

## ASPECTOS DE USO E PRESERVAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA GRANDE SÃO PAULO\*

Alberto Pacheco  
Aldo da Cunha Rebouças

Instituto de Geociências — Universidade de São Paulo

### ABSTRACT

The present study consisted of the observation of the actual searching conditions of ground water in the Metropolitan region of São Paulo. The register of 394 water wells shows that they are being used for the supply of hospitals, hotels, public schools, private and industrial condominiums, clubs, industries and public buildings.

The construction of the wells, in general, is good. However, some technical deficiencies, and mainly, their misuse, is extremely dangerous, considering that the largest amount of water is used to the supply of hospitals, hotels and food industries.

Therefore, it is of vital importance that technical and institutional measures be taken to guarantee the quality of the ground water, although apparently, their volume, may not seem so important.

### INTRODUÇÃO

Interessados na problemática "Água Subterrânea no Meio Urbano", desenvolvemos um estudo na região da Grande São Paulo, a qual compreende uma extensão de 8.050 quilômetros quadrados (3% da superfície total do Estado), com uma população aproximada de 12.600 mil habitantes e localizada entre as coordenadas 45ºW e 47ºW e 23ºS e 24ºS.

A faixa estudada tem cerca de 100 quilômetros quadrados, estende-se à Norte da Avenida Paulista, compreendendo vinte e quatro dos quarenta e oito subdistritos que formam o Dis

\* Realizado com auxílio do CNPq. Proc. 1/135/78

trito de São Paulo: Belenzinho, Mõoca, Alto da Mõoca, Consolação, Brás, Vila Guilherme, Bela Vista, Ipiranga, Santa Cecília, Pari, Cambuci, Santana, Cerqueira Cesar, Barra Funda, Bom Retiro, Vila Maria, SÉ, Tucuruvi, Santa Ifigênia, Tatuapé, Liberdade, Aclimação, Casa Verde e Vila Prudente. (Fig.1).

O estudo está sendo feito através da observação direta e da elaboração rigorosa de um Inventário Hidrogeológico Básico, que nos permitiu até o presente momento, o registro de 394 poços (ativos, desativos e abandonados), perfurados para abastecimento de água de condomínios, domiciliares e comerciais, hospitais, hotéis, escolas municipais, repartições públicas, clubes recreativos e indústrias.

É nosso objetivo ressaltar que, não obstante os recursos hidrogeológicos da Grande São Paulo não representarem mais do que 15 a 20% das demandas estimadas em  $90 \text{ m}^3/\text{s}$  no ano 2000, necessitam ser protegidos como um manancial de inestimável valor estratégico.

Com efeito, no caso de uma catástrofe do tipo atômico, industrial ou de um simples ato de terrorismo que contamine os mananciais de superfície, os aquíferos da região poderão suprir as necessidades vitais da população. Para tanto é necessário proteger as águas subterrâneas dos riscos de deteriorização. Neste particular, os poços mal utilizados ou abandonados se constituem em verdadeiros focos de contaminação. Ilustraremos o caótico quadro encontrado e delinearemos as medidas que se fazem necessárias para que se possa atingir um mínimo de racionalidade no que diz respeito ao uso e proteção das águas subterrâneas no meio urbano.

#### QUADRO GEOLÓGICO

Dentre os requisitos necessários à utilização efetiva e preservação das águas subterrâneas, o bom conhecimento da geologia é extremamente importante.

A descoberta da Bacia Sedimentar de São Paulo é atribuída a PISSIS em 1842 (in Ab'SABER, 1957), que foi também o primeiro a reconhecer a sua origem continental, bem como o autor da idade pliocênica admitida para os sedimentos mais anti

gos que preencheram a bacia. Posteriormente, o intensivo crescimento urbano e industrial passou a exigir melhor conhecimento geológico da região. Esses conhecimentos, em grande parte aplicados às obras de engenharia e ao aproveitamento de água subterrânea, compõem hoje um acervo considerável.

A Mesa Redonda sobre - ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO - promovida pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Sociedade Brasileira de Geologia (Núcleo de São Paulo), de 19 a 21 de 1980 na capital paulista, permitiu uma revisão destes conhecimentos e simultaneamente, constituiu um incentivo para novas pesquisas científicas.

