

**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Pós-Graduação em Geociências**

**Área de Administração e Política de Recursos Minerais**

**AUTOR: FRANCISCO DE ASSIS RODRIGUES**

**A INSERÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO: Um estudo de caso na Avenida Paulista São Paulo**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências na Área de Administração e Política de Recursos Minerais.

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

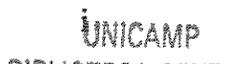
**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sueli Yoshinaga Pereira**

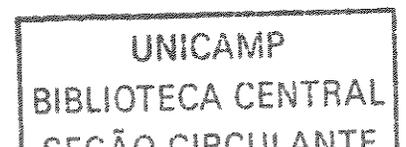
Este exemplar corresponde  
redação final da tese defendida  
por Francisco de Assis Rodrigues  
e aprovada pela Comissão Julgadora  
em 19/09/2002

  
ORIENTADOR

**CAMPINAS, SÃO PAULO**

**Setembro, 2002**





UNIDADE BC  
Nº CHAMADA UNICAMP  
R618i  
V \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_  
TOMBO BCI 51450  
PROC 16.837/02  
C \_\_\_\_\_ DX \_\_\_\_\_  
PREÇO R\$ 11,00  
DATA 12/11/02  
Nº CPD \_\_\_\_\_

CM00176444-4

BIB ID 266929

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA  
PELA BIBLIOTECA DO IG – UNICAMP

R618i Rodrigues, Francisco de Assis  
A inserção das águas subterrâneas no sistema de abastecimento: um estudo de caso na Avenida Paulista São Paulo / Francisco de Assis Rodrigues.- Campinas, SP.: [s.n.], 2002.

**Orientadora: Sueli Yoshinaga Pereira**

Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Águas subterrâneas – São Paulo (Cidade) 2. Hidrologia – São Paulo (Cidade). I. Pereira, Sueli Yoshinaga. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Área de Administração e Política de Recursos Minerais

AUTOR: FRANCISCO DE ASSIS RODRIGUES

ORIENTADORA: Profª. Drª. SUELI YOSHINGA PEREIRA

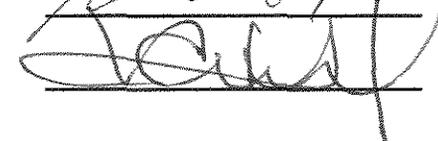
Aprovada em: 19/09/2002

EXAMINADORES:

Profª. Drª. Sueli Yoshinaga Pereira

Prof. Dr. Marcos Bernardino de Carvalho

Prof. Dr. Hildebrando Herrmann

 - Presidente  
  


Campinas, 19 de setembro de 2002

2054314

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que, com grande maestria, desbravam as terras áridas do Nordeste brasileiro, na corrida contínua pela sobrevivência.

Especialmente aos meus parentes sertanejos pela luta e pela esperança de construir um mundo melhor.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais, Cícero Gabriel da Silva e Antonia Rodrigues da Silva por me trazerem ao mundo e especialmente à minha mãe, por ter sido a minha primeira grande professora.

Em seguida, aos meus 3 irmãos e 5 irmãs com os quais vivi alguns momentos difíceis, mas também tive muitas alegrias, apesar de muito distante do convívio familiar, desde os 12 anos.

Aos professores alunos e funcionários do extinto Departamento de Administração e Política de Recursos Minerais, na pessoa da Prof<sup>a</sup>. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira, minha orientadora, com quem tive a oportunidade de conviver mais de perto nos últimos 3 anos.

À Secretaria Acadêmica, na pessoa de Valdirene Pinoti, que esteve sempre pronta para ouvir minhas queixas e atender as solicitações possíveis.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro (bolsa).

À Psicóloga Maria Clotilde Magaldi, pela revisão do trabalho, pelo carinho, pelo apoio e pela paciência que teve comigo nos anos que trabalhamos juntos na Divisão de Creches da COSEAS – USP.

À Prof<sup>a</sup> Iara Mattos, pelo carinho e incentivos e, na sua pessoa a todos os meus colegas de trabalho da COSEAS.

À Pedagoga Rose Mara Gozzi, pelo ombro, as críticas, o respeito, o carinho, a solidariedade, as alegrias, as discussões, as sugestões, a paciência, enfim por tudo que vivemos juntos, do momento que comecei o mestrado até o fim da pesquisa.

Ao Dr. Gilberto Ramos Alves e Assessoria - *EMPLASA*, pela cessão de um arquivo digital com as referências cartográficas da área de estudo, ao Dr. Marcelo Salles Holanda Freitas, ao Eng<sup>o</sup> Mario Schimit, ao Eng<sup>o</sup> Luis Gonzaga e à senhorita Claudia Cinésio - *SABESP* pelo cadastro comercial dos usuários de água, ao Eng<sup>o</sup>. Alberto Pinto Horta Neto e ao Geólogo Hugo Cássio Rocha – *METRÔ*, pela cessão das cartas geotécnicas das estações da linha verde, à Dr<sup>a</sup>. Leila de Carvalho Gomes, ao Sr. Elcio Linhares Silveira, e às senhoras Edna de Oliveira Lopes Barbosa e Elisabeth de Oliveira do *DAEE*, pelo cadastro de poços semi-artesianos, à Dr<sup>a</sup> Mara Akie Iritani e ao Geólogo Geraldo Hideo Oda - *INSTITUTO GEOLÓGICO*, pelo empréstimo dos

equipamentos eletrônicos cedidos para determinação de parâmetros em campo e à UNICAMP pela ajuda financeira concedida para os trabalhos de campo.

Aos usuários e responsáveis pelos poços semi-artesianos visitados no entorno da Avenida Paulista, começando por: Prof. *Renam de Abreu* e *Francisco de Assis Oliveira* - Colégio Dante Alighieri, *André Moreira da Silva Filho* - Hospital 9 de Julho, *João Vieira* - Shopping Center Paulista, *Amado Pereira de Souza* – Hospital Santa Catarina, *Rubens F. Polônio* - Capital Center Hotéis, *Marcos Portioli* – Hotel Renaisense, *Renato M Kaida* - Hospital Sírio Libanês - *Wilson Bergami* - Sheraton Mofarrej Hotel, *Rodinei L. Paula Santos* - Hotel Porto Sol, *Gleison Lima Bastos* – Edifício Eluma, *João Batista* – Condomínio Mansão Duque, *Du Stherfer* - Hospital Santa Joana, *Vilmondes Borges* - Edifício Saint Paul, *Dirceu Scheffer* – IBM do Brasil, *Manuel Vicente* – Edifício Maple, *Armando Fernandes* – Hotel Intercontinental, *Jose da Silva* - Edifício Tatiana, *Jose Manuel* – Edifício Itaguaí, *Vani T. Jeske* - Cardim Plaza Hotel, *Irineu Satoshi Nakamura* – Hospital Beneficência Portuguesa, *Gilberto Meira da Silva* - Hospital do Câncer, *Vivaldo Cabral de Souza* – Condomínio Varam, *Paulo Angeline* – Grupo ULTRA, *Marcos Andrade* – UNIBANCO, *Oswaldo P. Schulz* – Nikkey Palace Hotel e *Luís Carlos França* – Condomínio Ilhas Gregas, por terem me recebido quando das visitas aos poços monitorados. Gostaria de agradecer também à geóloga e grande amiga, *Cássia Yoko Gomi*, pelas sugestões, as críticas e as discussões que antecederam em alguns dias a apresentação dessa dissertação. Aos professores *Marcos Bernardino de Carvalho* e *Job de Jesus Batista*, pelas sugestões e críticas apresentadas durante o exame de qualificação, ao amigo *Gabriel Lima*, Engenheiro de Minas, pela ajuda, na tradução do resumo e por fim aos examinadores da minha dissertação.

## LISTAGEM DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas  
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos  
CBH\_AT – Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê  
CEPAS – Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas  
CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental  
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
CORH – Conselho de Recursos Hídricos  
DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica  
DGRN – Departamento de Geologia e Recursos Naturais  
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral  
ETA – Estação de Tratamento de Águas  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PDC – Programa de Duração Continuada  
PMA – Programa Metropolitano de Água  
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo  
SABESP – Companhia Estadual de Abastecimento e Saneamento Básico  
SEMA – Secretária Estadual de Meio Ambiente  
SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
UGRH – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas  
USP – Universidade de São Paulo

## **SUMÁRIO**

Dedicatória	v
Agradecimentos	vii
Lista de Siglas	ix
Sumário	xi
Lista de Figuras	xii
Lista de Gráficos	xiii
Lista de Tabelas	xiii
Documentação Fotográfica	xiv
Resumo	xv
Abstract	xvii
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
<b>3 JUSTIFICATIVAS</b>	<b>9</b>
<b>4 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>11</b>
4.1 Região Metropolitana de São Paulo	11
4.2 Município de São Paulo	11
<b>5 METODOLOGIA</b>	<b>17</b>
5.1 Cronograma do trabalho	19
5.2 Dados bibliográficos	19
5.3 Trabalho de campo	20
5.4 Tratamento e análise dos dados	21
<b>6 RECURSOS HÍDRICOS E PROBLEMAS ASSOCIADOS</b>	<b>23</b>
6.1 mais prioridades de investimentos públicos	27
6.2 Disponibilidade de água na RMSP	33
6.3 Oferta e demanda por recursos hídricos superficiais	36

6.4 Oferta de recursos hídricos subterrâneos	43
<b>7 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS, SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>53</b>
7.1 A companhia do metrô e o monitoramento do NA no entorno da Paulista	53
7.2 Níveis estático e dinâmico (NE/ND) na região da Avenida Paulista	65
7.3 Água subterrânea e obras de captação	77
7.4 Qualidade das águas subterrâneas	83
7.5 Alguns parâmetros hidrogeológicos	93
<b>8 INSERÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO</b>	<b>101</b>
8.1 Volumes de água explorados	101
8.2 Potencial de produção dos poços ativos	101
<b>9 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS</b>	<b>121</b>
9.1 Gestão e gerenciamento	121
9.2 Visão histórica sobre o aproveitamento da água	125
9.3 A realidade da Região Metropolitana de São Paulo	128
9.4 A gestão no estado e na Região Metropolitana de São Paulo	129
9.5 Gerenciamento: 10 anos de experiências	130
9.6 O comitê da bacia hidrográfica do Alto Tietê	137
<b>10 CONCLUSÕES</b>	<b>143</b>
<b>11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>147</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	
Figura 4.2.1 Localização do Estado de São Paulo no Brasil	13
Figura 4.2.2 Localização da área de estudo no Município de São Paulo	15
Figura 6.4.1 Perfil da seção geológica SP-341	45
Figura 6.4.2 Perfil da seção geológica P-301	47
Figura 6.4.3 Perfil da seção geológica P-316	49
Figura 7.2.1 Mapa de distribuição de poços na Paulista e seu entorno	69
Figura 9.5.1 Estrutura do sistema de gerenciamento de recursos hídricos	135

### **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 7.1.1 Nível da Água na Avenida Paulista em 1973	55
Gráfico 7.1.2 Nível da Água na Avenida Paulista em 1979	57
Gráfico 7.1.3 Nível da Água na Avenida Paulista em 1988/89	59
Gráfico 7.1.4 Integração dos gráficos 7.1.1 a 7.1.3	63
Gráfico 7.2.5 Comportamento do NA em Poços de Produção 1985/2001	75
Gráfico 7.5.6 Interpretação de teste de bombeamento do P-316	99

### **LISTA DE TABELAS**

Tabela 6.1 Obras da SABESP concluídas em 1997	25
Tabela 6.3.2 Oferta e demanda de água por sub-bacias na RMSP	37
Tabela 6.3.3 Precipitações Médias da Série Histórica (1978/00)	41
Tabela 7.1.1 Nível da Água na Avenida Paulista em 1973	55
Tabela 7.1.2 Nível da Água na Avenida Paulista em 1979	57
Tabela 7.1.3 Nível da Água na Avenida Paulista em 1988/1989	59
Tabela 7.2.4 Nível da Água na Avenida Paulista em 1985/2001	71
Tabela 7.4.5 Parâmetros de Qualidade da Água na Avenida Paulista	89
Tabela 7.5.6 Alguns Parâmetros Hidrogeológicos na Avenida Paulista	95
Tabela 7.5.7 Teste de Bombeamento/Rebaixamento P-316	97
Tabela 8.2.1 Tarifas SABESP praticadas na RMSP para Água e Esgotos	103
Tabela 8.2.2 Consumo Médio Mensal de Águas Subterrâneas	105
Tabela 8.2.3 Consumo Médio Mensal de Águas da Rede Pública	109
Tabela 8.2.4 Percentual da Água Subterrânea no Consumo Total	113
Tabela 8.2.5 Custo Mensal das Águas Subterrâneas	115
Tabela 9.2.1 Visão Histórica Sobre Aproveitamento da Água	125

## **DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA**

Foto 6.1.1 – Rio Pinheiros ao lado da ponte cidade Universitária	29
Foto 6.1.2 – Rio Pinheiros ao lado da ponte cidade Jardim	29
Foto 6.1.3 – Rio Tietê ao lado do Playcenter	31
Foto 6.1.4 – Rio Tamanduateí ao lado da Avenida Cruzeiro do Sul	31
Foto 7.2.1 - Compressor de Ar	67
Foto 7.3.2 – Poço Tubular com 205 metros	79
Foto 7.3.3 – Poço Tubular com 170 metros	79
Foto 7.3.4 – Poço Tubular com 177 metros	81
Foto 7.3.5 – Poço Tubular com 170 metros	81
Foto 7.4.6 – Poço Tubular com 134 metros	85
Foto 7.4.7 – Poço Tubular com 218 metros	85

## **ANEXOS**



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Pós-Graduação em Geociências**

Área de Administração e Política de Recursos Minerais

**A INSERÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO:**

**Um estudo de caso na Avenida Paulista São Paulo**

**RESUMO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Francisco de Assis Rodrigues

O ponto de partida do presente trabalho foi a caracterização das águas subterrâneas para o abastecimento em uma área central do município de São Paulo, cuja área, além de possuir as cotas topográficas mais elevadas da cidade, assenta à Avenida Paulista, o principal centro financeiro do País. Na perspectiva de caracterização dos recursos hídricos subterrâneos, local e regionalmente, discutiu-se as condições que vêm fazendo com que esta fonte de recursos deixe de ser vista como estratégica para ser a fonte principal de abastecimento de um grande número de usuários. Para atingir tais objetivos adotou-se os seguintes procedimentos: primeiro foi realizado um levantamento de dados relacionados à exploração de águas subterrâneas, junto aos órgãos com demandas no setor, tais como a SABESP, o DAEE e os próprios usuários; segundo foi consultada a bibliografia específica disponível sobre o assunto na RMSP, tais como teses, dissertações, relatórios técnicos, artigos de revistas, plano de recursos hídricos da BAT e trabalhos de simpósios e congressos; terceiro, feito esse levantamento, foi elaborado um cronograma de trabalho que incluiu visitas aos poços cadastrados na área de estudo, onde se realizaram testes de medida de nível e de potencial de hidrogênio-pH da água. Satisfeitas estas condições, observou-se que a água subterrânea já está inserida no sistema de abastecimento, pois na área de estudo, seu uso corresponde, em média, ao atendimento de 57% das necessidades dos usuários. Por outro lado, observou-se também que a sua importância vem crescendo a cada dia em face de, pelo menos, quatro fatores, tais como os mostrados a seguir: degradação dos mananciais de superfície; custos elevados dos serviços de abastecimento e esgotamento sanitário; déficit de qualidade da água na RMSP e limitações do concessionário dos serviços para ampliar os sistemas produtores, posto que essa condição além de implicar em altos investimentos, ainda se depara com a dificuldade de encontrar um manancial que possa exportar água sem prejudicar o abastecimento da Bacia Hidrográfica onde está inserido. Por fim, este trabalho demonstrou que a água subterrânea na área estudada é, em geral, de boa qualidade, a estrutura dos poços de produção varia de usuário para usuário, as normas de utilização do recurso são cumpridas apenas parcialmente, a importância do recurso é crescente e por essa razão os órgãos competentes não podem prescindir de sua inserção, no sistema de gerenciamento de recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Águas subterrâneas, gerenciamento, abastecimento, degradação.



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Pós-Graduação em Geociências**

**Área de Administração e Política de Recursos Minerais**

**A INSERÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO:  
Um estudo de caso na Avenida Paulista São Paulo**

**ABSTRACT**

**MASTER DISSERTATION**

Francisco de Assis Rodrigues

The main motivation for this research is the characterization of groundwater resources to supply the Municipality of São Paulo. Part of the city is located at high altitude, including Paulista Avenue, the financial center of Brazil. Under the local and regional perspective of groundwater resources characterization, the research gives insights that these resources should be no longer considered as strategic source of water supply, but of fundamental importance for a large number of users. In order to achieve these goals, we have adopted procedures as: - a huge research of data related to exploration of groundwater from main database as SABESP, DAEE and even water users; - survey of literature records about the topic in the RMSP (metropolitan area of São Paulo city), including theses, dissertations, scientific papers; - visit and monitoring of selected water producing wells in terms of groundwater level and pH. It was found that the groundwater resources corresponds to 57% of user's need. In addition, it was verified that strategic importance of the groundwater consumption has increased because: - pollution of surface water; - high cost due to supply and sanitation services; - deficit of drinking water in the RMSP and limitations of the water supplier company in providing additional volumes because of restrictions in a) investment and b) availability of water without harming the natural capability of supply of the natural hydrographic basin. Finally, this work has demonstrated that: a) the groundwater is, on average, of good quality; b) well's the quality of well constructions changes from users; c) the legislation about the use of water has been only in part fulfilled; - since water supply is of paramount importance, the Authorities must consider its insertion in the management of water resources.

Key words: groundwater, managements, water supply, pollution

## 1 INTRODUÇÃO

O **espigão central** da cidade de São Paulo, onde está assentada a Avenida Paulista, constitui um excelente testemunho da importância dos sistemas aquíferos existentes na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. Nos 10 km<sup>2</sup> mapeados pela Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo - EMPLASA, folha topográfica nº 3314, que constitui a área de estudo do presente trabalho, foram cadastrados na década de 90 cerca de 63 poços tubulares profundos, cuja água subterrânea explorada por eles, tanto provém do Sistema Aquífero Cristalino – SAC como do Sistema Aquífero Sedimentar – SAS.

A área de estudo está inserida no Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - CBH\_AT que abrange 34 municípios na RMSP. Nessa região os sistemas produtores de água, que atendem as demandas industriais e populacionais, já atingiram seus limites e, por isso, qualquer problema ou mudança introduzida na rede pública de abastecimento de água, corresponderá também a mudanças em alguns bairros dos municípios atendidos por ela. Isso inevitavelmente acontecerá, porque os sistemas produtores são interligados.

Estimativas atuais revelam que a demanda por água na RMSP é da ordem de 73m<sup>3</sup>/s e o sistema produtor atingiu sua capacidade em 1999, produzindo 63m<sup>3</sup>/s de água (FUSP, 2000). Logo se observa que, a partir deste ano, passou-se a conviver com um déficit da ordem de 10m<sup>3</sup>/s. É por essa razão que o suprimento de água para atividades industriais e domésticas, seja na RMSP como um todo, seja num bairro onde as atividades humanas são mais intensas, vem sendo buscado em fontes alternativas, uma vez que a rede pública não está podendo garantir a oferta de água com regularidade.

A exploração de água subterrânea é a alternativa mais promissora do momento para atender as carências existentes na região, pois é através da perfuração de poços tubulares profundos, ou de cacimbas, que parte dos 17,85 milhões de paulistanos da RMSP (IBGE, 2000) estão suprindo suas necessidades. Partindo dos dados levantados por esta pesquisa, deduz-se que a exploração de águas subterrâneas nesta região está deixando de ser apenas um complemento, para se tornar fonte principal de

abastecimento em vários empreendimentos de grande porte, como por exemplo: os hospitais, condomínios de alto padrão e especialmente os hotéis e motéis da grande São Paulo.

O desenvolvimento econômico e o crescimento demográfico acelerado da região metropolitana e da cidade de São Paulo, não passaram pelo crivo de um planejamento adequado. E essa falta de planejamento sobre as formas de aproveitamento do solo urbano, ampliaram consideravelmente os problemas inerentes às grandes concentrações populacionais. Neste cenário de grande metrópole, vem se observando a proliferação de problemas de saúde pública, cuja origem é atribuída à falta de saneamento básico e de água tratada. Obviamente, a população atingida mais diretamente é aquela estabelecida na periferia dos municípios da região metropolitana.

Os problemas que podem atingir uma área como a Avenida Paulista são diferentes daqueles que atingem áreas menos nobre da cidade. Contudo, a alusão feita anteriormente à falta de planejamento, também pode ser observada nessa região. A impermeabilização de praticamente toda superfície da área em questão, certamente já está impactando negativamente o regime de recarga dos aquíferos subterrâneos e, na medida em que a água subterrânea vai se tornando fonte principal de suprimento, pelo menos para os empreendimentos listados no parágrafo anterior, pode-se esperar a emergência de problemas relativos ao rebaixamento do nível do lençol freático, bem como à diminuição da quantidade de água subterrânea disponível.

De acordo com estimativas da FUSP (2000), cada poço em operação produz em média  $10\text{m}^3/\text{h}$  (de água) na RMSP. Considerando que existem 12 mil poços em operação, com produção média de  $10\text{m}^3/\text{h}$ , chega-se a um volume de aproximadamente 52% do total da água produzida pelo sistema de abastecimento. Já no entorno da Avenida Paulista, os números levantados para esta pesquisa, revelaram que o volume de água subterrânea explorada atende a 57% das necessidades dos usuários cadastrados. Concretamente, este dado é um bom indicador de que a paralisação da exploração dos aquíferos elevará o déficit atual de água para aproximadamente 40% na RMSP. Por outro lado, se a intensificação da exploração de água subterrânea prevalecer, tal como acontece hoje, sem controle, poderá provocar

rebaixamento nos aquíferos e, conseqüentemente, colocar em risco o abastecimento da população.

Diante deste quadro, entende-se que o implemento na oferta de água potável para atender as crescentes demandas populacionais e industriais, coloca-se no início do século XXI, como o principal desafio para o concessionário do serviço de água e esgoto na região. Por essa razão, o detentor da concessão ainda administrado pelo poder público Estadual, não poderá prescindir do planejamento de suas ações, que deverão se refletir tanto no implemento à produção de água, como no combate ao desperdício, admitido como sendo atualmente da ordem 31% do volume produzido.

Esse é o desafio colocado para a Companhia Estadual de Abastecimento e Saneamento Básico – SABESP, que atende a quase todos os municípios integrantes da metrópole, e que adotou como solução para suprimento a tais demandas a captação de águas superficiais.

Para atingir seus objetivos (oferecer água de boa qualidade à população) a SABESP vem investindo fortunas na construção de grandes obras de engenharia na RMSP, cuja meta é aumentar a produção de água, através da captação, da adução, do tratamento e da distribuição. Infelizmente, essas captações vêm sendo feitas em Bacias Hidrográficas cada vez mais distantes dos municípios que integram a RMSP, e esse deve ser um dos fatores responsáveis, tanto pelo aumento dos custos dos serviços, como pelos planos de racionamento forçado em épocas de estiagem prolongada, momento em que o consumo de água aumenta e os reservatórios diminuem substancialmente seus níveis.

Embora esforços venham sendo feitos na perspectiva de atender adequadamente as necessidades da população, assim como das indústrias aí instaladas, observa-se que a falta d'água atinge milhões de pessoas a cada ano, obrigando a SABESP, a instituir programas de uso racional de água, como por exemplo, o rodízio, que consiste na distribuição de água em dias alternados, nos municípios metropolitanos atendidos por ela.

Nesta dissertação, trabalhou-se com a hipótese de que a falta d'água potável está atingindo mais diretamente a população pobre da região, uma vez que o segmento social com maior poder aquisitivo já encontrou soluções para o problema. Levantamentos (mesmo parciais) de órgãos como o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e os trabalhos acadêmicos já realizados na metrópole paulistana, demonstraram que o segmento com maior poder aquisitivo usa a água subterrânea como forma de contornar o racionamento, embora a perfuração de poços rasos para explorar os aquíferos venha sendo praticada no município de São Paulo, desde o início do século passado, segundo a SABESP (2000).

Os poços são perfurados, hoje, por razões distintas daquelas que marcaram o início do século passado. Inúmeros autores, entre eles o Prof<sup>o</sup> Aldo Rebouças da Universidade de São Paulo, afirmam que as razões principais para um condomínio, um hotel, um posto de gasolina, ou a indústria investir na exploração de água subterrânea, são explicadas pelo fato dela ser de boa qualidade e regra geral dispensar tratamento; ter custo menor que o da água fornecida pela rede pública; ser acessível em pontos não atendidos pela rede de distribuição e, principalmente, para complementar o déficit no fornecimento, como o provocado pelos períodos de estiagens. Apesar de tão importante, para a região em apreço, os conhecimentos atuais sobre as condições de ocorrência das águas subterrâneas e a capacidade produtiva dos aquíferos ainda estão muito fragmentados.

Face ao exposto, o presente trabalho está ressaltando a importância da realização de estudos hidrogeológicos mais detalhados. Isso é necessário, na medida em que existem dois sistemas aquíferos na RMSP. Denominados de Sistema Aquífero Cristalino - SAC e de Sistema Aquífero Sedimentar – SAS cobrem em proporções diferentes toda a região metropolitana. O primeiro ocupa dois terços da área em questão e o segundo o terço restante e, embora o SAC seja três vezes maior que o SAS em termos de área, a produção de água subterrânea é melhor neste último.

Com relação à disponibilidade de água no contexto metropolitano, o presente trabalho relaciona a diminuição da oferta das águas superficiais com a degradação da qualidade e o aumento da demanda, o que vem promovendo um uso maior das

reservas de águas subterrâneas e, certamente, essa será uma das razões que poderá indicar as condições e o grau de inserção da água subterrânea nos planos de gerenciamento ou ao menos, no sistema de abastecimento da região.

Considerando os debates atuais relacionados aos instrumentos de gestão, esse trabalho procura, também, analisar o quadro institucional constituído, especialmente para promover a gestão dos recursos hídricos. Nesse sentido, são comentados alguns aspectos de diplomas legais, como as leis estaduais 6.134/88 e 7663/91 e, mesmo que parcialmente, também serão comentadas as leis federais e as normas regulamentares.

## 2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal caracterizar a importância da água subterrânea no contexto do abastecimento da RMSP. Com base nos dados fornecidos pelo DAEE, pela SABESP, pela Companhia do Metropolitano de São Paulo – METRÔ, pelo CBH\_AT, pelas empresas de perfuração de poços tubulares profundos e diretamente pelos usuários do recurso, o estudo pretende apresentar o grau de inserção da água subterrânea no sistema de abastecimento bem como estimar sua importância para o atendimento das demandas atuais.

Como objetivos específicos, tem-se como perspectiva determinar qual das fontes de abastecimento é predominante na área do estudo de caso e como elas estão inseridas no sistema de gerenciamento. Isso será demonstrado a partir da elaboração de planilhas com os custos da água fornecida pela rede pública de abastecimento e da água explorada diretamente dos aquíferos. Por fim, será elaborado um mapa de distribuição dos poços conhecidos e, cadastrados.

### 3 JUSTIFICATIVAS

A área escolhida para o estudo de caso foi o **espigão central** da cidade de São Paulo, cujo principal ponto de referência é a Avenida Paulista. O motivo da escolha desta área e não de outra, deveu-se em primeiro lugar, ao fato de existirem poucas referências de estudos com águas subterrâneas nessa região da cidade. Em segundo lugar, porque a Avenida Paulista e as ruas e alamedas do seu entorno estão assentadas sobre um divisor de águas tanto superficiais quanto subterrâneas. Em terceiro lugar, porque se trata da área de topografia mais acentuada da cidade com cotas acima de 800m, o que, em tese, funcionaria como área de recarga dos sistemas aquíferos bastante explorados no local e em toda área circundante. Em quarto, porque existe uma quantidade significativa de poços tubulares profundos, produzindo água subterrânea para atender as demandas dos usuários aí estabelecidos.

Ademais, a Avenida Paulista e seu entorno concentra o maior complexo financeiro do País, por essa razão é interessante investigar como seus ocupantes se relacionam com um recurso ambiental de importância crescente, como é o caso da água subterrânea.

Para visualizar a configuração atual da amostra de poços monitorada, foi elaborado um mapa de distribuição dos poços, cujo objetivo é facilitar a visualização rápida dos pontos de exploração de águas subterrâneas na área em apreço. Esse mapa compilou os dados cadastrais do DAEE e do levantamento de campo e foram plotados na folha topográfica nº 3314 da base cartográfica da RMSP, elaborada pela Empresa Metropolitana de Planejamento - EMPLASA.

