS. Relatório interno.

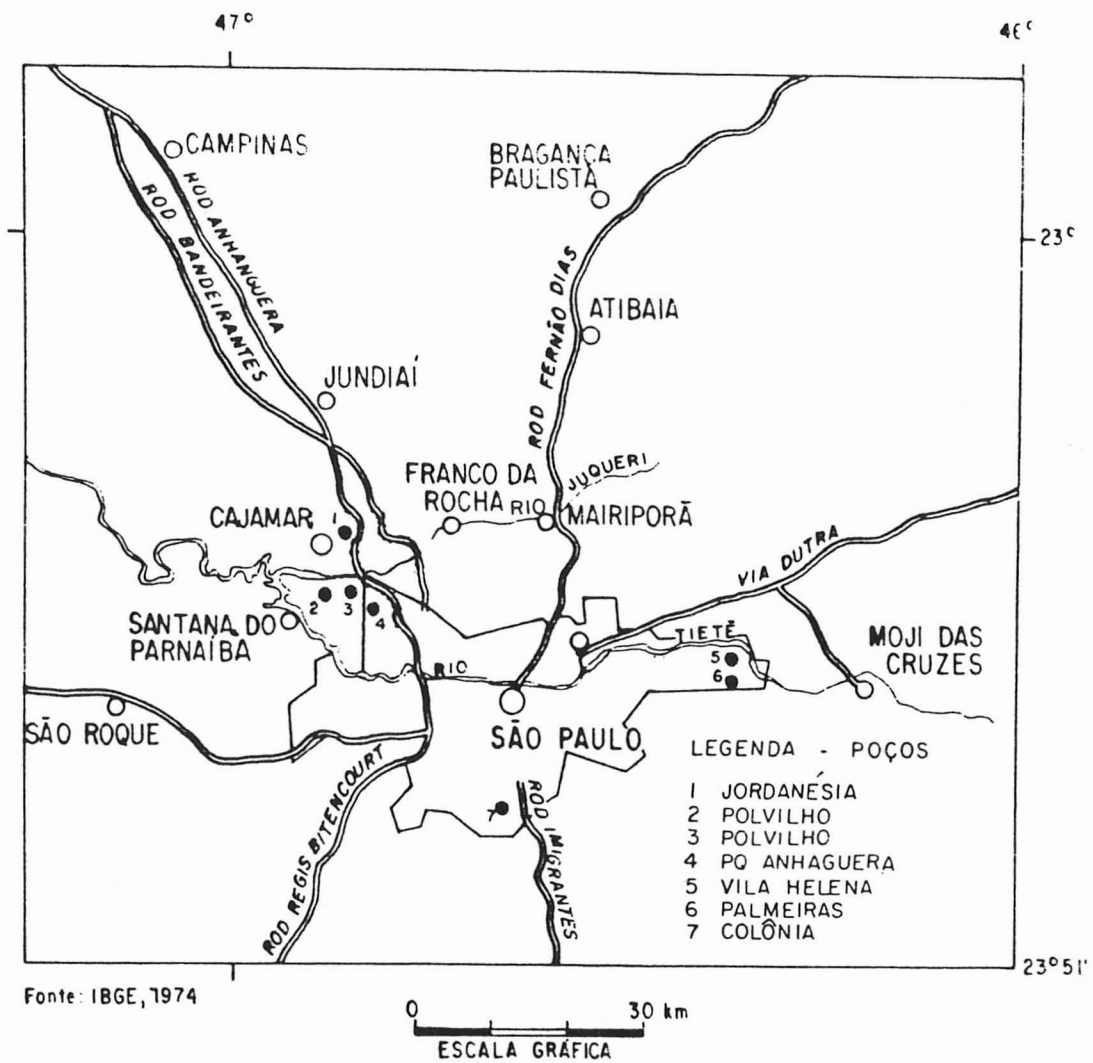
SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1988 -  
Estudo hidrogeológico de Polvilho, Município de Cajamar. Convênio SABESP/CEPAS. Relatório interno.

SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1989 -  
Estudo hidrogeológico de Colônia, Município de São Paulo. Convênio SABESP/CEPAS. Relatório interno.

SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1990 -  
Estudo hidrogeológico de Suzano. Convênio SABESP/CEPAS. Relatório interno.

SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1992 -  
Estudo hidrogeológico de Jordanésia, Município de Cajamar. Convênio SABESP/CEPAS. Relatório interno.

SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
(SABESP)/CENTRO DE PESQUISAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO INSTITUTO DE  
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (CEPAS/IG-USP) - 1994 -  
Diagnóstico hidrogeológico da região metropolitana de São Paulo. Relatório final. Convênio  
Sabesp/Cepas IG/USP.



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO

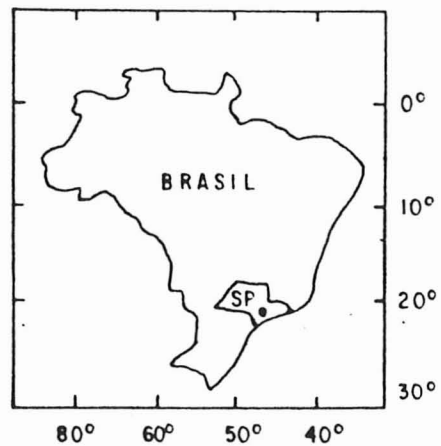
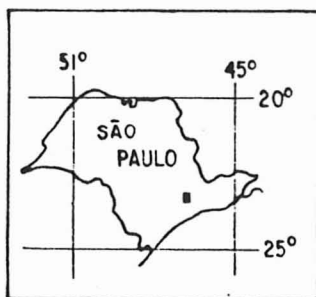


FIG. 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO