

POTENCIAL HÍDRICO SUBTERRÂNEO DO MÉDIO RIO TIETÊ, MUNICÍPIO DE TIETÊ, SP.

HÉLIO NÓBILE DINIZ *
URIEL DUARTE **

RESUMO

Face à intensa poluição dos mananciais de superfície, a água subterrânea dos sedimentos do Subgrupo Itararé tem uma primordial importância para o abastecimento da demanda do Município de Tietê, SP. As captações de superfície estão em desuso do Município devido à poluição causada pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais, sem qualquer tratamento, muitas vezes provenientes de outros municípios situados à montante.

Neste trabalho enfoca-se o uso e demanda da água proveniente dos poços tubulares profundos situados no Município de Tietê e pertencentes ao Serviço Municipal de Água e Esgoto. É feita uma avaliação das reservas de água subterrânea, renovadas anualmente, que são comparadas com a demanda atual e futura, com vistas à expansão urbana do Município.

1. INTRODUÇÃO

O Instituto Geológico do Estado de São Paulo vem perfurando poços tubulares profundos no Município de Tietê, desde meados da década de 50, quando um poço perfurado na Indústria de Refrigerantes Schincariol & Irmãos, na região central da cidade de Tietê, com 170 m de profundidade, forneceu uma vazão de 19,8 m³/h ao final do teste de bombeamento. Em razão do sucesso alcançado neste primeiro poço, a Prefeitura Municipal de Tietê contratou o Instituto Geológico para a execução de novos poços a fim de atender à demanda do abastecimento público do município.

O abastecimento da cidade de Tietê era feito, até meados da década de 60, através da captação de água do rio Tietê, que era servida à população após ser purificada na Estação de Tratamento de Água, situada na rua da Bomba, junto à margem direita do rio Tietê.

O sucesso alcançado nas primeiras perfurações executadas para a Prefeitura Municipal, com poços fornecendo vazões de até 80 m³/h, e o progressivo aumento da poluição das águas do rio Tietê, em função do aumento dos lançamentos de esgotos domésticos e despejos industriais nas áreas situadas à montante, fizeram com que, gradativamente, a Estação de Tratamento de Água da rua da Bomba fosse desativada e toda a demanda de água da cidade fosse atendida por poços tubulares profundos.

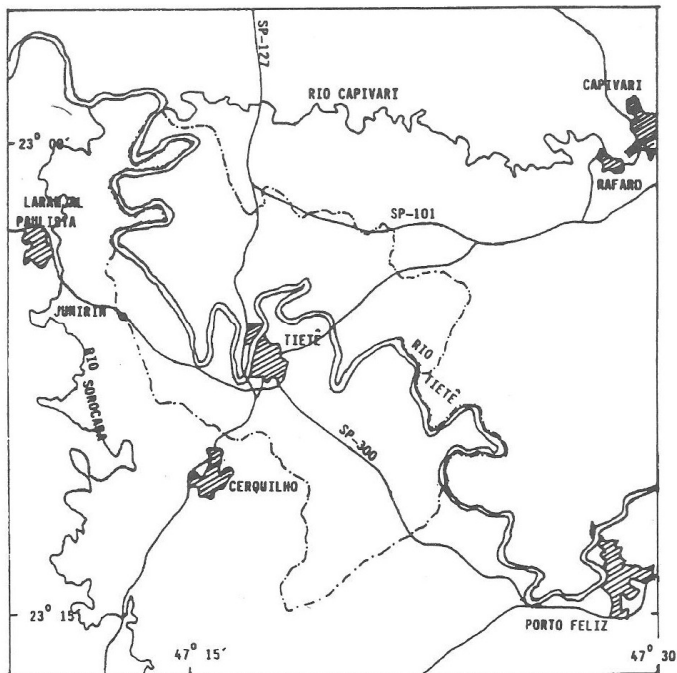
Os dados geológicos e hidrogeológicos obtidos pelo Instituto Geológico, no decorrer de vários anos de trabalho de estudos e perfurações de poços tubulares profundos no Município de Tietê, foram objeto de uma dissertação de mestrado (DINIZ, 1990).

Este trabalho vem avaliar o potencial hídrico subterrâneo do Médio Rio Tietê, no município de Tietê, com vistas à expansão urbana da cidade, uso e demanda de água.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.

A área de estudo, dentro dos limites do Município de Tietê, São Paulo (FIGURA 1), possui aproximadamente 250 Km² e situa-se na 4ª Região Administrativa do Estado de São Paulo. Compreende parte das folhas topográficas, na escala 1:50.000, de Ibituruna (IBGE, 1970 a), Capivari (IBGE, 1970b), Laranjal Paulista (IBGE, 197c) e Porto Feliz (IBGE, 197d). A área total do Município de Tietê é de 451 Km².

* PESQUISADOR CIENTÍFICO DO INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.
** PROFESSOR LIVRE-DOCENTE DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA USP.



SINAIS CONVENCIONAIS:

--- LIMITE DA ÁREA DE ESTUDO

ESCALA 1:250.000

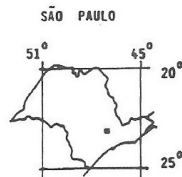


FIGURA 1. Mapa de localização da área de estudo.

As atividades econômicas, no Município de Tietê, estão divididas nos setores: primário, secundário e terciário (CETESB, 1984).

No setor primário, durante o ano agrícola 82/83, o Município possuía 12.624 Ha de áreas de cultura, predominando a cana-de-açúcar, perfazendo 62,23% desta área, depois o feijão, com 24,42%, o milho com 7,87%, e o algodão, com 4,55%. As pastagens perfaziam 22.000 Ha, com um rebanho bovino de 24.000 cabeças. As matas naturais 1.000 Ha, e o reflorestamento 30 Ha. As atividades minerárias, também dentro do setor primário, estão relacionadas com portos de areia, olarias, pedras para brita, e calcários e dolomitos para corretivos de solo.

A cultura canieira, uma forte atividade econômica no Município, se expandiu a partir do final da década de 70, incentivada pelo Programa Nacional do Alcool.

As principais indústrias do setor secundário, segundo o censo industrial de 1980, são: as de vestuário, calçados e artefatos de tecidos, as de transformação de produtos minerais não metálicos e as de produtos alimentícios.

No setor terciário se destaca um importante comércio local.

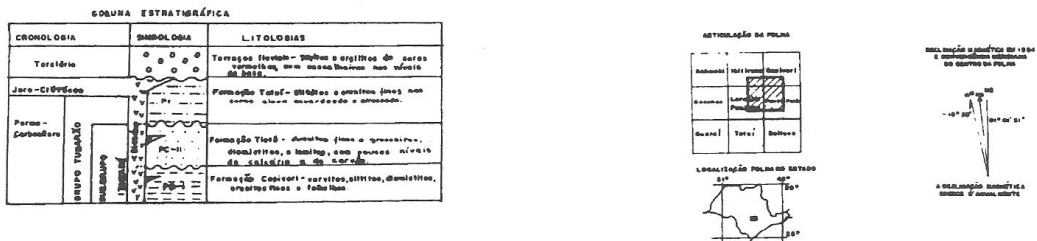
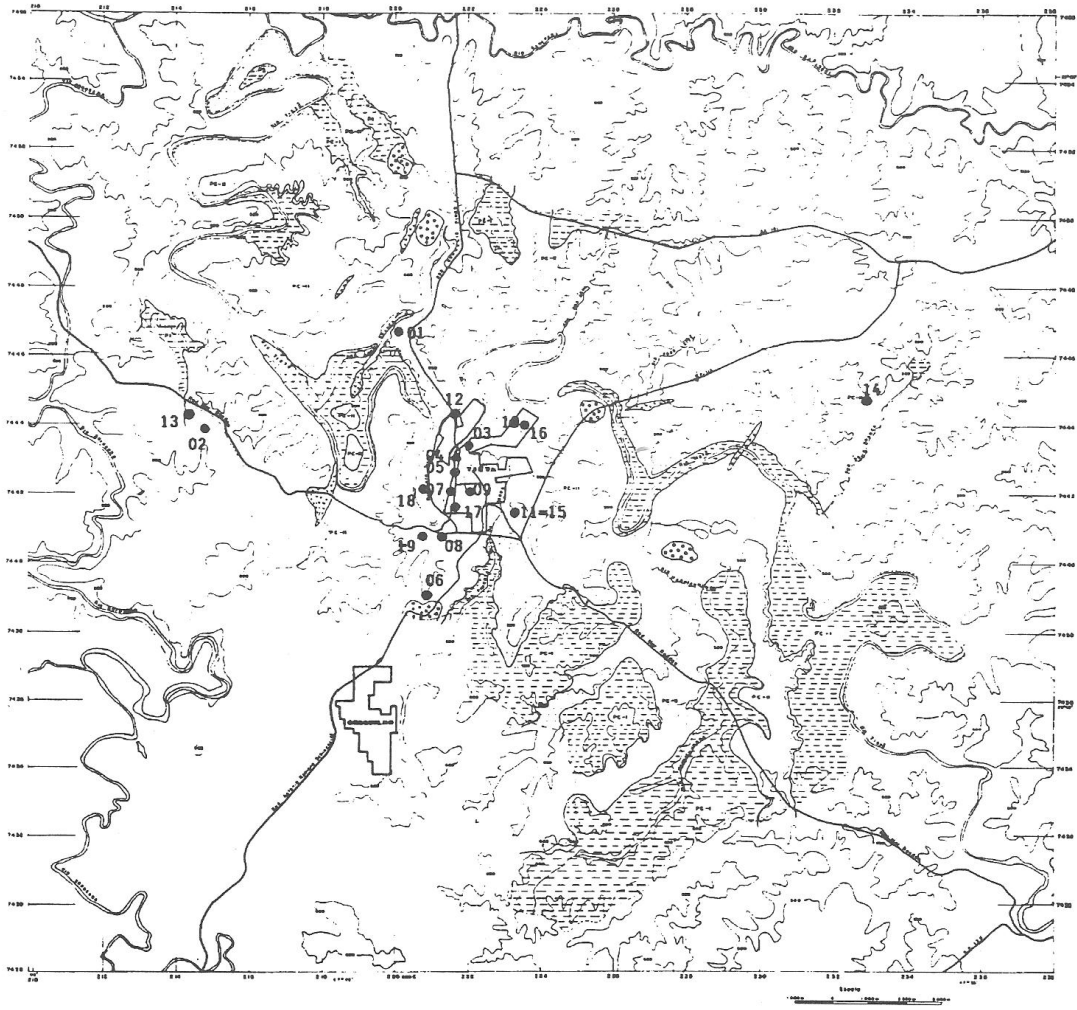
O censo do IBGE, de 1980, mostrou que o Município de Tietê possuía uma população de 20.028 habitantes, sendo que 15.536 residiam na zona urbana. Do total das residências urbanas, cerca de 90% eram abastecidas por água subterrânea proveniente de 9 poços tubulares profundos, distribuídos irregularmente pela zona urbana do Município, e pertencentes ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto, o SAMAE. Em 1980, a demanda de água era calculada em 220 l/dia por habitante (DAFF, 1982). A previsão do DAEE (op.cit) é que, para o ano 2.000, a população atinja 25.100 habitantes, dos quais 22.900 residirão na zona urbana. O índice de abastecimento previsto é de 95%, com demanda estimada em 250 l/dia por habitante.

3. GEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE TIETÊ.

No município de Tietê afloram sedimentos do Grupo Tubarão, de idade permo-carbonífera, rochas intrusivas básicas, do Juro-Cretáceo, e sedimentos associados aos antigos canais dos rios e às planícies de inundação do rio Tietê e rio Capivari, de idade cenozóica (FIGURA 2).

Os sedimentos do Grupo Tubarão são subdivididos, localmente, em: Formação Tatuí e Subgrupo Itararé (SOARES et al., 1977; SAAD, 1977).

A Formação Tatuí, de origem marinha, pós-glacial, aflora ao norte e noroeste do Município.



● 01 - No do poço do SAMAE

FIGURA 2. Mapa geológico e de localização de poços do Médio Rio Tietê, Município de Tietê, SP.

Os sedimentos do Subgrupo Itararé predominam em todo o Município de Tietê, e tem sido alvo de subdivisões há mais de 20 anos (FULFARO, 1989).

A Formação ou Fácies Tietê é admitida como a unidade mais superior do Subgrupo Itararé. Nesta formação predominam arenitos arcozeanos com cimento carbonático, de granulação variando de muito fino a grosseiro. São ricos em estruturas sinsedimentares, comumente possuindo estratificação plano-paralela, subhorizontal, estratificações acanaladas e cruzadas, de pequeno a médio porte. Algumas vezes ocorrem diamictitos de matriz arenosa e varvitos com lâminas siltico arenosas e siltico argilosas. Estão relacionados com a última fase de glaciação permo-carbonífera, onde predominam depósitos de clásticos grosseiros, formados principalmente pelo aporte de sedimentos retrabalhados pela água de degelo proveniente do recuo das geleiras que se situavam a nordeste da área (ROCHA CAMPOS, 1967).

A geometria dos depósitos de Formação Tietê é extremamente variável, pois estes sedimentos preenchem antigos canais escavados pelo avanços anteriores das geleiras sobre sedimentos glaciais inconsolidados, de origem continental ou mesmo marinha, constituídos por varvitos com lâminas silticas e argilosas, diamictitos de matriz fina, siltitos e argilitos compactos. Estes depósitos, onde se assentam os sedimentos da Formação Tietê, constituem a Formação Capivari (UNESP, 1986).

A superfície de discordância, erosiva, entre os depósitos da Formação Tietê e os depósitos da Formação Capivari, nem sempre podem ser vistos nitidamente no campo, devido à semelhança faciológica lateral das unidades do Subgrupo Itararé, e também, devido à repetição de litologias semelhantes nas unidades do Subgrupo Itararé.

Assim, o controle litológico, lateral e em profundidade para se obter o mapa geológico (FIGURA 2) foi conseguido através de dados de sondagens realizadas com recuperação integral dos testemunhos, executadas pelo Instituto Geológico para fins de captação de água subterrânea. Outro auxiliar importante para a identificação das unidades geológicas do Subgrupo Itararé foi a fotointerpretação e posterior checagem no campo.

Na fotointerpretação foram utilizados padrões geomorfológicos bastante característicos, já que os arenitos da Formação Tietê exibem padrões de drenagem subretangulares e regulares, enquanto os sedimentos pelíticos da Formação Capivari apresentam mudanças de relevo abruptas e drenagem dentritica.

4. USO E DEMANDA DE ÁGUA.

A demanda de água no Município de Tietê é inteiramente suprida através de poços tubulares, com profundidades de até 300 m, cujas vazões atingem até 80 m³/h. A localização dos poços utilizados para o abastecimento público se encontra no mapa da Fig.2 e as características construtivas e hidrogeológicas estão discriminadas na tabela 1.

Atualmente, o consumo de água suprido de SAMAE de Tietê, através de 19 poços tubulares profundos, é da ordem de 6.000 m³/dia ou de 2.160.000 m³/ano.

No ano 2.000, a população estimada será de 25.100 habitantes (DAEE, 1982), com uma demanda estimada de 250 l/dia por habitante. O total de água previsto para o consumo é de 6.275m³/dia ou 2.290/375 m³/ano, índice bastante próximo dos valores atuais, mostrando que a previsão feita pelo DAEE (1982) é subestimada.

5. BALANÇO HÍDRICO E RESERVA SUBTERRÂNEA.

Na figura 3 são mostradas as sub-bacias dos rios Sorocaba, Tatuí e Sarapuí, sendo que o rio Tatuí e o rio Sarapuí deságuam no rio Sorocaba. Os prefixos dos postos fluviométricos utilizados para um balanço hídricos, por sub-bacia, são, respectivamente: 4E-001, 4E-016 e 4E-006.

O modelo utilizado para o cálculo do balanço hídrico é o modelo Mero (DAEE, 1982), desenvolvido pelo Eng. Felix Mero, em 1969, e adaptado às condições nacionais. São dados de entrada do modelo, a precipitação diária e a evaporação potencial média decenal ou mensal. O modelo calcula a vazão diária defluente da bacia e, como resultados parciais, os escoamentos superficial, hipodérmico e básico, fornecendo ainda a evaporação real e a recarga dos aquíferos.

Os resultados apresentados se referem a sub-bacias vizinhas à área estudada, já que nesta não foi possível realizar este tipo de balanço hídrico, pois pertence à bacia do rio Tietê, cuja extensão inviabiliza o emprego do método. Há, ainda, que considerar, que as sub-bacias apresentadas tem grande parte de suas áreas sobre os sedimentos da parte superior do subgrupo Itararé, sendo, portanto, representativas das condições da área estudada, dadas as semelhanças climáticas e geológicas encontradas.

Para cada período de simulação, foram usados os seguintes parâmetros de entrada do modelo:

Tabela 1: Características hidrogeológicas e construtivas dos poços do SAMAE, em Tietê, SP.