#### GEOMORFOLOGIA

A Bacia de São Paulo, situa-se na unidade geomorfológica conhecida no Estado de São Paulo como Planalto Atlântico, entre 715 e 900 metros de altitude.

Segundo HASUI e CARNEIRO (1980), a bacia tem forma irregular, aproximadamente elíptica, com ramificações que acompanham o vale do rio Tietê. A essa configuração se ajusta a rede de drenagem atual da Grande São Paulo e adjacências, refletindo um forte controle litológico e estrutural (Figura 2).

O relevo topográfico dentro da Bacia de São Paulo, é caracterizado por uma sucessão de colinas suaves com altitude média à volta de 760 metros. Os terrenos cristalinos situam-se mais altos que os terrenos sedimentares. Esta configuração tem grande importância na análise dos impactos da urbanização e industrialização no setor da bacia, pois para aí convergem as águas que se escoam pela rede de drenagem superficial e subterrânea das áreas circunvizinhas.

#### LITOESTRATIGRAFIA

Segundo a maioria dos autores, as camadas da Bacia de São Paulo se depositaram em ambiente flúvio lacustrino, e repousam sobre o embasamento do Complexo Cristalino. No âmbito da Grande São Paulo, a litologia característica do Complexo é a associação de rochas gnaissícas, graníticas e xistosas do pré-cambriano, ocorrendo na área de trabalho, fundamentalmente, os

gnaiesses e graníticos.

Os termos litológicos constituintes da Formação São Paulo foram estudados principalmente por LEINZ e CARVALHO (1957), WERNICK (1966), COZZOLINO (1973, 1974), SUGUIO, COIMBRA e CATTO (1972), entre outros. Todos os autores são unânimes em admitir a predominância de argilas, siltes e areias argilosas finas, sendo raras as ocorrências de areias grossas e cascalhos finos (Figura 3).

Os sedimentos da Formação São Paulo, que repousam sobre o embasamento cristalino, são encimados pelos aluviões quaternários, subdivididos por SUGUIO e TAKAHASHI (1970), em aluviões antigos e aluviões recentes, os quais se distribuem ao longo dos vales dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí.

#### TECTÔNICA

A Bacia de São Paulo, é uma das bacias tafrogênicas do sudeste brasileiro, desenvolvida no Cenozóico, como culminância de um soerguimento regional iniciado no Jurássico Superior (ALMEIDA, 1976). Comporta-se, portanto, como um compartimento de Planalto rebaixado em relação ao conjunto, circundado por um relevo modelado em rochas mais antigas de natureza granítica, gnáissica ou xistosa, de onde sobressaem alguns pontos dominantes, que emolduram a região urbana de São Paulo.

#### A EXPLORAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O crescimento urbano e industrial na região da Grande São Paulo, vem impondo gradativamente, uma maior demanda de água. Muitos consumidores vêm optando pelo aproveitamento das águas subterrâneas por diversas razões, das quais destacamos as seguintes: Conveniência econômica; água de melhor qualidade sanitária; necessidade de maiores volumes de água nem sempre garantidos pela rede de abastecimento público; reserva hídrica para fazer face as faltas de água aduzida.

Conseqüentemente, a perfuração ou construção de poços no meio urbano paulista para extração de águas subterrâneas, é uma atividade de longa data e atual. O estudo realizado pelo D. A.E.E. em 1974-75 estimou em mais de 4.000 o número de poços per

furados.

#### EVOLUÇÃO ANUAL DE CONSTRUÇÃO DE POÇOS

De acordo com o Inventário elaborado até o presente momento, foi possível montar-se um gráfico com os poços perfurados na área de trabalho de 1950 a 1981 (Figura 4). Observa-se uma dinamização no período 1968/70 e uma tendência crescente em 1978 e 1980. A queda verificada em 1981, com seis poços perfurados, segundo as Construtoras, é atribuída a crise econômica.

#### DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS

Dos 394 poços inventariados 75% foram perfurados no sedimentar e 25% no cristalino, situando-se, fundamentalmente, na zona central e intermédia da cidade de São Paulo. Na perfuração dos mesmos foram utilizadas perfuratrizes rotativas hidráulicas de circulação direta, percussoras e roto-pneumáticas. Quanto as empresas, verifica-se que 45% foram construídos pela CORNER, 25% pela TJANER, 16% pela AIR-LIFT e os 14% restantes por 13 outras empresas.

A construção dos poços, de uma maneira geral, é boa. As deficiências presentes referem-se a ausência de cimentação do poço, de uma proteção sanitária adequada e na não aplicação das normas técnicas no que se refere a altura de afloramento dos tubos de revestimento e colocação de tampa protetora nos poços em uso e desativados.

Estas deficiências técnicas são de extrema gravidade, quando a água subterrânea se destina ao consumo humano, hospitais, hotéis e indústrias alimentícias. Acreditamos, que a contaminação bacteriológica detectada em alguns poços, se deve a falta de cuidados elementares de higiene. A contaminação penetra no poço quer através do espaço exterior ao revestimento, quer através do espaço interior ao revestimento, quer através da boca do poço em exploração ou desativado momentaneamente.

#### PROFUNDIDADE DOS POÇOS

De acordo com os dados extraídos do Inventário, obtém-se:

Profundidade (m)	Poços	%
<100	48	13,00
100-200	265	71,00
201-300	58	15,00
>300	3	1,00

A profundidade máxima foi de 304,00m.

A profundidade média foi de 169,78m.

A profundidade mínima foi de 40,00m

#### REGIME DE EXPLORAÇÃO

Durante a fase do Inventário, temos pesquisado junto aos proprietários e encarregados da operação dos poços, sobre o regime de exploração.

A análise dos resultados a partir de 59 poços pesquisados, permitiu constatar os seguintes regimes: 41% dos poços são operados continuamente durante as vinte e quatro horas ao longo do ano; 32% dos poços são operados somente algumas horas por dia, sendo o tempo mínimo de exploração de trinta minutos; 27% dos poços são explorados durante algumas horas por dia durante três semanas consecutivas.

#### VAZÃO DOS POÇOS TUBULARES

Os resultados parciais podem ser assim resumidos:

Vazão média ..... 360 m<sup>3</sup>/dia  
 Vazão máxima ..... 1344 m<sup>3</sup>/dia

Fazendo-se uma análise por Subdistritos, a vazão máxima de 1344 m<sup>3</sup>/dia, foi obtida num poço que se situa na Vila Guilherme e a vazão mínima de 31m<sup>3</sup>/dia, obtida em dois poços, respectivamente, localizados na Barra Funda e na Sê.

O total das quantidades de água subterrânea extraídas na área de trabalho por meio dos 394 poços tubulares, é estimado em 35 milhões de m<sup>3</sup>/ano ou seja, cerca de 96.000 m<sup>3</sup>/dia.

## USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O levantamento do uso atual das águas subterrâneas, com base nas informações dos proprietários e dos responsáveis pelos sistemas de abastecimento público revela o quadro seguinte:

- exploração para complementação da água da rede pública (45%);
- exploração para uso alternado com água da rede pública (35%);
- exploração para uso exclusivo de água de poço (20%).

Para facilidade de especificação, classificamos o uso da água no meio urbano paulistano em doméstico e industrial.

<u>USO</u>	<u>VAZÃO</u> <u>m<sup>3</sup>/ANO</u>	<u>Nº DE</u> <u>POÇOS</u>	<u>%</u>
Doméstico	1.658.016	32	54,00
Industrial	<u>1.939.339</u>	<u>27</u>	<u>46,00</u>
Total	3.597.355	59	100,00

## UNIDADE DE BOMBEAMENTO

Foram verificados 59 equipamentos de bombeamento, cujos resultados podem ser assim discriminados:

	<u>Nº DE</u> <u>POÇOS</u>	<u>%</u>
Bombas submersas .....	39	66,00
Ar comprimido .....	<u>20</u>	<u>34,00</u>
	59	100,00

## MANUTENÇÃO DOS POÇOS TUBULARES

Na área de trabalho, não existe programa de manutenção de poços, preventivo ou corretivo. Realiza-se, tão somente, a manutenção dos equipamentos de exploração.

Dos 59 poços visitados constatamos:

<u>Manutenção</u>	<u>Nº De Equipamento</u>	<u>%</u>
Preventiva	8	13,50
Corretiva	43	73,00

<u>Manutenção</u>	<u>Nº de Equipamento</u>	<u>8</u>
Não Faz	8	13,50
Total	59	100,00

O grande contingente de bombas é submetido à manutenção corretiva.