Quanto ao título do trabalho, embora passível de crítica porque sugere uma abrangência maior que os limites físicos da área de estudo, optou-se por mantê-lo assim mesmo, visto que a observação do volume mensal consumido por inúmeros usuários com o porte do Hospital Beneficência Portuguesa (46 mil m<sup>3</sup>/mês) são capazes de impactar qualquer sistema de abastecimento, mesmo que esse sistema tenha dimensões gigantescas como é o caso do sistema de abastecimento da RMSP. Com a observação dessa realidade espera-se que a manutenção desse título esteja justificada.

## 4 LOCALIZAÇÃO

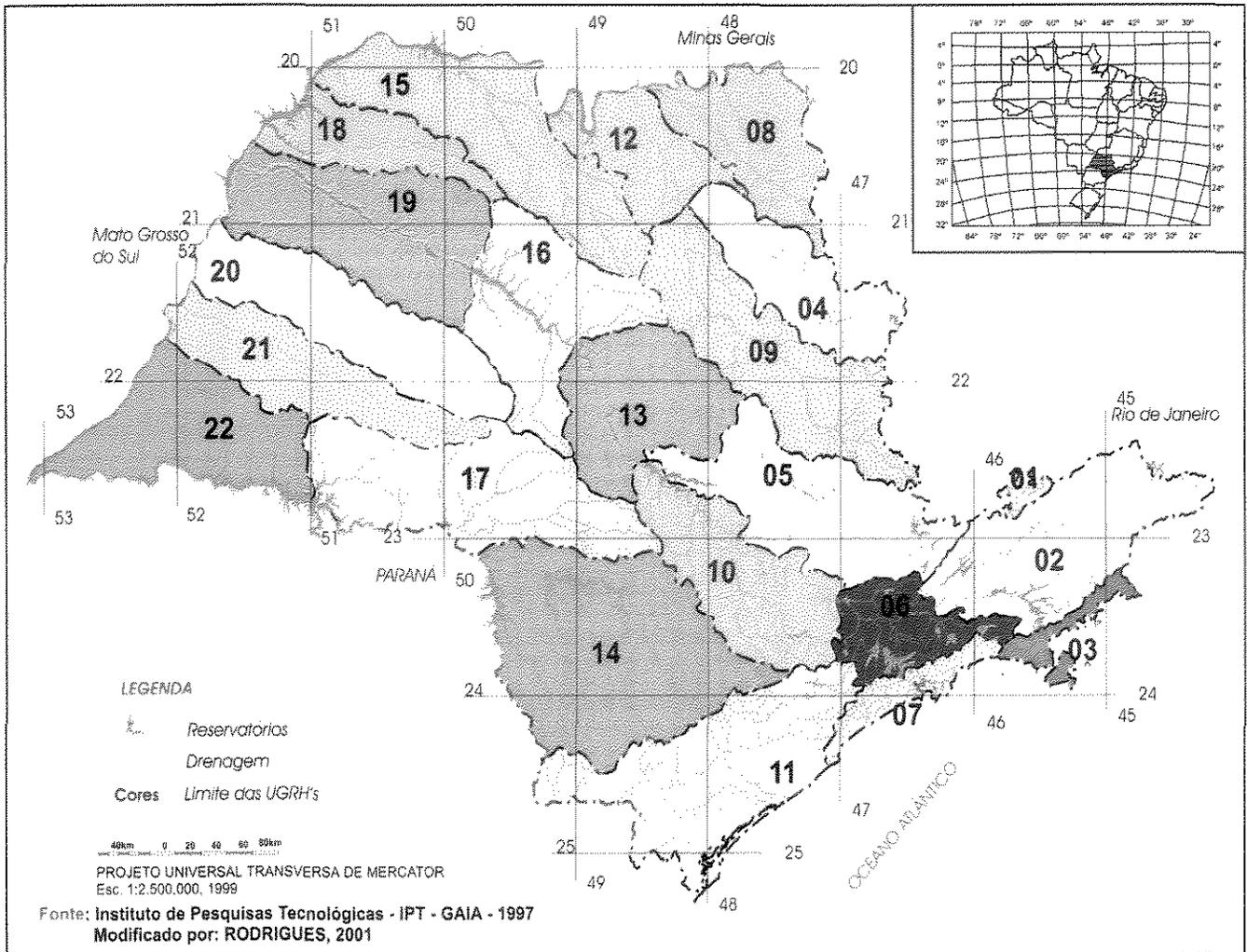
A área específica de estudo é a Avenida Paulista em São Paulo e seu entorno, onde estão localizados os poços de produção de águas subterrâneas monitorados para o presente trabalho. Pelo seu porte e nível de abrangência, bem como pelas interações ocorridas nos sistemas aquíferos produtores de águas subterrâneas, os limites físicos da área de estudo são extrapolados freqüentemente. Desta forma, a inserção de dados da RMSP, não é mera coincidência, mas condição essencial para analisar a situação e avaliar a importância dos recursos hídricos subterrâneos.

### 4.1 Região Metropolitana de São Paulo

A Grande São Paulo, com 8.051 km<sup>2</sup>, é uma das 11 regiões administrativas do Estado. A área em apreço corresponde à unidade hidrográfica nº 6 que pode ser observada no mapa do Estado de São Paulo (*figura 4.2.1*) pela cor vermelha. Esta região hidrográfica foi denominada, pelo primeiro Plano Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (PERH-90), como Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - BAT e engloba atualmente 34 dos 38 municípios existentes na bacia. Seja considerando-a como Região Administrativa 11, ou como unidade hidrográfica 6, a área está localizada entre as coordenadas geográficas 45°40' W e 47°10' W e 23° S e 24°10'S e a mesma corresponde a 3.2% da superfície total do Estado de São Paulo (PARISOT, 1983).

### 4.2 Município de São Paulo

O município de São Paulo (*figura 4.2.2*), representado no mapa da RMSP, possui 1.509 km<sup>2</sup> e constitui o centro da metrópole paulistana. Além de ser a capital do Estado, também se caracteriza por possuir o terceiro orçamento do País. Conectado diretamente a 23 municípios (PARISOT, *op.cit*) que forma com ele a maior e mais densa mancha urbana do continente sul americano e uma das maiores cidades do mundo. É neste município que os problemas ambientais, de modo geral, são mais visíveis e até mais agudos do que em outros espaços urbanos brasileiros.



**UGRH'S**

- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 01 – Mantiqueira                 | 12 – Baixo Pardo Grande     |
| 02 – Paraíba do Sul              | 13 – Tietê Jacaré           |
| 03 – Litoral Norte               | 14 – Alto Paranapanema      |
| 04 – Pardo                       | 15 – Turvo Grande           |
| 05 – Piracicaba Capivari Jundiaí | 16 – Tietê Batalha          |
| 06 – Alto Tietê                  | 17 – Médio Paranapanema     |
| 07 – Baixada Santista            | 18 – São Jose dos Barreiros |
| 08 – Sapucaí Grande              | 19 – Baixo Tietê            |
| 09 – Mogi-Guaçu                  | 20 – Aguapeí                |
| 10 – Tietê Sorocaba              | 21 – Peixe                  |
| 11 – Ribeira de Iguape e Litoral | 22 – Pontal do Paranapanema |

**Figura 4.2.1 - Localização do Estado de São Paulo no Brasil.**

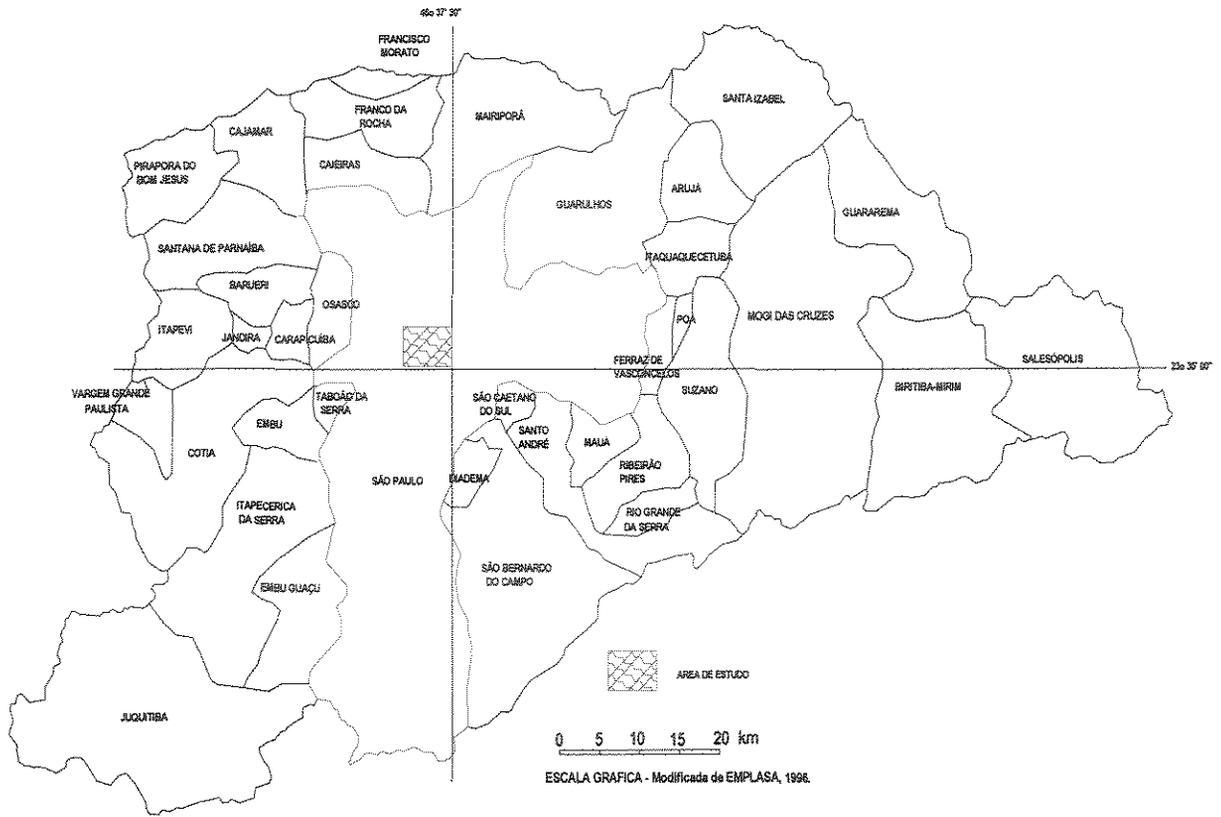


Figura 4.2.2 - Localização da Área de Estudo no Município São Paulo.

## 5 METODOLOGIA

Esse capítulo destina-se à apresentação da metodologia geral e do cronograma do trabalho, bem como dos procedimentos executados, tendo em vista a realização dos objetivos propostos.

O método usado como orientação à pesquisa foi o método indutivo e optou-se por ele como condição para manter alguma coerência com os resultados obtidos, tanto nesta pesquisa, quanto pelos dados dos trabalhos pretéritos realizados na RMSP.

Embora esse método seja passível de críticas, como por exemplo: “a partir de amostras, não há meio racional para generalizações” conforme afirma Popper (*In*; Max Black 1979 *apud* Lakatos, 1985) observa-se que quase a totalidade dos estudos de hidrogeologia reflete generalizações, ou universalização de premissas que tiveram origem em amostragens, muitas vezes nem tão representativas de uma realidade regional.

Vejamos por exemplo os dois casos a seguir:

- a) Os estudos de águas subterrâneas, realizados pelo DAEE há quase três décadas estão repletos de generalizações, abstraídas de condições particulares. Quando estes relatórios afirmam que a transmissividade dos aquíferos na RMSP variam de  $10^{-7}m^2/dia$  a  $10^{-4}m^2/dia$ , embora se trate de uma média cujo intervalo permite localizar esse parâmetro em vários pontos dos sistemas aquíferos, eles resultaram da observação de algumas amostras em pontos isolados deste mesmo sistema. Ou seja, esse parâmetro foi obtido através da observação do comportamento da água subterrânea em alguns pontos da região metropolitana, onde foram construídos poços de observação para subsidiar tais estudos. Assim sendo, a observação deste parâmetro em um conjunto de amostras consideradas representativas para região, permitiu concluir que, tendo este comportamento mantido uma relação constante (freqüente) entre os poços amostrados, então ao se perfurar um novo poço, em qualquer ponto do sistema, tal parâmetro deve ser encontrado.

- b) Na pesquisa de mestrado sobre o potencial das águas subterrâneas na Cidade Universitária de São Paulo, IRITANI (1993) concluiu que as reservas permanentes de águas subterrâneas do campus da USP correspondem a 11 milhões de metros cúbicos e as reservas reguladoras (água que entra no sistema por ano) correspondem a 900 mil m<sup>3</sup>/ano. Pois bem, IRITANI (op.cit.) não mediu a totalidade da água existente no campus e nem teria como desenvolver mecanismos que permitissem tal façanha. Mas, ela simplesmente partiu de amostras representativas sobre as condições de transmissividade do aquífero, de sua permeabilidade, capacidade de armazenamento, para chegar a esta conclusão geral (generalização) de que, se forem mantidas certas condições (as condições daquele momento da pesquisa) o volume de água no sistema seria o mencionado no início do parágrafo.
- c) Seguindo o raciocínio desenvolvido nos dois parágrafos precedentes, observa-se que a afirmação de que, em toda água subterrânea da RMSP está presente o elemento químico ferro (Fe), é uma tese que resulta da universalização de condições observadas em pontos específicos do sistema aquífero. Ou seja, trata-se da generalização de uma premissa que foi observada na água explorada em alguns poços produtores nessa região e não no sistema como um todo.
- d) Por fim, salienta-se que na totalidade dos estudos consultados, durante a elaboração desta dissertação, notou-se que as conclusões gerais (universais) basearam-se na observação de um conjunto de premissas particulares, similares às premissas propostas pelo método indutivo, a exemplo do que foi feito pelo autor deste trabalho. Salienta-se ainda que, embora a maioria dos autores consultados tenha se limitado a apresentar um cronograma de trabalho, sem discutir método, notou-se que o formato geral dos trabalhos, refere-se ao método indutivo. Portanto, para manter coerência com o desenvolvimento desta pesquisa optou-se também por adotar este método.

## **5.1 Cronograma de Trabalho**

A fase inicial da presente dissertação caracterizou-se pelo levantamento de dados e, especialmente, pela identificação dos trabalhos acadêmicos já realizados na RMSP. O critério adotado para este procedimento foi de que o trabalho e/ou os dados estivessem estreitamente relacionados com estudos de águas subterrâneas. Dessa forma, o cronograma geral do trabalho compreendeu as seguintes etapas, enumeradas a seguir:

- a) Identificação e revisão dos trabalhos de interesse para a área de estudo
- b) Levantamento de dados sobre a situação dos recursos hídricos subterrâneos;
- c) Trabalho de campo;
- d) Atualização dos dados bibliográficos;
- e) Medidas de nível e de pH;
- f) Tratamento e a análise dos dados.