No. DO POÇO	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM		ANO DA PERFORAÇÃO	PROFUNDIDADE (m)	COTA DA BOCALHA (m)	TESTE DE VAZÃO				ENTRADA (m3/h)	PERFIL GEOLÓGICO
		E	N				Data	NÍVEL EST.	NÍVEL DINAMIZADO (m3/h)			
01	Bairro Vila Nova	220,5	7446,60	1962	216	530	03.06.62	49,2	91	13,5	12	0 a 5m - solo; 5 a 16,8m - Arenitos (Fa. Tietê); 16,8 a 22,2m - diabasios; 22,2 a 216m - siltitos, diamicritos, arenitos e conglomerados (Fa. Capivari)
02	Junirra	214,85	7443,60	1962	150,4	510	-	37,54	64,04	15,78	12	0 a 158,4m - arenitos finos, siltitos, diamicritos e ritonitos (Subgrupo Itararé)
03	Rua da Bomba	221,95	7443,40	1963	301	475	06.03.63 26.11.82	7 16,86	26,4 67,56	54,6 34,434	35	0 a 301m - arenitos, siltitos, diamicritos e conglomerados (Fa. Tietê e Fa. Capivari)
04	R. Sete de Setembro	221,65	7443,00	1970	283	475	14.07.70	11,4	47,3	72	60	0 a 283m - arenitos, siltitos, diamicritos e ritonitos (Fa. Tietê)
05	R.F. Assis Madeira	221,60	7442,45	1971	282	480	30.08.71	17	46,6	79,2	80	0 a 30 - solo; 3 a 283m - arenitos e siltitos (Fa. Tietê)
06	Bairro São Roque	221,00	7439,15	1973	300,6	540	12.07.73	12,7	118	6	6	0 a 20m - solo; 20 a 26,1m - arenitos (Fa. Tietê); 26,1 a 94,8m - diabasios; 94,8 a 300,6 - sedimentos da Fa. Capivari
07	R. Indalecio Costa	221,60	7442,05	1975	215	480	06.12.75	21	77	25	25	0 a 27m - solo e sedimentos alterados; 27 a 215m - arenitos da Fa. Tietê
08	Rod. Mar. Rondon	221,25	7440,65	1978	220	500	15.05.78	13,03	38,43	29,3	35	0 a 230m - siltitos, ritonitos e arenitos (Fa. Tietê)
09	Est. de Tratamento	222,30	7442,05	1979	271,3	520	19.10.79	57	79	33	80	0 a 271,3m - arenitos (Fa. Tietê)
10	Bairro da CDHAB	223,60	7443,75	1981	216,35	520	20.10.81	61,80	90,28	17,6	38	0 a 216,00m - arenitos, diamicritos e siltitos da Fa. Tietê; 216,00 a 216,35m - diabasios
11	B. Altos do Tietê	223,30	7441,25	1979	150	540	-	29	54	20	12	0 a 150m - arenito (Fa. Tietê)
12	B. Bela Vista	221,75	7444,35	1984	291	515	14.02.85	60,35	91,96	41,68	40	0 a 291m - arenitos (Fa. Tietê)
13	Junirra	213,65	7444,00	1987	194	570	14.07.87	56,95	97,09	8,164	5	0 a 24m - siltitos e arenitos (Fa. Tatui); 24 a 100m - arenitos (Fa. Tietê); 100 a 194m - siltitos, varvitos e diamicritos (Fa. Capivari)
14	Bairro Sete Fogueas	232,75	7443,85	1985	130	530	15.01.86	22,54	37,92	20,8	5	0 a 130m - arenitos (Fa. Tietê)
15	B. Altos do Tietê	223,30	7441,25	1984	300	540	17.09.90	53,27	70,48	22	20	0 a 300m - arenitos (Fa. Tietê)
16	Bairros da CDHAB	223,85	7443,60	1988	300,7	520	20.07.88	65,77	90,90	39,6	40	0 a 7,8m - solo; 7,8 a 102,7m - diamicritos e arenitos da Fa. Tietê; 102,7 a 107m - diabasios; 107 a 300,7m - arenitos e silt. (Fa. Tietê)
17	Nova Tietê	221,80	7442,25	1991	301	500	04.07.91	45,45	60,82	25	-	0 a 301m - arenitos (Fa. Tietê)
18	Con. Hab. Povo Feliz	221,00	7443,00	1992	300	520	24.02.92	47,28	102,37	60	-	Arenitos (Fa. Tietê)
19	V. Ipoanema	220,80	7440,75	1992	301	490	08.04.92	19,17	76,77	19,6	-	0 a 84m - arenitos (Fa. Tietê); 84 a 260m - diabasios; 260 a 301m - arenitos (Fa. Tietê)