Existem aqueles poços que não têm nenhum tipo de manutenção, os quais são explorados até ao colapso total ou paralisção completa do equipamento de bombeamento.

A inexistência de um programa preventivo de manutenção dos poços generalizado é a grande responsável pelos problemas mecânicos, hidráulicos e de contaminação da água explorada.

### CONCLUSÃO

O conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos no meio urbano paulistano, tanto do ponto de vista de quantidade como de qualidade é de fundamental importância na moderna problemática da segurança nacional.

Como as águas subterrâneas da região deverão ser preservadas como um recurso de grande alcance estratégico, além de proporcionar normalmente um recurso complementar, medidas urgentes de ordem institucional e técnica deverão ser tomadas. Os poços, na forma como são utilizados, representam verdadeiros focos de contaminação e se constituem em graves ameaças à saúde pública. Numa primeira fase, urge incluí-los no rol das preocupações das autoridades sanitárias. Numa segunda fase, deve-se disciplinar os usos e integrá-los nos planos de defesa da sociedade, contra a ação de sabotadores locais ou dos riscos de catástrofes regionais.

### BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. (1957) - Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. Bol. Fac.Fil.Cien.Let.USP (219). (Geografia,12). São Paulo.

- ALMEIDA, F.F.M. de (1976) - The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. An.Acad.Bras.Cien., 48: 15-16. Rio de Janeiro.
- BRASIL, DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Estudo de águas subterrâneas; região administrativa 1 - Grande São Paulo, 1975. 3v. il. São Paulo.
- COZZOLINO, V.M.N. (1974) - Os solos da cidade de São Paulo. An. 2º Congresso Internacional de Geologia de Engenharia, p. 2-15. São Paulo.
- GIANCURSI, F.D.; LOPES, M.F.C. (1980) - Aspectos hidrogeológicos da região da Grande São Paulo. In.: ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO. Pub. Esp. ABGE/SBG, p. 117-128. São Paulo.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R. (1980) - Origem e evolução da Bacia Sedimentar de São Paulo. In : ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO. Pub. Ep. ABGE/SBG, p. 5-13. São Paulo.
- LEINZ, V.; CARVALHO, A.M.V. (1957) - Contribuição à geologia da Bacia de São Paulo. Bol. Fac.Fil.Cien.Let.USP (205): 1 - 16 (Geologia 15). São Paulo.
- REBOUÇAS, A.C. (1980) - Aspectos hidrogeológicos no planejamento da ocupação urbana da Grande São Paulo. In : ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO. Pub. Esp.: ABGE/SBG, p. 129-135. São Paulo.
- REBOUÇAS, A.C. (1980) - Estágio atual dos conhecimentos sobre as Águas Subterrâneas do Brasil. Rev.Águas Subterrâneas-ABAS. vol. 2, nº 1, p. 1-9. São Paulo.
- SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; CATTO, A.J. (1972) - Estudo comparativo dos sedimentos e rochas cristalinas circundantes da Bacia de São Paulo. An. 26º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, vol. 1 , p.141. Belém.
- WERNICK, E. (1966) - Análise granulométrica dos sedimentos da Bacia de São Paulo. Eng. Min.Metl., 43(254):63-68, fev. Rio de Janeiro.