## **5.2 Dados Bibliográficos**

Os dados que subsidiaram o presente trabalho foram levantados juntos ao DAEE, a SABESP, a Companhia do Metrô, e ao CBH\_AT, bem como junto aos usuários de águas subterrâneas. As referências bibliográficas foram subtraídas dos trabalhos acadêmicos apresentados no anexo I. Em cada uma dessas fontes obteve-se dados com confiabilidades diferentes, por exemplo, as plantas da companhia do metrô relacionadas à área de estudo apresentam dados de boa qualidade, já o cadastro de poços tubulares do DAEE é relativamente pobre, na medida em que nem sempre encontram-se dados completos e, muitas vezes, porque os locais dos poços indicados pela documentação deste órgão não correspondem com a realidade em campo.

Ainda constituiu dificuldade, o desencontro de informações entre os dados do DAEE, da SABESP e dos usuários, quanto à quantidade de água produzida por poço. Apesar dos dados da SABESP serem mais confiáveis, faltaram os dados de produção atualizada pelo DAEE, o que seria necessário para comparar tais informações.

Apesar das dificuldades mencionadas e da pequena quantidade de poços investigados e considerando os dados de construção, o ano de perfuração, o tipo de uso da água subterrânea, sua quantidade e qualidade, essa amostra serviu de referência para estimar a situação em que a água subterrânea vem sendo explorada na área de estudo. E em face do exposto partiu-se do entendimento que é de realidades como esta que serão construídas as propostas de planejamento para gerenciar o recurso. Ou seja, assume-se aqui que, apesar da ausência de dados mais concretos sobre as reais condições de exploração do recurso, não existe no momento outra alternativa para estimar o grau de inserção da água subterrânea no contexto do abastecimento e do gerenciamento metropolitano, que não seja por meio de estimativas.

### **5.3 Trabalho de Campo**

O trabalho de campo consistiu inicialmente em visitas aos poços cadastrados junto ao DAEE e posteriormente a poços não cadastrados. Onde foi autorizado, fez-se a coleta de amostras de água para testes de pH e onde a estrutura permitia efetuou-se medidas de nível, cujo parâmetro serviu como referência para avaliar as flutuações da água no aquífero em face da exploração. Além disso, documentou-se através de fotografias todos os poços visitados.

Para fazer as medidas de nível e os testes de pH foram usados os seguintes equipamentos: medidor de nível para poços artesianos, modelo MNJ-100 fabricado por Jaciri Plastitrônic Indústria e Comércio de Equipamentos Eletrônicos Ltda; medidor de pH, modelo DMPH-PV fabricado por SENSORMED ANALITICA LTDA e solução tampão de pH 4.01 e 6.86. Os equipamentos utilizados foram cedidos respectivamente, pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP e pelo Instituto Geológico - IG.

Outro parâmetro que se pretendia medir em campo era a Condutividade Elétrica – CE, infelizmente não foi possível. O motivo que impediu a realização desse teste foi à falta de equipamento. Por essa razão foram considerados em alguns casos, os dados contidos em análises físico-químicas fornecidas pelos usuários e pelo DAEE.

O trabalho de campo consistiu ainda, na busca de uma rede de piezômetros instalados pela companhia do metrô, ao longo da linha verde (Paraíso Vila Madalena). Infelizmente, não foi possível localizar nenhum deles, pelo fato de terem sido destruídos, ou estarem soterrados em meio às várias reformas e novas construções pelas quais têm passado o meio urbano, na área estudada.

#### **5.4 Tratamento e análise dos dados**

A documentação fotográfica e os dados das medidas de nível e de pH foram tabulados e fazem parte deste trabalho. Essa documentação aparece no texto na forma de figuras, tabelas, quadros e gráficos e constam também dos anexos. Os dados dos poços cadastrados são apresentados em tabelas e alguns resultados de laudos de análises físico-químicas e bacteriológicas, coletados junto aos usuários, estão inseridos no texto. Espera-se, a partir da análise deles, demonstrar que os parâmetros analisados, embora poucos, se comparados às exigências de outros países, estão dentro dos padrões estabelecidos pelos órgãos de fiscalização e controle no Brasil.

Os dados das sondagens feitas pelo Departamento de Engenharia Civil e Geologia da Companhia do Metrô, nas plantas das estações da linha verde (CONSOLAÇÃO, TRIANON-MASP E BRIGADEIRO LUIS ANTONIO), encontram-se em tabelas e gráficos, cuja análise se limitou a considerações sobre os motivos que proporcionaram o rebaixamento, ou a recuperação do NA no entorno de cada estação.

Os mapas usados no presente trabalho foram extraídos da base cartográfica da Região Metropolitana de São Paulo, confeccionados por EMPLASA (1980 e, atualizados em 1996), pela Fundação Universidade de São Paulo - FUSP (2000), pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1991) e foram adaptados para a área de estudo.

Terminada a caracterização geral da área de estudo, e apresentada a metodologia e o cronograma do trabalho, passou-se a discutir a importância dos recursos hídricos para uma área complexa como a que assenta a RMSP.

## 6 RECURSOS HÍDRICOS E PROBLEMAS ASSOCIADOS

Antes de apresentar alguns problemas que afetam os recursos hídricos, é conveniente discutir o conceito que lhe é atribuído. Inúmeros autores – entre eles Rebouças (2000) - consideram como recurso hídrico somente a água que pode ser aproveitada e consumida em atividades humanas tais como: abastecimento rural e urbano, irrigação, dessedentação de animais, geração de energia e processos industriais. Já em outras situações, em que seu uso não atende situações como as descritas acima, ela é simplesmente água. Embora quando em situações onde a água é usada para diluição de efluentes, recreação, transporte hidroviário e pesca, se possa também obter vantagens, inclusive econômicas, nota-se que ela não é consumida, por este motivo não seria recurso hídrico, mas, apenas água.

De qualquer forma, o conceito de recursos hídricos abrange boa parte das situações a que a água se destina. Infelizmente a água disponível nos mananciais de superfície da RMSP atende a pouquíssimas das situações descritas no primeiro caso. Contudo, se levado em consideração o segundo caso, observa-se que mesmo as águas poluídas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí desempenham funções estratégicas na metrópole. Estes três mananciais funcionam como receptores de parte dos resíduos urbanos e ainda contribuem para geração de energia elétrica. Todavia, se por um lado, eles contribuem para a limpeza urbana – quando afastam e diluem resíduos – por outro, promovem prejuízos a toda população, na medida em que a poluição e a contaminação aumenta, vai diminuindo a oferta de água potável para atender as demandas desse contexto geográfico. Além disso, a má qualidade das águas pode também contaminar os aquíferos, bem como intensificar a exploração destes.

Convém observar ainda, que os maiores mananciais (superficiais) de água da RMSP não atendem a um dos usos mais nobres a que a água se destina, qual seja, o abastecimento humano. Por terem atingido um grau de poluição e contaminação que os deixa de fora das condições de abastecimento humano, é que vem se afirmando, nos últimos tempos, que existe escassez de água potável nesta região. À luz desse entendimento cabe uma reflexão sobre a abrangência do conceito de escassez, posto

que ele vem sendo largamente utilizado, como meio para justificar a adoção da cobrança pelo uso da água.

A reflexão que aqui se propõe é que se faz necessário usar este conceito com reservas, na medida em que sua aplicação à questão da água é passível de variações tanto temporais quanto espaciais, especialmente porque a relativa falta do recurso na região geográfica em apreço está associada a fatores, que não necessariamente resultaram da diminuição do volume mais sim, da degradação de sua qualidade. Para constatar essa realidade, basta observar a tabela 6.3.3, mais adiante, para concluir que no município de São Paulo chove mais que 1200mm<sup>1</sup> por ano. Por outro lado, a “escassez” está associada à falta de planejamento sobre as melhores formas de uso e ocupação do solo urbano bem como ao mau uso dos próprios recursos hídricos.

À questão da falta d’água potável na RMSP seria também explicada pela ausência de políticas públicas eficazes no combate ao desperdício. A SABESP, que opera oito reservatórios e produz cerca de 63m<sup>3</sup>/s de água tratada, (Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – PBAT, 1999) admite que o desperdício atinge 31,5% desse volume, ou seja, 19,5m<sup>3</sup>/s. Desse total, estima-se que 16% (10 m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>) constituem as perdas físicas, ou seja, a água que é usada para lavagem dos próprios equipamentos. Os 15,5% (9,8 m<sup>3</sup>/s) restantes seriam de perdas econômicas causadas por fraude em medidores e ligações clandestinas. Isso quer dizer que o volume desperdiçado em apenas uma hora no processo de lavagem dos equipamentos seria suficiente, para atender as necessidades de 180 mil pessoas/dia. E o desperdício de um dia de 14 horas daria para atender a 2,52 milhões por dia, seguindo os padrões recomendados pela Organização Mundial da Saúde – OMS, que é 200 litros diários por pessoa.

Apenas o combate ao desperdício, não seria suficiente para solucionar o problema da escassez. Que decorre também de outras causas (degradação, impermeabilização do solo, períodos de estiagens prolongados e assim por diante),

---

<sup>1</sup> Infelizmente, os dados constantes da tabela 6.3.3 apresentam algumas discontinuidades. Estas discontinuidades, por sua vez, podem comprometer a qualidade dos dados. De qualquer forma, são os únicos dados disponíveis e, apesar de não terem sido consistidos permite, com algumas limitações, tirar conclusões sobre o bom potencial das precipitações no município em questão. De acordo com a referida tabela, é possível observar que para os anos com dados pluviométricos para todos os meses, a quantidade de chuvas, é superior a 1200mm.

<sup>2</sup> 1 metro cúbico é igual a 1000 litros.

mas evitar que 504 milhões<sup>3</sup> de litros de água tratada var para o ralo por dia, já seria suficiente para suprir as necessidades de 2,52 milhões de pessoas por dia. Por outro lado, considerando-se que o regime de rodízio em períodos de estiagens atinge entre 1 e 4 milhões de pessoas por dia, na RMSP, então o aproveitamento da água desperdiçada daria para suprir esta demanda. Essa situação é bastante constrangedora, quando se sabe que milhares de pessoas não possuem água tratada em casa e, principalmente, quando se observa que os investimentos públicos em obras de captação, adução, tratamento e distribuição de água, feitos nos últimos anos, foram gigantescos e pouca ou quase nenhuma atenção se deu ao problema do desperdício. Por exemplo, os dados da tabela 6.1 a seguir, correspondem a uma síntese dos investimentos da SABESP, feitos em obras de médio e grande porte no período compreendido entre 1995/97.

**Tabela 6.1** – Obras da SABESP concluídas em 1996/97 no valor de 700 milhões de reais.

ANO	OBRAS
1996	Booster Cangaíba Adutora Guaianazes Interligação Alto Tietê Rio Claro Duplicação da Adutora Jardim Itapevi Sistema Jardim Arpoador
1997	Duplicação Adutora Jaguará Mutinga Sistema Baixo Cotia Adutora Nova Petrópolis Ampliação da Estação de Tratamento Alto Rio Grande Ampliação da Estação de Tratamento Alto Cotia Adutora Itaquera Arujá

Fonte: Programa Metropolitano de Água – PMA, SABESP, 1997.

<sup>3</sup> Chegou-se a esse número através da seguinte equação: multiplicando o volume desperdiçado por segundo (10m<sup>3</sup>/s) por 60 segundos, depois por 60 minutos e depois por 14 horas diárias. Em seguida dividiu-se o total por 200 litros diários por pessoa. Observe que este cálculo é bastante conservador. Todavia, a título de ilustração serve para demonstrar a magnitude do descompasso entre o que se produz em termos de volume de água tratada e o que efetivamente é aproveitado.

A meta estabelecida pelos investimentos mostrados na tabela acima era acabar com o rodízio - conforme foi anunciado pela própria SABESP em setembro de 1997- que durou 12 anos consecutivos (1985/97). No entanto, o problema não foi resolvido, pois bastou que períodos de estiagem mais prolongados ocorressem, três anos após a conclusão destas obras, para que o rodízio voltasse.

Infelizmente não há dados disponíveis sobre investimentos realizados para combater o desperdício de água tratada. As obras listadas na tabela 6.1 não atingem esse objetivo; no entanto elas vêm representando as principais prioridades quando se trata de investimentos públicos no setor.

### **6.1 Mais prioridades para os investimentos públicos**

Outra prioridade para investimentos públicos está sendo a despoluição dos rios Tiete e Pinheiros. Como pode ser observado nas fotos 6.1.1, 6.1.2 e 6.1.3, tem sido constante a retirada de resíduos das calhas destes mananciais. Por conseguinte, o aprofundamento e a limpeza dos mesmos, ou a canalização do Tamanduateí como mostra a foto 6.1.4, implicou no investimento de quantias, que só podem ser avaliadas em milhões de dólares. E apesar dos esforços concentrados na busca de recursos para tais empreendimentos, não se nota o mesmo empenho por parte dos gestores do projeto de despoluição, do Tietê-Pinheiros, para melhorar a coleta e a disposição do lixo urbano, que é na realidade o maior responsável pela precária situação destes mananciais.