- área de drenagem da sub-bacia, que para simplificar, foi considerada igual à área do aquífero principal;
- depleção do aquífero principal, sendo adotado o valor de 130 dias para as sub-bacias dos rios Tatui e Sarapuí, e de 150 dias para o rio Sorocaba;
- depleção do escoamento hipodérmico, sendo adotado o valor de 4 dias para todas as sub-bacias;
- depleção do escoamento superficial, sendo adotado o valor de 1 dia;
- capacidade de campo, sendo de 80mm para as sub-bacias dos rios Sorocaba e Sarapuí, e se 100mm para a sub-bacia do rio Tatui;
- umidade de saturação, de 300mm;
- retardamento subterrâneo, de 15 dias;
- escoamento básico inicial, de 5mm para a sub-bacia do rio Sorocaba, 1,5mm para a sub-bacia do rio Tatui e de 2mm para a sub-bacia do rio Sarapuí.

O relatório de saída do modelo apresentou um resumo mensal/multianual da precipitação, da evapotranspiração, do escoamento total, do escoamento de base e da recarga dos aquíferos. Para visualizar e interpretar melhor os resultados obtidos pelo DAEE (1982), o resumo deste relatório de saída com os totais anuais da precipitação, evapotranspiração, escoamento total e recarga dos aquíferos, foram plotados em gráficos do tipo barras (FIGURAS 4, 5).

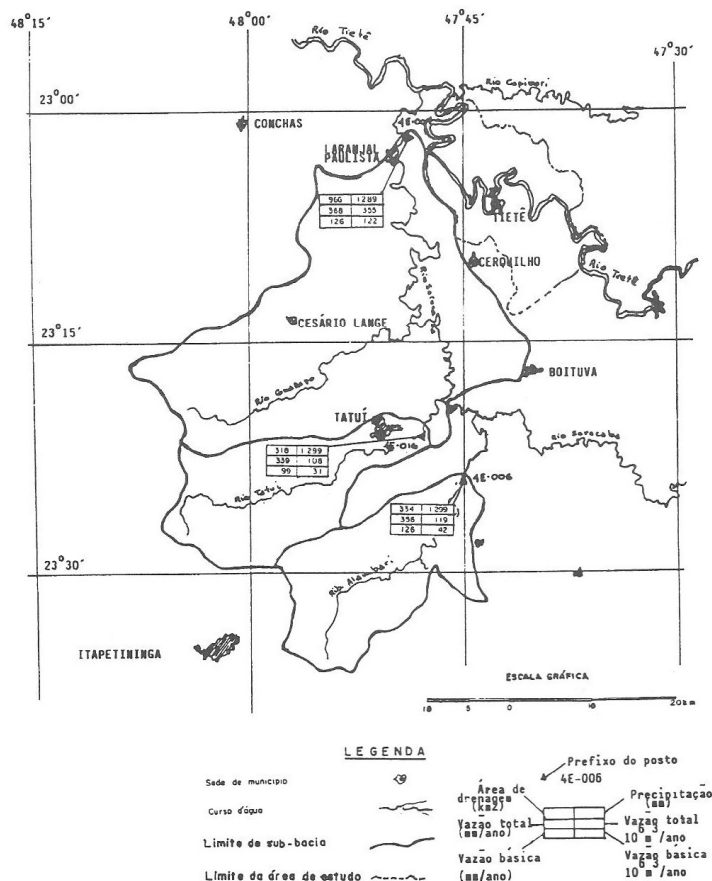


FIGURA 3. Balanço hídrico por sub-bacias (DAEE, 1982).

Verifica-se, nestes gráficos, que se adotarmos o valor de 100mm por ano, para a recarga ou 0,1 m³ de água por metro quadrado da superfície do terreno, teremos um valor bem próximo do que ocorre anualmente, em média, nas áreas de afloramento do Subgrupo Itararé, na região do Médio Rio Tietê.