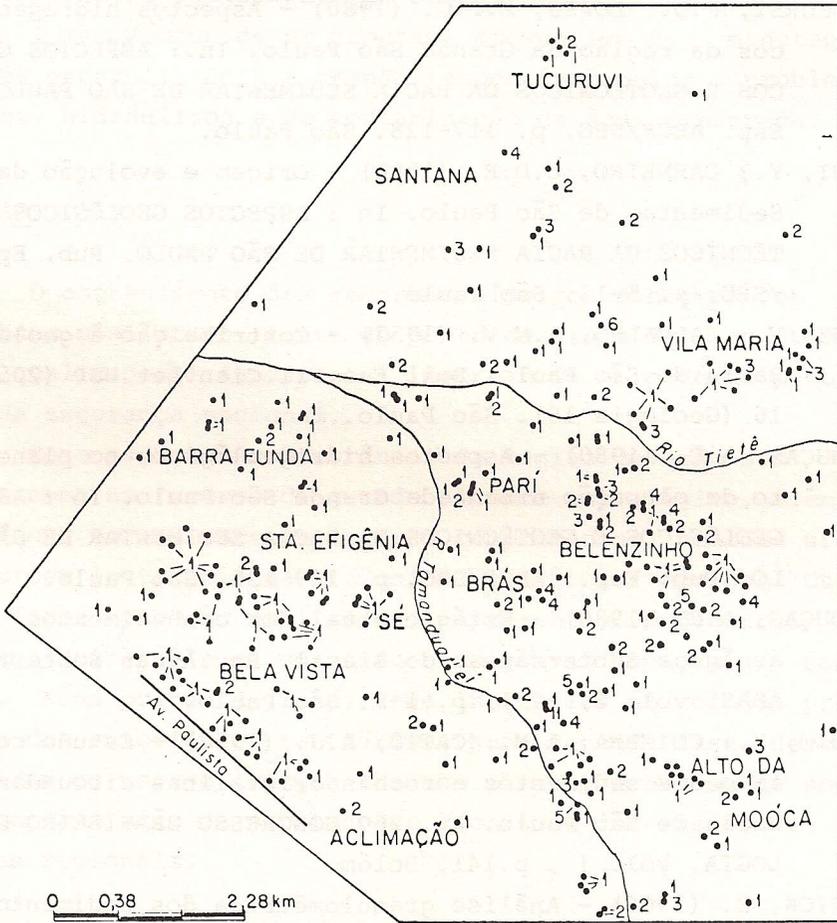


Fig.1 - LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS INVENTARIADOS

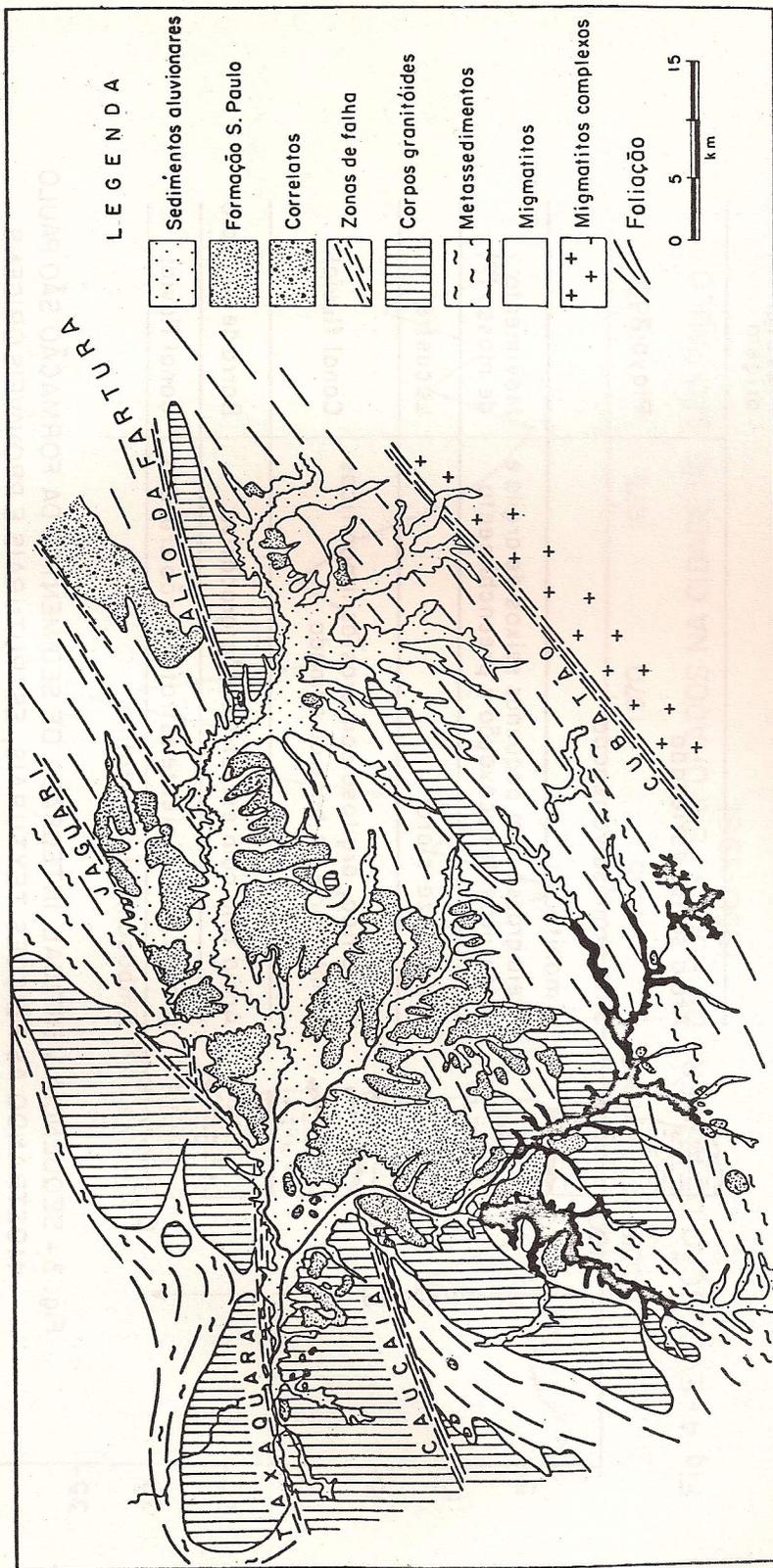


Fig. 2 - GEOLOGIA DA ÁREA DE SÃO PAULO.  