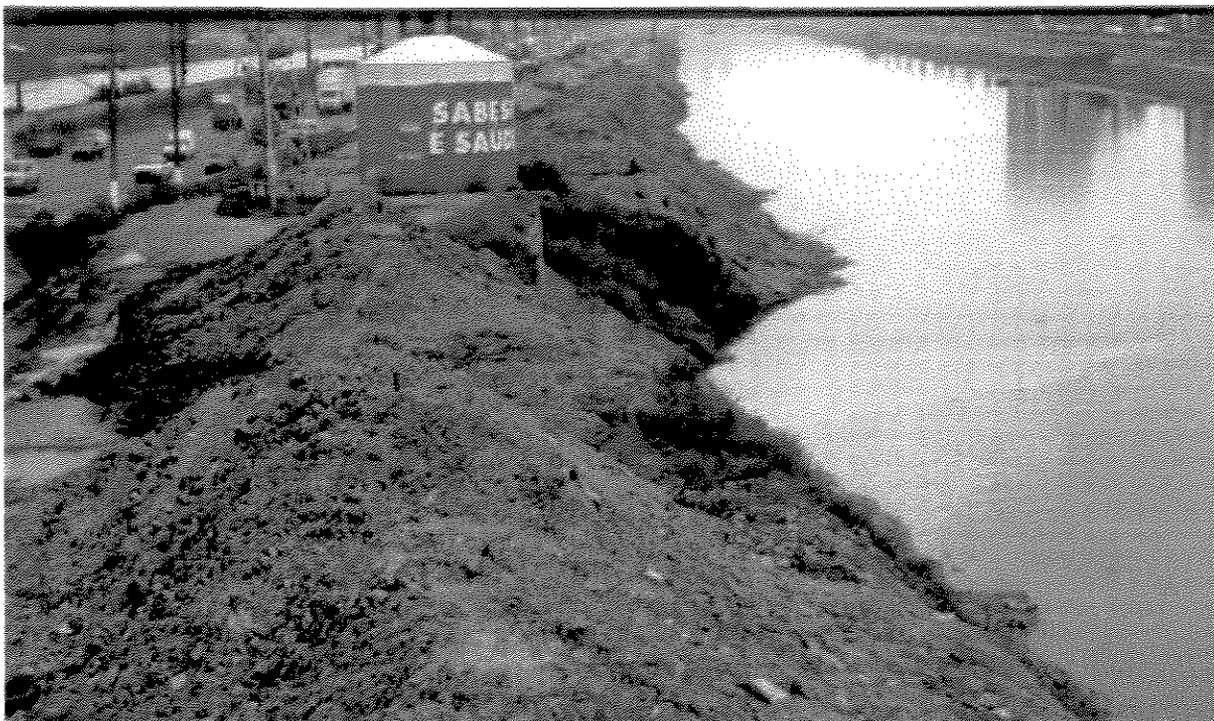


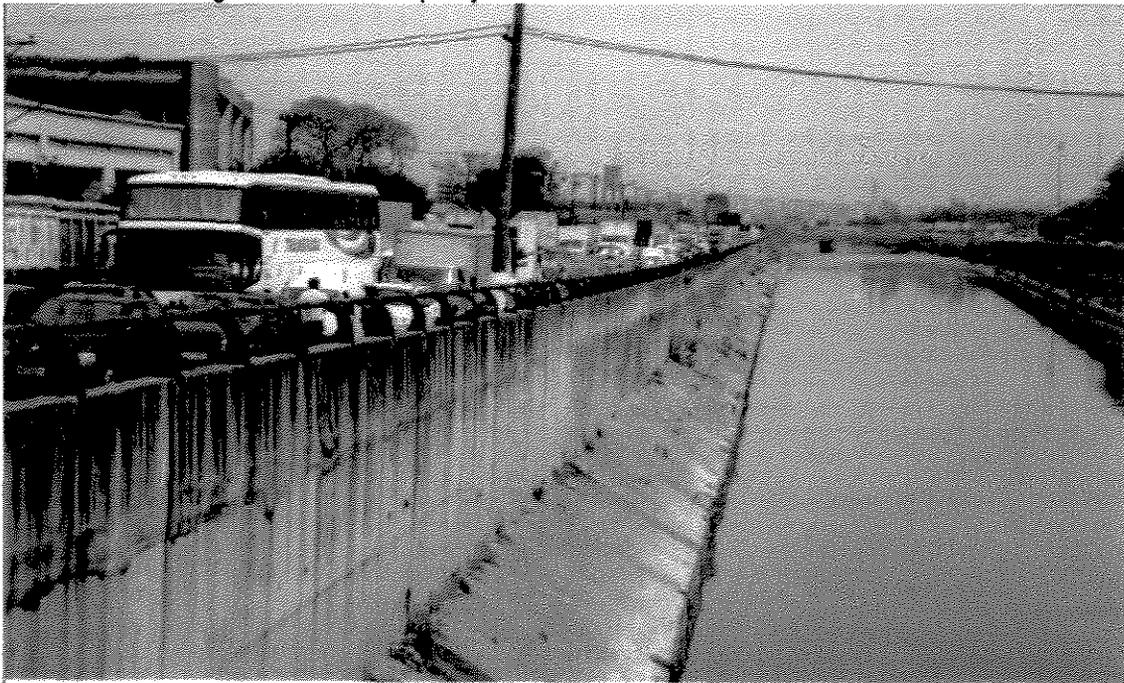
Foto 6.1.1 - Pilha de resíduos sólidos retirados da calha do rio Pinheiros entre as pontes da Cidade Universitária e o bairro de Pinheiros em São Paulo (foto do autor, Julho de 2001).



Foto 6.1.2 – Projeto Pomar plantio de gramíneas e espécies frutíferas nas margens do rio Pinheiros entre as pontes de Pinheiros e da Cidade Jardim (foto do autor: set/2001).



**Foto 6.1.3** – Pilha de resíduos urbanos (domésticos e industriais) retirada da calha do rio Tietê na altura do Playcenter na cidade de São Paulo. Nesta pilha de resíduos encontra-se desde plásticos e metais pesados até matéria orgânica em decomposição.



**Foto 6.1.4** – Canal do rio Tamanduateí ao lado da avenida Cruzeiro do Sul, na cidade de São Paulo. O Tamanduateí além de receber as águas pluviais da área de estudo do presente trabalho é também um importante afluente do rio Tietê. Infelizmente o rio Tamanduateí está totalmente canalizado na cidade de São Paulo, contudo, nos pontos onde se pode avistar sua calha percebe-se que suas águas se prestam apenas para transportar os efluentes urbanos nele despejados (foto do autor Jan/2000).

A poluição e a contaminação dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, ilustrada nas últimas páginas, são parte inseparáveis do problema da falta de água na metrópole. Estes rios, por serem poluídos, engendram uma situação de escassez relativa e ao mesmo tempo, promovem o aumento dos custos dos serviços de tratamento e distribuição de água, de esgotamento sanitário e dos serviços de saúde pública e, estimulam a iniciativa privada a buscar alternativas mais baratas para compensar os déficits de água nas suas atividades. É neste sentido que se pode mencionar a crescente exploração dos aquíferos subterrâneos – discussão que será feita nos capítulos seguintes – como alternativa ao sistema de abastecimento. É também pela mesma razão que a água subterrânea deve ser inserida no planejamento sobre os diversos usos dos recursos hídricos, sob pena de atender somente a uma parte das demandas existentes na região.

## **6.2 Disponibilidade de água na RMSP**

A disponibilidade de águas superficiais de uma região está diretamente vinculada à quantidade de chuvas que caem sobre essa região, à contribuição dos aquíferos, e aos mananciais naturais e artificiais; tais como os rios, lagos, lagoas, barragens e represas. Por outro lado, está também vinculada diretamente à maneira como estes mananciais são manejados, isto é, protegidos de eventos que possam destruí-los, como por exemplo, a ocupação do seu entorno que causa assoreamento, ou a recepção de resíduos que possam comprometer a qualidade das águas.

Já a disponibilidade de águas subterrâneas está mais diretamente vinculada à estrutura geológica da região que, por sua vez, pode ser favorável ao armazenamento e transmissividade, ou simplesmente, pode apenas armazenar água e, neste caso, não haverá disponibilidade. Obviamente, os fatores que determinam a existência de água numa ou noutra situação, interagem continuamente, contudo, além dos programas atuais, que visam a melhoria dos conhecimentos dessa relação serem escassos, são desenvolvidos – inclusive a partir das academias – de forma muito fragmentada. E aqui talvez resida a grande dificuldade de elaboração de planos, programas e inclusive, de textos que interpretem, entendam, expliquem e integrem os fatores que governam essa interação.

Antes de prosseguir com essa discussão cabe um esclarecimento: para efeito de disponibilidade considera-se neste trabalho a quantidade de água existente nos mananciais e, que pode ser usada para atender as demandas de abastecimento humano, industrial, irrigação, dessedentação de animais e eventualmente geração de energia. Estes casos correspondem às finalidades a que se destinam os mananciais existentes na RMSP. Por outro lado, convém observar, que no caso desta região boa parte da água existente em mananciais de superfície não atende a praticamente nenhuma das situações apontadas acima. Disso decorre, que a quantidade de água disponível para atendimento a tais demandas, é apenas aquela controlada, por meio de reversões, nos sistemas produtores e nos aquíferos da região metropolitana. Obviamente, existem outras metodologias para cálculo de disponibilidade, como por exemplo, a realização do balanço hídrico. Porém, a aplicação das equações, que regem o balanço hídrico na RMSP, é muito complicada, na medida em que a bacia hidrográfica do Alto Tietê é uma bacia não natural.

A discussão proposta no primeiro parágrafo deste item mostrou que, a disponibilidade de água superficial de uma região depende, da quantidade de chuvas que caem sobre essa região (a região neste caso é bacia hidrográfica), ou de obras de regularização como as transposições, barragens e outras obras destinadas a reservação. Pois bem, ao se analisar a situação da RMSP, do ponto de vista climático, percebe-se que a falta d'água potável poderá ser explicada a partir dos fatores que contribuem para degradar sua qualidade – ocupações irregulares do solo urbano, inclusive em áreas de proteção de mananciais, ocupação da área de recarga dos aquíferos<sup>4</sup>, ausência de políticas adequadas para tratar o lixo urbano, desperdício de água potável e assim por diante – porque, se a falta de água nesta região estivesse vinculada apenas a questões climáticas, não haveria escassez.

Infelizmente, não foi possível a realização de um balanço hídrico, por razões que já foram discutidas no parágrafo anterior. Por esse motivo adotou-se como critério a mesma metodologia usada para elaboração do plano da bacia, que se caracterizou,

---

<sup>4</sup> Denomina-se como aquífero a região do subsolo (subsuperfície – que pode ser solo ou rocha), cujos espaços vazios entre os poros ou fraturas das rochas estão completamente saturados por água e que podem, além de armazenar, transmitir água suficiente para ser captada através de poços e galerias.

basicamente, pela a relação entre a oferta dos sistemas produtores (controlados) e as demandas atuais.

Por sua vez, a discussão proposta sobre águas subterrâneas mostrou que sua ocorrência está diretamente vinculada à estrutura geológica. Por essa razão, é conveniente apresentar as condições geológicas da área de estudo, antes mesmo de entrar na discussão de outras questões que interferem na quantidade e na qualidade.

Do ponto de vista regional, o substrato que assenta a Cidade de São Paulo está representado por rochas sedimentares de idade Terciária e rochas cristalinas de idade Pré-cambriana. O domínio cristalino corresponde a 6.599 km<sup>2</sup> da RMSP e os sedimentos Terciários correspondem a 1.452 km<sup>2</sup> (PACHECO, 1984). Os sistemas aquíferos acompanham essa divisão e, na área de estudo, permitem que seja explorado água, em maior ou menor quantidade, por meio de poços tubulares profundos e, também por meio de cacimbas.

A vinculação da água subterrânea à estrutura geológica pode ser explicada da seguinte forma: a água percola e se armazena nos espaços formados entre os poros, no caso, de rochas sedimentares e nas fraturas, ou fissuras nas rochas cristalinas. A quantidade de água armazenada vai ser função da capacidade que a rocha possui para essa finalidade (quantidade de poros ou fraturas); já a liberação de água (transmissividade) será função da irregularidade dos poros ou das fraturas, que quanto mais homogêneas se apresentarem em sua formação, mais água podem liberar para ser captada pelo homem, através de suas obras de engenharia.

A partir das informações do último parágrafo é correto afirmar que as melhores rochas para captação de águas subterrâneas são aquelas rochas mais permeáveis, como é o caso das rochas sedimentares formadas principalmente por areias e cascalhos, sendo as menos permeáveis, como as formadas por argilas e silte, bem como as rochas cristalinas (exceto nas fraturas), menos favoráveis ao fornecimento de água subterrânea.

Feitas tais considerações, observa-se que a área de estudo está assentada no substrato cristalino, porém recoberto em toda sua extensão pelo pacote de sedimentos

da Bacia de São Paulo. Disso decorre que a existência da água subterrânea explorada nesta região está mais associada a rochas sedimentares (em termos de produção) do que a rochas cristalinas. Isso se verifica, na medida em que a maioria dos poços, ou captam água diretamente nas rochas sedimentares ou captam nos dois aquíferos ao mesmo tempo.

### **6.3 Oferta e demanda por recursos hídricos superficiais**

Foi demonstrado, em parágrafos anteriores, que a oferta de água de uma região está vinculada diretamente a condições climáticas ou geológicas. Já a oferta de recursos hídricos além de guardar esta relação depende também de outros fatores.

Referentemente à oferta de recursos hídricos superficiais os fatores que mais diretamente interferem na sua quantidade são: a irregularidade das chuvas, a instabilidade da temperatura que provoca evaporação maior que as precipitações, a pouca capacidade dos reservatórios construídos para armazenar a água, frente às crescentes demandas; a falta de conservação dos mananciais superficiais, a degradação da qualidade e a falta de um planejamento que permita alocar as demandas onde a oferta é abundante. Face ao exposto, observa-se que dentre os vários fatores intervenientes na oferta de recursos hídricos superficiais, numa região como a metropolitana de São Paulo, os que foram apresentados se destacam e a não observância destes fatores implica em condições de relativa escassez, como a demonstrada pelas sub-bacias do Tietê-Cabeceiras e Cotia-Guarapiranga na tabela 6.3.2, a seguir.

**Tabela 6.3.2 - Oferta e demanda de água por sub-bacias, na RMSP.**

Sub-bacia	Q média m <sup>3</sup> /s	Q captada m <sup>3</sup> /s		Índices de comprometimento (%)		
		C/ Outorga	S/ Outorga	C/ Outorga	S/ Outorga	Total
Tietê	32,2	15,94	5,22	49,50	16,15	65,65
Cabeceiras						
Tietê Pinheiros	14,2	1,97	0,02	13,87	0,14	14,01
Tamanduateí	27,5	2,76	4,68	10,04	17,02	27,06
Billings						
Cotia	14,05	0,79	12,94	5,45	89,24	94,69
Guarapiranga						
Juqueri	7,7	0,78	1,04	10,99	14,55	25,54
Cantareira						
Tietê Pirapora	8,4	1,36	0,00	16,19	0,00	16,19
<b>Total</b>	<b>103,9</b>	<b>23,60</b>	<b>23,90</b>	<b>22,71</b>	<b>22,73</b>	<b>45,44</b>

FONTE: Relatório Zero do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (2000)

Observa-se na tabela anterior que, existe um comprometimento relativo da oferta de recursos hídricos em duas sub-bacias hidrográficas da RMSP. Por outro lado, observa-se que existe uma relativa facilidade de mensurar os recursos hídricos superficiais. Isso tanto é possível, efetuando-se as medidas diretamente nos mananciais, como foi o caso da tabela 6.3.2, como calculando a quantidade de precipitações mostradas pela tabela 6.3.3 e dela subtraindo a evapotranspiração e a infiltração. Note-se que a realização deste exercício é suficiente para determinar a oferta de recursos hídricos superficiais, numa determinada região. Já para os recursos hídricos subterrâneos não se pode proceder da mesma forma - esse assunto será tratado mais adiante -. Por enquanto, vamos discutir sobre os dados que ilustram e justificam a afirmação de que a questão da escassez de água na RMSP não é função da falta de chuvas.