O potencial renovável de água subterrânea de uma bacia, em condições naturais, é definido como sendo a recarga média multianual. Não havendo perdas significativas de água subterrânea para fora da bacia, corresponde ao escoamento básico médio multianual (DAEE, 1982). Isto significa que o potencial renovável é todo o volume que circula pela zona saturada do solo e que, se não for retirado

por poços, será drenado pela rede hidrográfica local. Assim, supostamente, a reserva renovável de água subterrânea, na região do médio rio Tietê, no Município de Tietê, corresponde à, aproximadamente, 100mm/ano.

6. CONCLUSÕES.

Do total da população urbana do Município de Tietê, cerca de 90% são abastecidos por 16 poços tubulares profundos, todos pertencentes ao SAMAE, e localizados dentro do perímetro urbano. Além destes poços, existem mais dois que abastecem o Distrito de Jumirim e um, que abastece o Bairro Sete Fogões, localizado na zona rural.

Embora seja difícil o cálculo exato do total de água infiltrada no terreno e que vai recarregar os aquíferos da região, face ao grande número de variáveis envolvidas no ciclo hidrológico, o balanço hídrico por sub-bacia permite inferir um valor estimativo de 100mm/ano por m² de área, em média. Este total corresponde a 8,3% da média anual de precipitação (1.205mm), obtida em uma série histórica de 35 anos (1947 - 1982), na Estação Experimental do Instituto Agrônômico, em Tietê.

Utilizando o valor estimativo de 100mm/ano e considerando que a área abrangida pelo médio Rio Tietê é de 250 Km², teremos um volume de 25.000.000 m³/ano de recarga ou reserva renovável.

Para a demanda prevista para o ano 2.000, de 250 l/dia por habitante e para uma população prevista de 25.100 pessoas, serão necessários 2.290.375 m³ de água por ano, para atender ao consumo, ou seja; 9,16% das reservas renováveis anualmente. Verificamos, assim, que as reservas renováveis de água subterrânea do Médio Rio Tietê, no Município de Tietê, são bastante suficientes para atender à demanda do ano 2.000, possibilitando ainda uma expansão razoável na demanda, desde que as condições de cobertura atuais, que mantém a recarga, sejam preservadas.

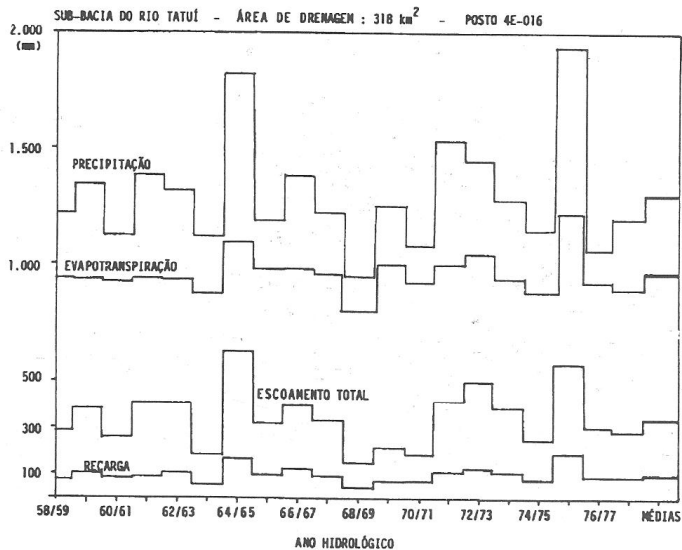
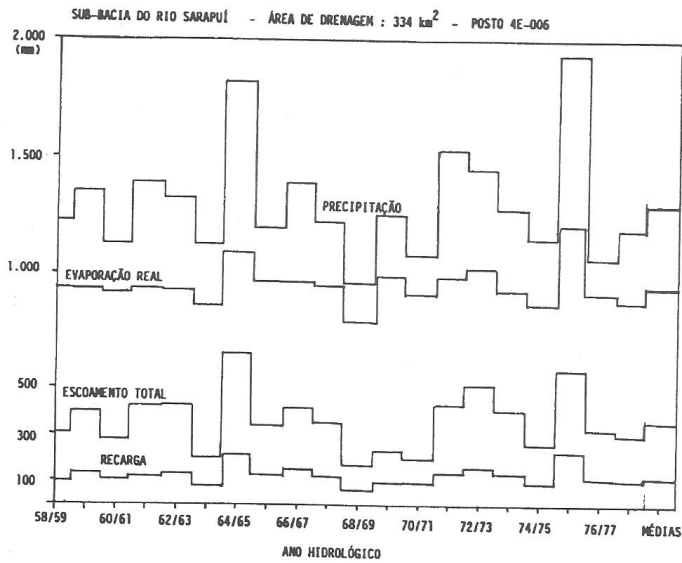


FIGURA 4. Gráficos das componentes do balanço hídrico das sub-bacias dos rios SarapuÍ e TatuÍ.