 (compilado de Hasui et Alti, 1976).



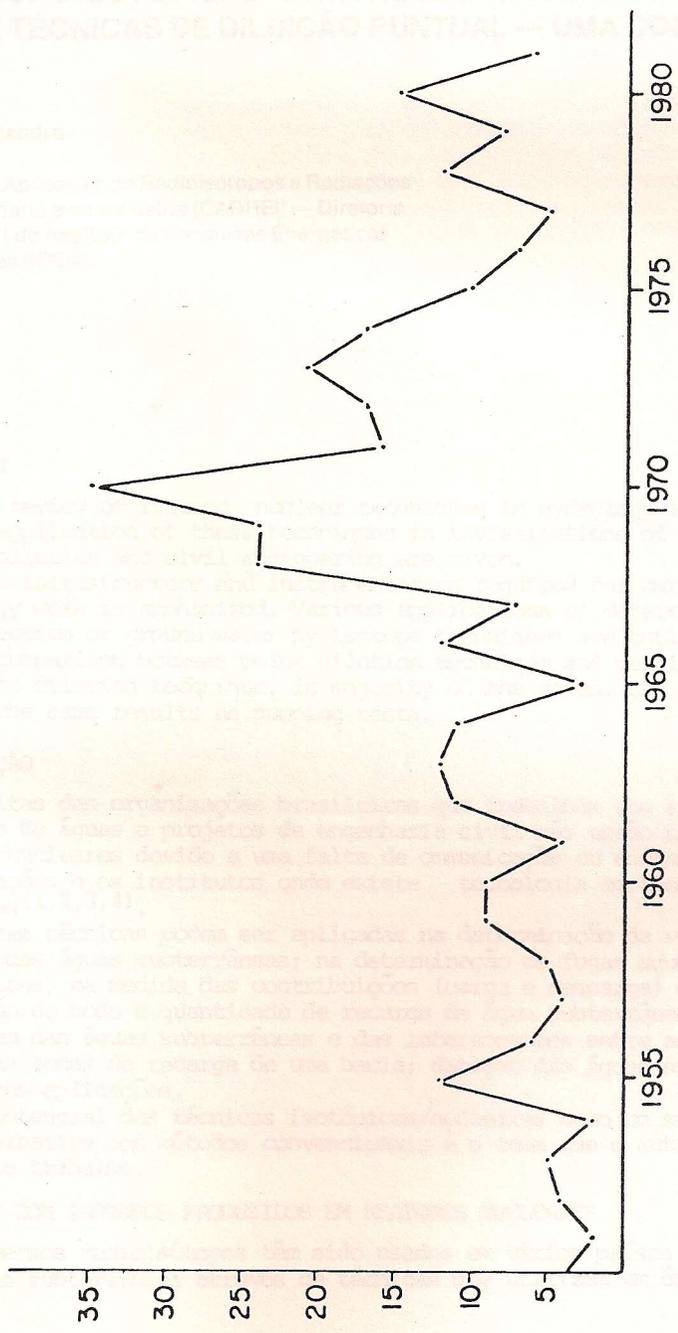


Fig. 4 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE POÇOS PERFORADOS NA CIDADE DE SÃO PAULO  
1950 - 1981