A tabela 6.3.3 traz dados de chuvas de uma série histórica, medidas no posto pluviográfico E3-253, que está localizado no bairro do Paraíso. Essa tabela demonstra que em São Paulo chove até mais que o necessário para manter uma oferta equilibrada com a demanda. Nota-se por estes dados, que existe uma certa regularidade na quantidade de chuvas que caem sobre a cidade de São Paulo anualmente. Embora a qualidade dos dados não seja muito boa, pelo fato de não terem sido consistidos, o que implica em limitações, observa-se que a soma de qualquer uma das células horizontais da tabela 6.3.3 (com dados para todos os meses) corresponde a uma pluviometria superior a 1.200mm por ano. Isso quer dizer que se houvesse uma preocupação no sentido de implementar um programa para captar e conservar parte destas águas e um plano de *prevenção contra poluição para os reservatórios*, então não haveria problema de falta de água.

**Tabela 6.3.3** Precipitações médias da série histórica (1978/00) do posto E3 –253 localizado no bairro do Paraíso em SP.

Mês	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
	C <sub>mm</sub>	T <sub>d</sub>																						
1978																			117,7	10	296,6	13	201,1	12
1979	242,4	9	39,6	7	88,7	8	72,9	9	106,7	10	-	-	40,6	9	101,7	7	127	11	90,8	12	194,9	14	112,8	16
1980	276,3	18	380,7	20	121,3	11	83,6	9	5,1	3	44,7	5	19	9	8,7	6	56,9	12	60,2	7	150,5	14	390,5	22
1981	231,6	15	123,3	6	87,3	12	52,2	11	44,9	14	60,4	9	61,4	9	11,8	6	12,7	6	154,4	18	138	17	75	8
1982	192,8	15	360,4	15	108,5	16	36,6	9	22,7	4	124	11	43,9	5	68	9	7,6	4	167,4	14	161,2	23	321,2	23
1983	224,8	18	211,6	12	287,1	14	224,2	15	197,3	14	231,1	15	4,6	1	8,4	4	151,7	11	114,5	2	86,2	8	218,2	22
1984	251	18	19,7	6	70,6	12	128	13	103,1	9	0,7	2	9,8	3	202,6	12	222,5	7	0,4	1	70,4	11	119,7	13
1985	135,5	16	349,6	18	100	12	69,4	10	108,1	6	6,7	5	-	-	4,6	3	89,8	9	40	2	94,3	10	87,2	6
1986	132,8	10	325,8	15	191,6	12	53,1	4	125,2	12	1,4	1	31,6	8	145,5	8	47,4	3	42,7	5	203,3	7	401,7	26
1987	411	17	246,4	10	25,7	1	101,6	5	233,3	13	192,8	4	3,5	1	-	-	38,6	2	91,6	10	56,1	9	103,2	6
1988	193,3	6	225,5	14	174,4	5	107,1	14	167	14	71,4	6	2,5	3	0,6	1	27,1	6	169,5	13	102,8	10	204,1	10
1989	384,4	19	164,1	18	155,3	17	146,4	9	54	9	89,1	6	241,4	9	25,3	5	93	12	66,3	6	183,2	6	62,9	8
1990	309,5	19	180,6	8	250,6	13	89,9	6	62	8	32,2	3	111,8	11	11,4	3	66,2	7	126,3	13	106,8	10	149	9
1991	405,3	13	301,1	12	511,2	26	148,8	12	31,4	5	69,4	9	20,9	3	48,2	4	67,2	7	142	7	39,9	5	231,3	17
1992	105,2	13	143,8	10	74,9	6	56,4	12	58	7	21	3	29,6	6	32,2	7	61	14	168,7	13	149,7	13	221,3	10
1993	170,6	13	47	3	-	-	-	-	57,4	6	66,8	10	13,9	2	59,7	4	221,5	14	102,6	11	26,1	5	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	22,6	4	21,3	5	3,6	3	0,4	1	1,4	2	61	7	63	4	250,8	8
1995	187,1	11	435	19	243,2	13	80	5	58,9	8	44,2	5	-	-	22,9	1	52,3	9	195,9	13	120,6	9	155,4	11
1996	350,6	17	313,6	12	184,5	13	26,6	7	34,9	5	44,8	4	14,3	6	35,3	3	160,4	11	27,2	3	32,4	5	156,8	6
1997	155,7	10	47,8	3	136,4	5	113,9	4	54,4	3	-	-	12,3	2	37,2	3	89,8	7	94	10	129,6	12	81	7
1998	87,7	6	135,4	7	61,9	5	85,8	8	102,8	6	14,3	2	1,3	1	42,8	5	51,3	8	119,3	8	56,3	5	205,9	9
1999	0,1	1	451	15	316,3	10	36,5	6	47,8	7	36,9	5	35,1	6	3,1	1	71,1	9	55,3	5	62	9	-	-
2000	327,7	18	305,8	14	-	-	7,9	2	11,5	4	13	2	32,4	3										

Fonte: CD-ROM - Banco de Dados Pluviográficos do SIGRH (2000)

Legenda: C mm Chuvas em milímetros; – sem informações e T d = Total de dias com chuva no mês.

Infelizmente os dados constantes desta tabela apresentam muitas lacunas. Observe-se que há anos onde só foram coletados dados de apenas 6 meses. Tais discontinuidades prejudicam a realização de avaliações mais objetivas, na busca de implementação de planos, seja para prevenção dos desastres que as enchentes normalmente acarretam, seja para elaboração de projetos com vista ao aproveitamento dos volumes de água que caem e simplesmente escoam para os rios e córregos da região.

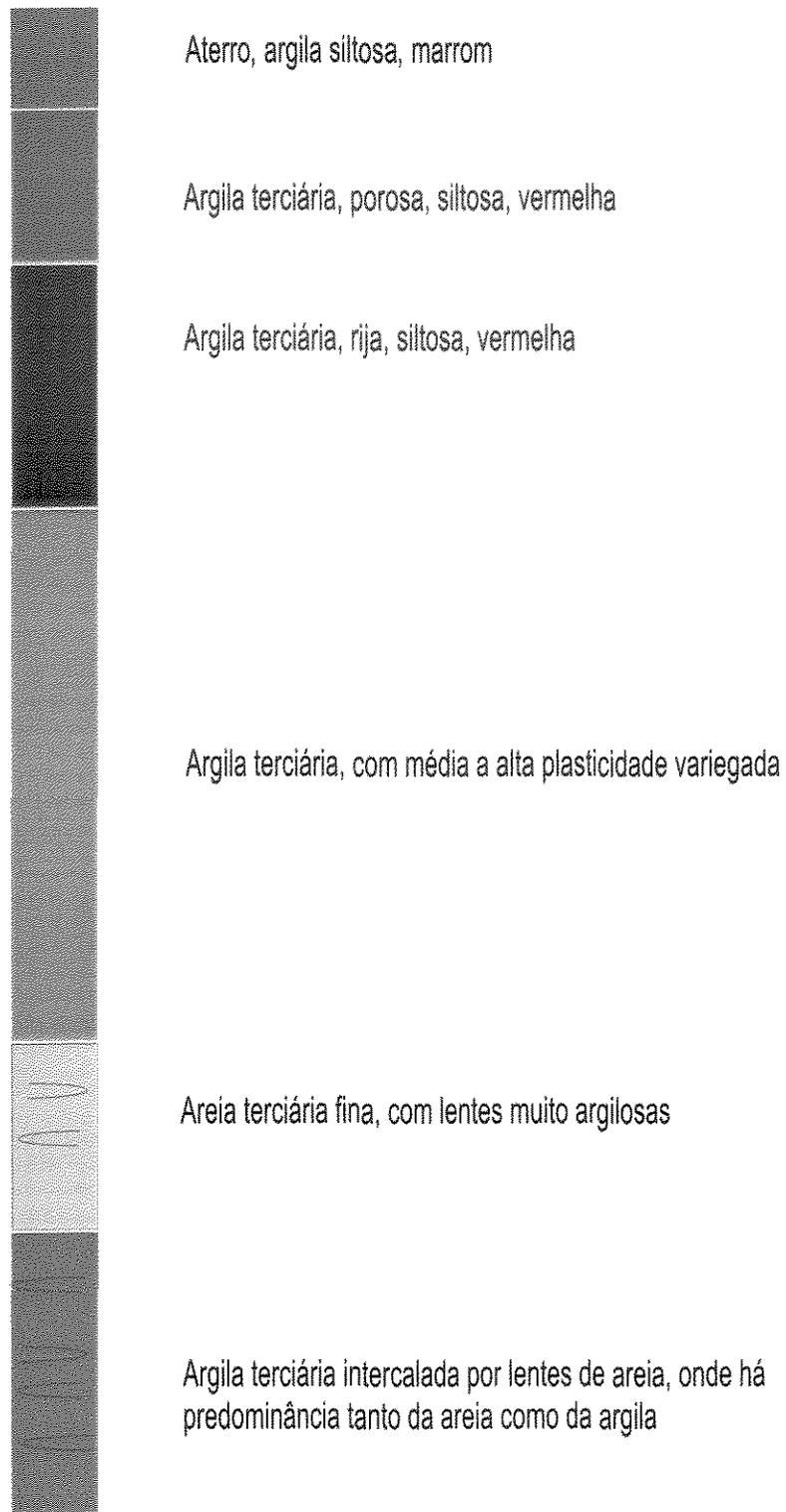
#### 6.4 Oferta de Recursos Hídricos Subterrâneos

A oferta de recursos hídricos subterrâneos está estreitamente vinculada à estrutura geológica, conforme já foi discutido em um parágrafo precedente. Todavia, as questões climáticas, a forma de utilização do solo, o regime de exploração dos aquíferos, problemas de contaminação e outras atividades de origem antrópica, também podem interferir na sua quantidade e qualidade.

No caso da nossa área de estudo, a estrutura geológica favorece a ocorrência de águas subterrâneas. Embora o maior volume de água subterrânea do sistema de aquíferos seja associado ao embasamento cristalino, como será demonstrado mais adiante, é no pacote de sedimentos da bacia de São Paulo que são construídos os poços mais produtivos. No caso da Avenida Paulista e seu entorno, esse pacote de sedimentos apresenta distribuição bastante irregular, quanto à sua espessura. Além disso, o grau de heterogeneidade das rochas está presente em todas as seções geológicas onde foram feitas sondagens, bem como nos perfis de poços construídos nesta região. As figuras 6.4.1, 6.4.2 e 6.4.3 a seguir, representam exemplos aleatórios de uma sondagem feita pelo departamento de engenharia civil e geologia da companhia do metrô e de dois poços de produção de águas subterrâneas, construídos ao longo da Avenida Paulista.

Na figura 6.4.1 pode-se observar que a profundidade total é de 40,33m; todavia, mesmo nesta profundidade, já se encontram variações nos tipos de rochas, que servem para testemunhar sua heterogeneidade. Na parte mais superficial do perfil, predominam as argilas intercaladas por silte, já na parte mais profunda, abaixo de 28m predominam as areias, embora intercaladas por algumas lentes de argilas.

Na seção geológica do poço P-316, com 250 metros de profundidade, figura 6.4.3 já se observa uma variação maior na composição da rocha, antes mesmo dos 20 metros. Nesta representação gráfica observa-se que tanto há ocorrência de areias com granulações muito variadas, como as argilas parecem estar bem menos presentes na constituição do perfil estratigráfico do poço.



Esquema sem escala definida

Universidade Estadual de Campinas  
 Dissertação de Mestrado  
 RODRIGUES, F. de A. (2002)