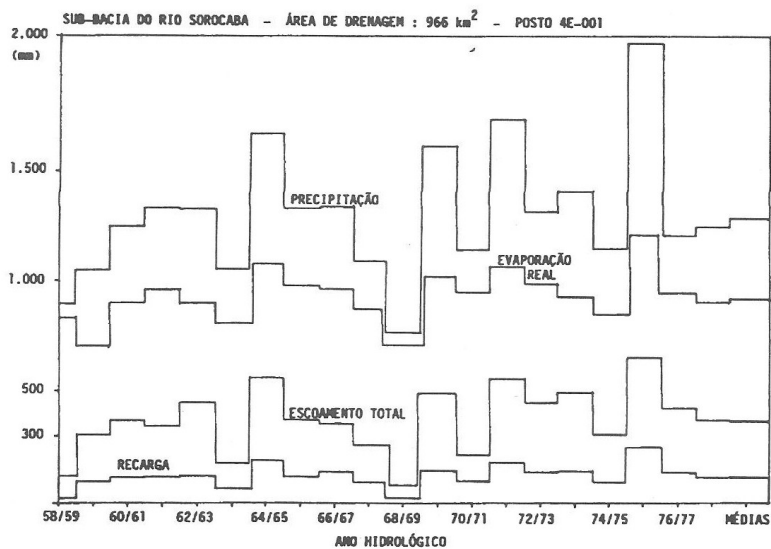
7. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Geológico e ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Tietê pelo apoio prestado na pesquisa hidrogeológica realizada naquele Município.

A geóloga Mara Akie Iritani pela leitura e discussão dos tópicos deste trabalho e à secretária Sandra Moni pelo auxílio prestado na digitação do texto.

8. BIBLIOGRAFIA.

- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1982. Estudo de águas subterrâneas. Região Administrativa 4 - Sorocaba. São Paulo, DAEE, v.1: texto, 256.; v.2: mapas.
- DINIZ, H.N. 1990. Estudo hidrogeológico do Subgrupo Itararé no Médio Rio Tietê, Município de Tietê, SP. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências da USP, 118 p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 1984. Diagnóstico da área de proteção ambiental Tietê. Projeto DAEE - 454.924. São Paulo, CETESB.
- FULFARO, V. J. 1989. Litoestratigrafia da passagem glacial/pós-glacial no Estado de São Paulo. In: SIMP. GEOL. SUDESTE., 1. Rio de Janeiro, 1989, Atas... Rio de Janeiro, SBG, p.210-211.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 1970a. Folha topográfica de Ibituruna. Escala 1:50.000. Rio de Janeiro, Min. Plan. Coord. Geral.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍS-



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP). 1986. Estudo hidrogeológico do Grupo Tubarão na Bacia Hidrográfica do Rio Capivari. Exatas/UNESP, Instituto Geológico/SAA, 49p. (Processo FAPESP n. 83/1753-5).

FIGURA 5. Gráfico das componentes do balanço hídrico da sub-bacia do rio Sorocaba.

TICA (IBGE). 1970B. Folha topográfica de Capivari. Escala 1:50.000. Rio de Janeiro, Min. Plan. Coord. Geral.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 1970C. Folha topográfica de Laranjal Paulista. Escala 1:50.000. Rio de Janeiro, Min. Plan. Coord. Geral.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 1970D. Folha topográfica de Porto Feliz. Escala 1:50.000. Rio de Janeiro, Min. Plan. Coord. Geral.

ROCHA-CAMPOS, A. C. 1967. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PINTO, I. D.; ed. Problems in Brazilian Gondwana Geology, Curitiba, p. 27-109.

SAAD, A. R. 1977. Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências da USP, 107p.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; SINELLI, O.; WERNICK, E.; WU, F. T.; FIORI, A. P. 1977. Associações litológicas do Subgrupo Itararé e sua interpretação ambiental. Rev. Brasil. Geoc., 7(2): 131-149, jun.