**Figura 6.4.1** Perfil da seção geológica: sonda SP-341 com 40,33m de profundidade

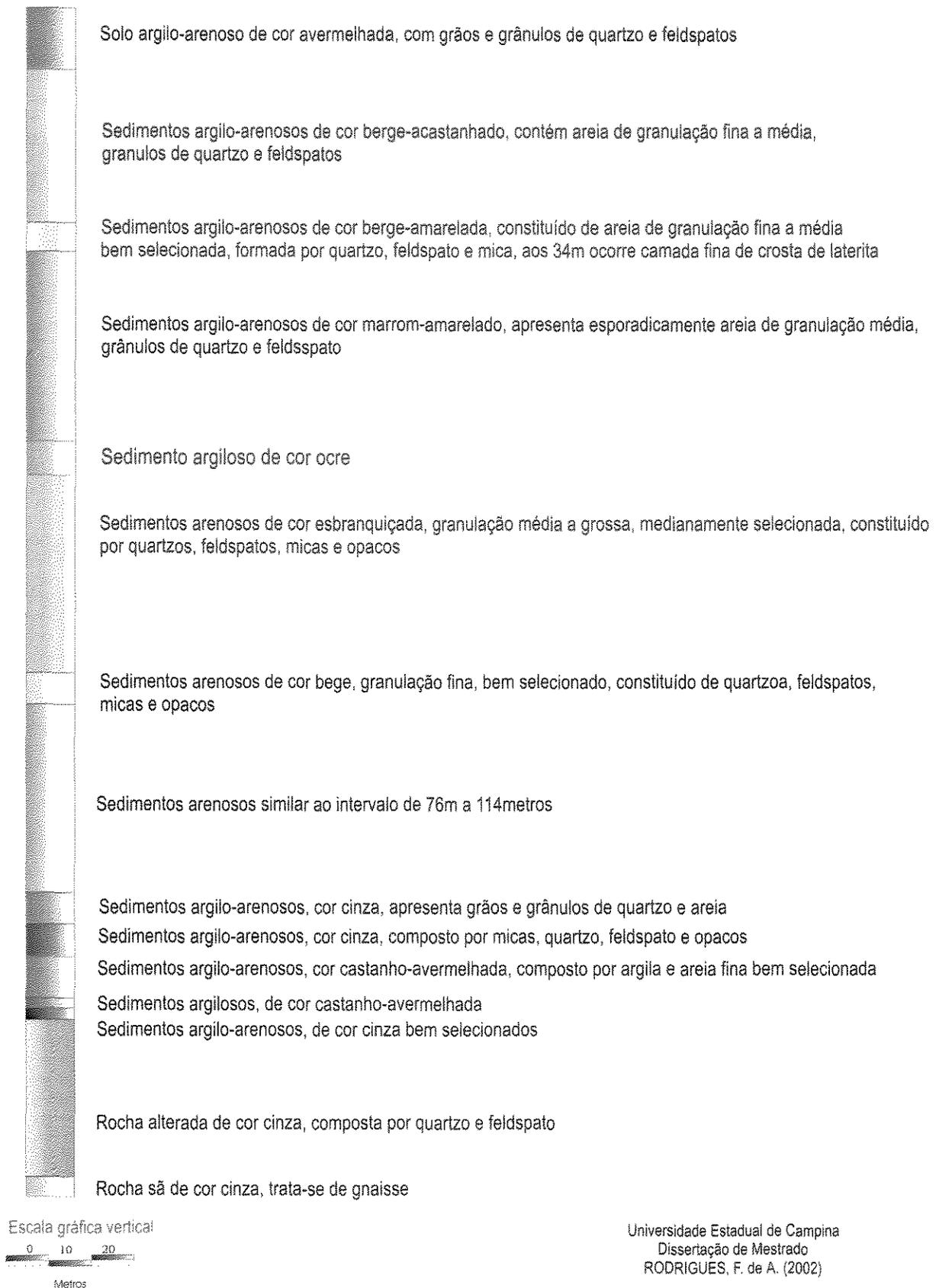


Figura 6.4.2. Perfil da seção geológica do P-301 com 218m de profundidade

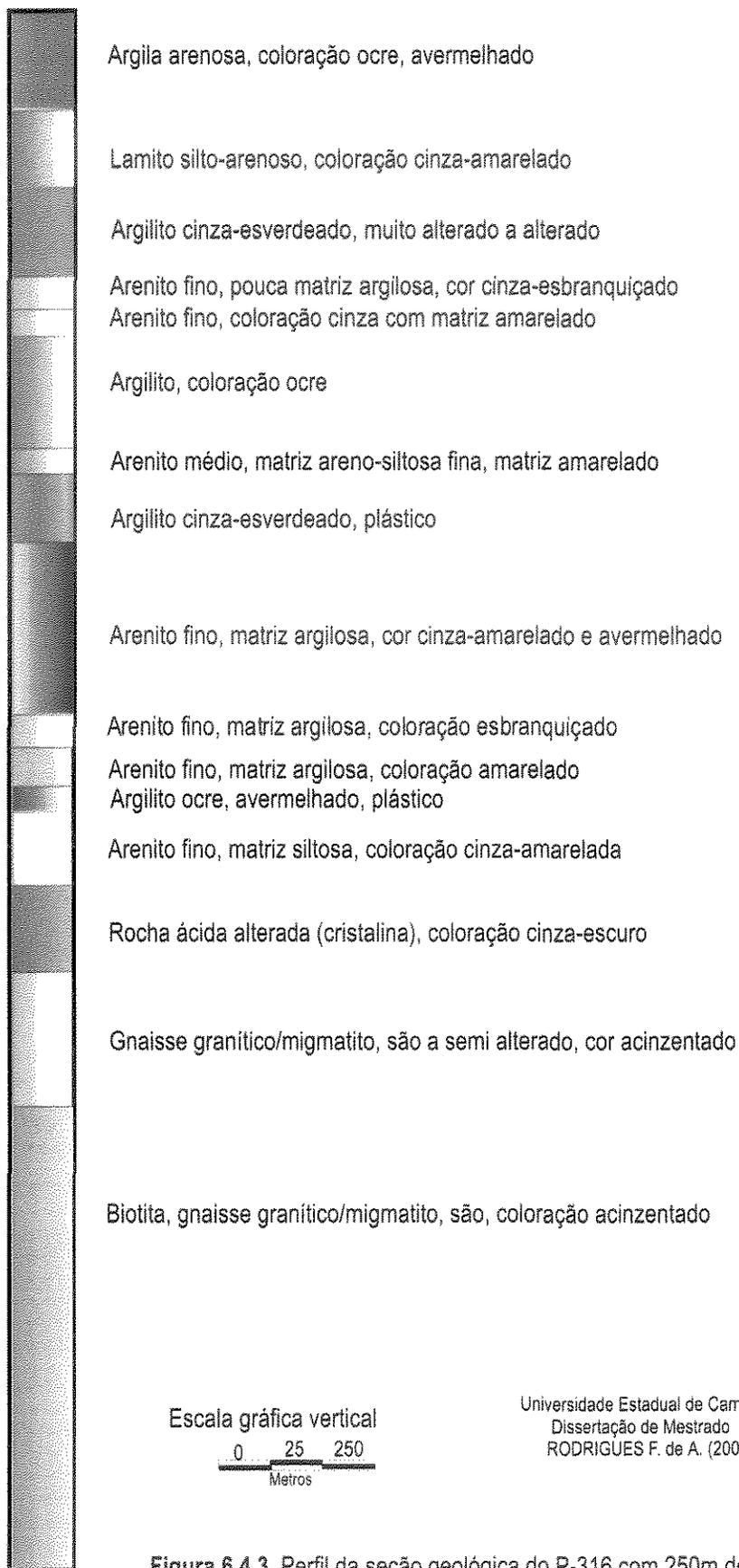


Figura 6.4.3. Perfil da seção geológica do P-316 com 250m de profundidade

Observando o perfil do poço P-301, nota-se que o pacote de sedimentos da Bacia de São Paulo ultrapassa os 210 metros de profundidade, porém, sua distribuição espacial no trecho subjacente à própria Avenida Paulista, é bastante irregular. Por exemplo, os dados obtidos com o perfil do poço P-316 (*figura 6.4.3*), a cerca de 80 metros de distância na mesma avenida, demonstrou que o substrato cristalino está há 182 metros de profundidade. Tal variação de espessura reflete uma situação privilegiada para parte do sistema aquífero, especialmente onde essa espessura é mais heterogênea, favorecendo uma maior produção de água. E essa condição faz com que o Sistema Aquífero Sedimentar – SAS seja tão importante para a região quanto o Sistema Aquífero Cristalino – SAC, que tem sua área de abrangência sobre 2/3 da RMSP.

Em termos de volume de água, a configuração dos dois sistemas é a seguinte: um estudo de Pacheco (1995) estimou que os sistemas aquíferos da RMSP dispõem de um volume de 18,75 milhões de m<sup>3</sup> (metros cúbicos) de água, sendo que 9.89 milhões m<sup>3</sup> pertencem às rochas do embasamento cristalino e 8.85 milhões de m<sup>3</sup> pertencem às rochas sedimentares da Bacia de São Paulo. Este volume foi considerado por Pacheco (*op.cit.*) como reserva permanente. Ainda de acordo com ele, as reservas reguladoras somam 3,25 milhões de m<sup>3</sup> anualmente. Observe que a soma das reservas permanentes com as reguladoras corresponde a 22 milhões de m<sup>3</sup> de água. Apesar do grande volume o que pode ser chamado de recursos hídricos, seria apenas os 3,25 milhões de m<sup>3</sup> que constituem a reserva reguladora. Acontece que, até o momento, ainda não foi possível calcular com segurança o volume existente nos mananciais subterrâneos e nem tampouco saber qual é o volume explorado pelos 9 a 10 mil poços que se avalia estarem funcionando atualmente.

Como fechamento da discussão apresentada neste capítulo e já como introdução à que será feita nos capítulos seguintes, pode-se afirmar que os aquíferos, hoje, representam para a RMSP, a fonte mais segura de recursos hídricos. E, embora só possam atender a necessidades pontuais, em face do gigantismo das demandas regionais, são eles que, basicamente, estão compensando as perdas da rede pública de abastecimento.

Por outro lado, é preciso enfatizar que os aquíferos nesta região reclamam mais atenção por parte dos planos e programas de gerenciamento de recursos hídricos. Pois suas águas apesar de gozarem de melhores condições de proteção que as águas superficiais, também estão sujeitas a adversidades<sup>5</sup>.

No próximo capítulo será feita uma discussão sobre a situação atual dos aquíferos e dos recursos hídricos subterrâneos existentes na Avenida Paulista e seu entorno. Essa discussão será baseada na análise dos dados disponíveis e mediante o cruzamento destes com as observações de campo.

---

<sup>5</sup> Uma das adversidades referidas é o aumento de consumo, quando da elevação das temperaturas, o que geralmente ocorre em associação com o aumento dos índices de poluição. Por essa razão, tanto aumenta a evaporação nos mananciais de superfície como aumenta a taxa de exploração dos aquíferos e as pessoas passam a usar mais água, inclusive para lavar calçadas e ruas, com a finalidade de diminuir a quantidade de poeira causadora de problemas de saúde (tais como irritação de pele e problemas respiratórios).

## **7 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS, SITUAÇÃO ATUAL.**

Neste capítulo serão apresentados os dados sobre a situação atual dos aquíferos com área de ocorrência na Avenida Paulista e seu entorno. Os dados em questão foram compilados a partir das cartas geotécnicas da companhia do metrô e do cadastro de poços do DAEE e irão subsidiar a discussão a seguir, cujo objetivo é demonstrar que o fato da água subterrânea ser intensivamente explorada nesta área, não é suficiente para definir o grau de rebaixamento do nível freático no sistema aquífero.

Antes de entrar na discussão propriamente dita, ressalte-se que a amostra de poços visitados não contemplou toda área, visto que a quantidade de usuários desse recurso é muito maior do que aqueles sobre os quais as informações estão disponíveis atualmente. Contudo, acredita-se que tal amostra seja bastante representativa para os objetivos do presente trabalho.

### **7.1 A companhia do metrô e o monitoramento do NA no entorno da Paulista**

O comportamento do nível da água no aquífero freático que ocorre na Avenida Paulista e seu entorno, será descrito a partir de duas referências, quais sejam: o nível da água (NA), medido durante a construção da linha verde do metrô e o nível estático - NE e o nível dinâmico - ND apresentados nos relatórios finais de construção dos poços, que foram parcialmente monitorados durante o trabalho de campo realizado para essa dissertação.

O momento em que tais dados foram coletados abrange períodos descontínuos nos últimos 19 anos. Foram considerados para criação do banco de dados as informações da companhia do metrô (1973/1989), os relatórios dos poços (1985/2001) e o próprio trabalho de campo realizado em 2001.

As quatro tabelas e os cinco gráficos a seguir trazem os dados referentes aos pontos onde foi possível identificar o nível da água no aquífero.

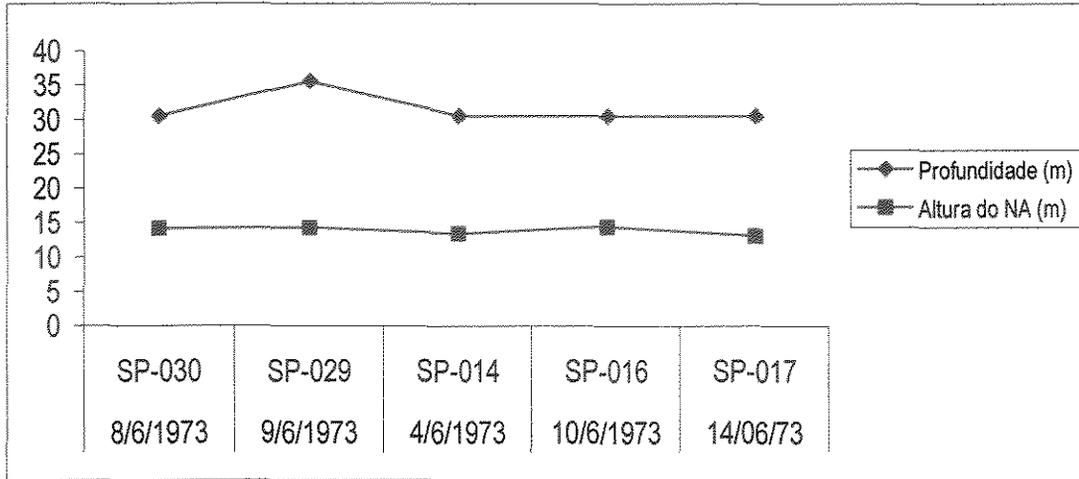
Como pode ser observado, optou-se por fazer a compilação dos dados tendo como referência, quando possível, o mesmo ano de ocorrência do evento para

posteriormente efetuar-se a integração desses dados em um único gráfico, de modo a permitir a visualização do comportamento do NA em diferentes períodos.

**Tabela 7.1.1 - Nível da Água na Avenida Paulista durante o ano de 1973.**

Local	Data	Registro	Cota Topográfica	Profundidade (m)	Altura do NA (m)
TRIANON-MASP	08-06-73	SP-030	815,71	30,39	14,10
TRIANON-MASP	09-06-73	SP-029	815,46	35,45	14,20
BRIGADEIRO	04-06-73	SP-014	817,94	30,45	13,28
BRIGADEIRO	10-06-73	SP-016	817,95	30,45	14,30
BRIGADEIRO	14-06-73	SP-017	817,78	30,45	13,00

Fonte: Cia. do Metrô - SP, (1973/1989) Org. RODRIGUES F. de A (2002).



**Gráfico 7.1.1 - Nível da Água na Avenida Paulista durante o ano de 1973.**

Constam da *tabela 7.1.1* os dados dos furos realizados no ano 1973, nas estações do metrô TRIANON/MASP e BRIGADEIRO LUIS ANTONIO, conforme demonstrado pelas plantas de situação (cartas geotécnicas) das respectivas estações. Tais furos foram realizados de forma linear (ver figura 7.2.1) e distam localmente de 35m a 70m em média um do outro; já a distância entre as duas estações é de aproximadamente 250m.

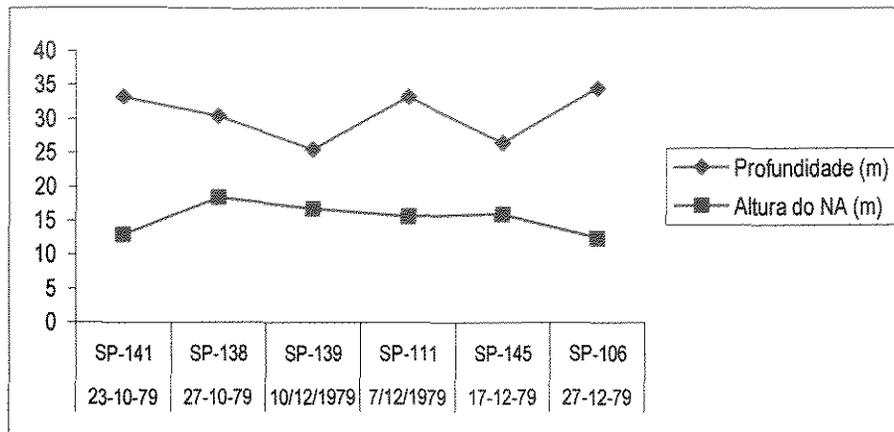
Nota-se que a variação do NA, no caso em questão parece ser basicamente função da topografia que foi modelada pelos aterros ou escavações realizadas nesta área. Todavia, a sondagem denominada SP-016 distorce um pouco essa realidade.

Por exemplo, quando se compara o NA da SP-016 com os NA's das sondagens SP-014 e SP-017 nota-se que há uma diferença de 1m e 1,30m respectivamente, apesar de ambas terem sido executadas nas mesmas cotas topográficas.

**Tabela 7.1.2 - Nível da Água na Avenida Paulista durante o ano de 1979.**

Local	Data	Registro	Cota Topográfica	Profundidade (m)	Altura do NA (m)
CONSOLAÇÃO	23-10-79	SP-141	814,22	33,22	12,90
CONSOLAÇÃO	27-10-79	SP-138	815,76	30,35	18,40
CONSOLAÇÃO	10-12-79	SP-139	815,96	25,45	16,70
TRIANON-MASP	07-12-79	SP-111	816,46	33,20	15,60
TRIANON-MASP	17-12-79	SP-145	816,29	26,45	15,90
BRIGADEIRO	27-12-79	SP-106	817,59	34,45	12,35

Fonte: Cia. do Metrô - SP, (1973/1989) Org. RODRIGUES F. de A (2002).



**Gráfico 7.1.2 - Nível da Água na Avenida Paulista durante o ano de 1979.**

Pelos dados contidos na *tabela 7.1.2*, bem como no gráfico com o mesmo número, é observada uma diferença em relação à *tabela 7.1.1* e ao gráfico *7.1.1*, que pode ser considerada como resultado de rebaixamento de NA, em alguns pontos do lençol freático. No primeiro caso (*tabela 7.1.1*), a profundidade do nível da água estava na casa dos 14m em 1973 e no segundo caso (1979) este nível está variando de 12,35m na sondagem SP-106 até 18,40m na SP-138.

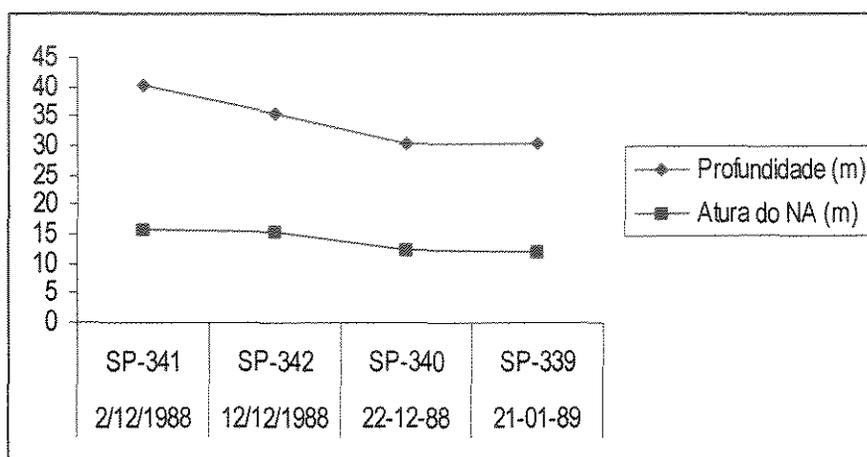
Considerando que o tempo que separou os eventos de perfuração foi de seis anos, então é possível que tenha havido, mesmo, rebaixamento nestes pontos amostrados. Apesar disso ter ocorrido, nota-se que em duas sondagens a situação se inverteu. Trata-se das sondagens SP-106 e SP-141, onde, ao contrário das demais,

houve uma sensível recuperação de nível, tanto para o ano de 1979 como para o ano de 1973. Disso decorre que a flutuação do NA no sistema, ao menos na área em questão, dá-se de forma pontual e, é isso que será demonstrado mais adiante, quando os dados apresentados forem dos poços tubulares profundos.

**Tabela 7.1.3 - Nível da Água na Avenida Paulista em 1988/19889.**

Local	Data	Registro	Cota Topográfica	Profundidade (m)	Atura do NA (m)
TRIANON-MASP	02-12-88	SP-341	817,17	40,33	15,68
TRIANON-MASP	12-12-88	SP-342	816,77	35,29	15,37
BRIGADEIRO	22-12-88	SP-340	817,10	30,45	12,25
BRIGADEIRO	21-01-89	SP-339	817,00	30,45	12,02

Fonte: Cia. do Metrô - SP, (1973/1989) Org. RODRIGUES F. de A (2002).



**Gráfico 7.1.3 - Nível da Água na Avenida Paulista durante o ano de 1988/1989.**

Os dados dos anos de 1988/1989, compilados na *tabela 7.1.3*, revelam que o NA nos pontos amostrados do sistema manteve-se estável. Observe que em 1979 a profundidade do nível d'água na estação TRIANON/MASP era de 15.60m e 15.90m respectivamente e, dez anos depois, este nível foi encontrado numa situação melhor 15.37m e 15.68, indicando que houve uma ligeira recuperação. Também é possível notar que a mesma situação ocorreu com os dados da estação BRIGADEIRO LUIS ANTONIO.

O gráfico 7.1.4 a seguir, é o resultado da integração dos dados apresentados nos gráficos 7.1.1 a 7.1.3. Por ele pode-se observar que o comportamento do NA no lençol freático, ao menos ao longo da Avenida Paulista, apresentou pequenas flutuações no período em que as sondagens foram realizadas. Tais flutuações podem tanto ser resultado das diferenças entre as cotas topográficas, quanto dos efeitos da sazonalidade, já que se trata de um período de tempo que abrange cerca de 15 anos hidrológicos. Talvez o fato que melhor explique essa realidade seja o primeiro, posto que não se dispõe de dados de pluviometria dos anos anteriores a 1979, e nem de dados sobre infiltração. O que se sabe é que, neste ano, o total das chuvas medido no posto pluviográfico E3-253, nas imediações da Avenida Paulista, foi de 1218mm, conforme foi mostrado na tabela 6.3.3.

Por outro lado, essa variação pode ser também resultado da exploração de água subterrânea, através de poços tubulares profundos nas proximidades dos furos, uma vez que sua ocorrência está sendo observada de forma pontual. Quando se observa o comportamento do nível da água na estação BRIGADEIRO LUIS ANTONIO, nota-se que, neste ponto da Avenida Paulista, ocorreram as menores variações no período, e ao contrário das demais amostras, neste caso apenas, houve melhoria do nível da água, entre 1973 e 1989.

Antes de passar ao próximo gráfico vale ressaltar que os dados mostrados nos parágrafos precedentes são representativos de apenas um dos substratos onde se encontram os aquíferos de metrópole, posto que os conhecimentos atuais indicam que o sistema aquífero em questão é composto de multicamadas. Isso quer dizer que em profundidades maiores serão encontradas novas lâminas d'água, o que implicará na localização de NA's mais profundos do que os apresentados até agora.

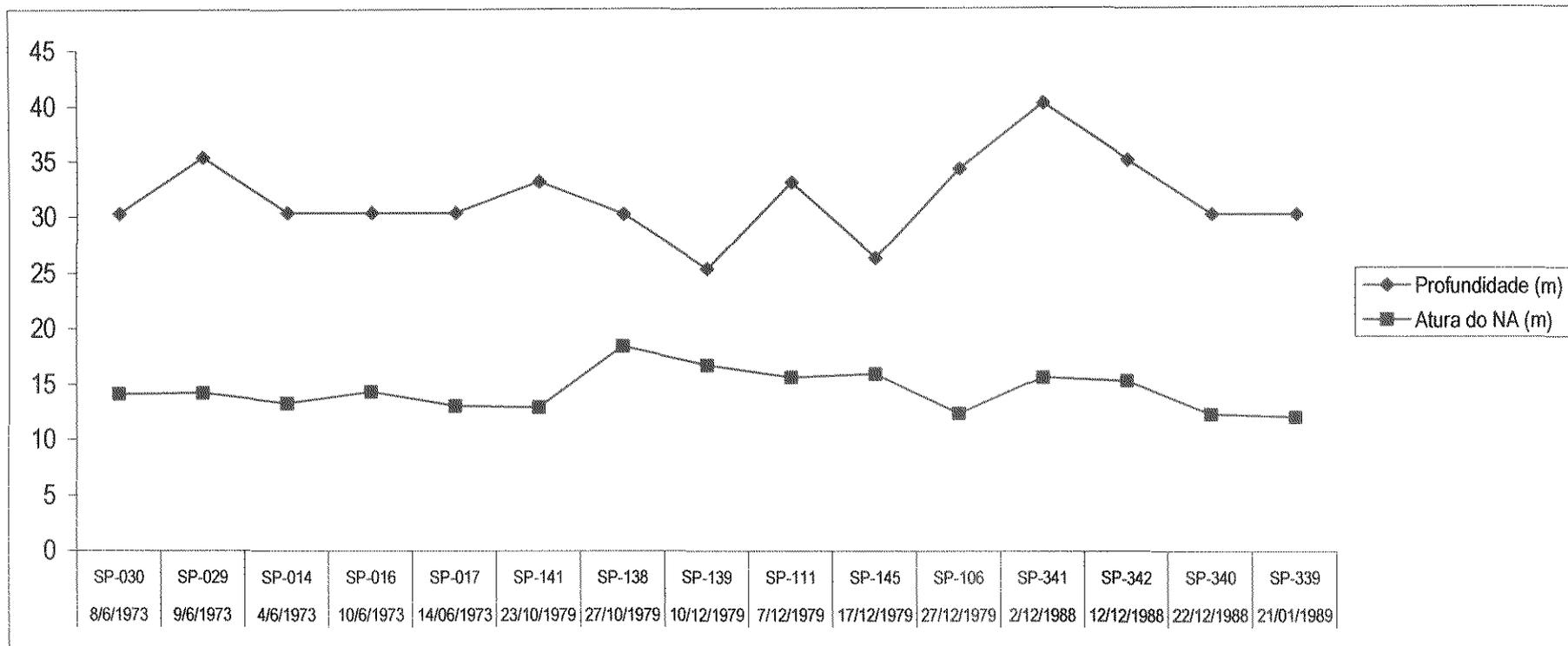


Gráfico 7.1.4 - Integração dos dados de NA apresentados nos gráficos 7.1.1 a 7.1.3.

## 7.2 Níveis Estático e Dinâmico (NE/ND) na região da Avenida Paulista

A tabela 7.2.4 (página 60), conforme já foi mencionado, representa um esforço de compilação dos dados apurados no cadastro DAEE e diretamente com os usuários de águas subterrâneas da área em questão. Constam dessa tabela apenas os dados dos poços cujas cotas topográficas estão acima de 800 metros. Os poços locados em cotas menores estão representados na figura 7.2.1 (página 69), em tamanho reduzido (e ampliado em anexo) e não estão sendo considerados neste item, por ficarem mais distantes do centro da área de estudo. Tomou-se como base esse critério, por ser mais representativo da dinâmica do aquífero no **espigão central**, onde está localizada a Avenida Paulista. Apesar disso, todos os poços amostrados estão locados em ruas e alamedas paralelas e perpendiculares e apenas dois deles foram construídos nas margens desta avenida.

Infelizmente a qualidade de parte dos dados cadastrais não é boa. Primeiramente observa-se que os relatórios finais de poços, encaminhados ao DAEE padecem de uniformização. Por exemplo, na maioria das vezes, nem as coordenadas UTM's e nem as cotas topográficas informadas correspondem aos locais onde os poços foram construídos. Quando se observa que há uma diferença de 12 metros entre as cotas topográficas dos poços P-301 e P-894, sendo que os dois estão a menos de 100m de distância e no mesmo plano, deduz-se que o cadastro tem muitas falhas e, o que é mais complicado, o órgão responsável pela fiscalização tem feito poucas diligências no sentido de atualizar e/ou corrigir tais falhas. Obviamente, a ausência das diligências aludidas é um reflexo da falta de estrutura do próprio DAEE.

Outra dificuldade relacionada aos dados resulta da falta de observância dos critérios estabelecidos pelas normas estaduais e federais. As normas propostas pela Portaria nº 717/1996 do DAEE e as normas sobre construção de poços tubulares da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em muitos casos, não são observadas. Por exemplo: na maioria dos poços não existem dispositivos para medição dos níveis da água; em outros, o acesso é dificultado pela presença de depósitos de materiais de construção; e ainda existem outros, onde o usuário mandou tamponar a entrada, situação em que a água é bombeada através da injeção de ar comprimido.

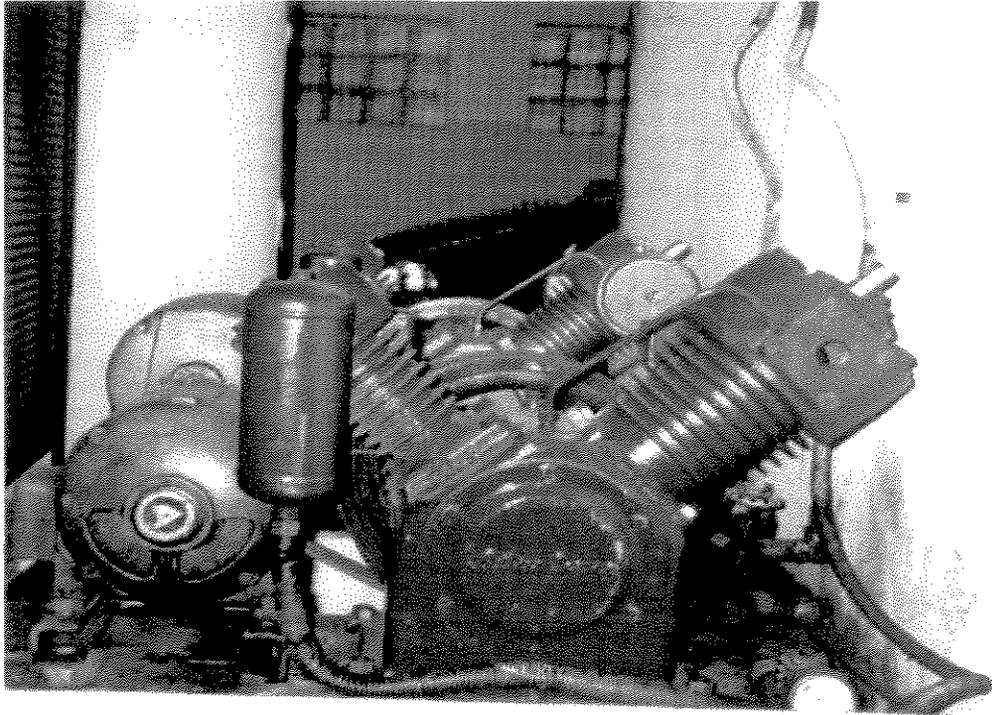
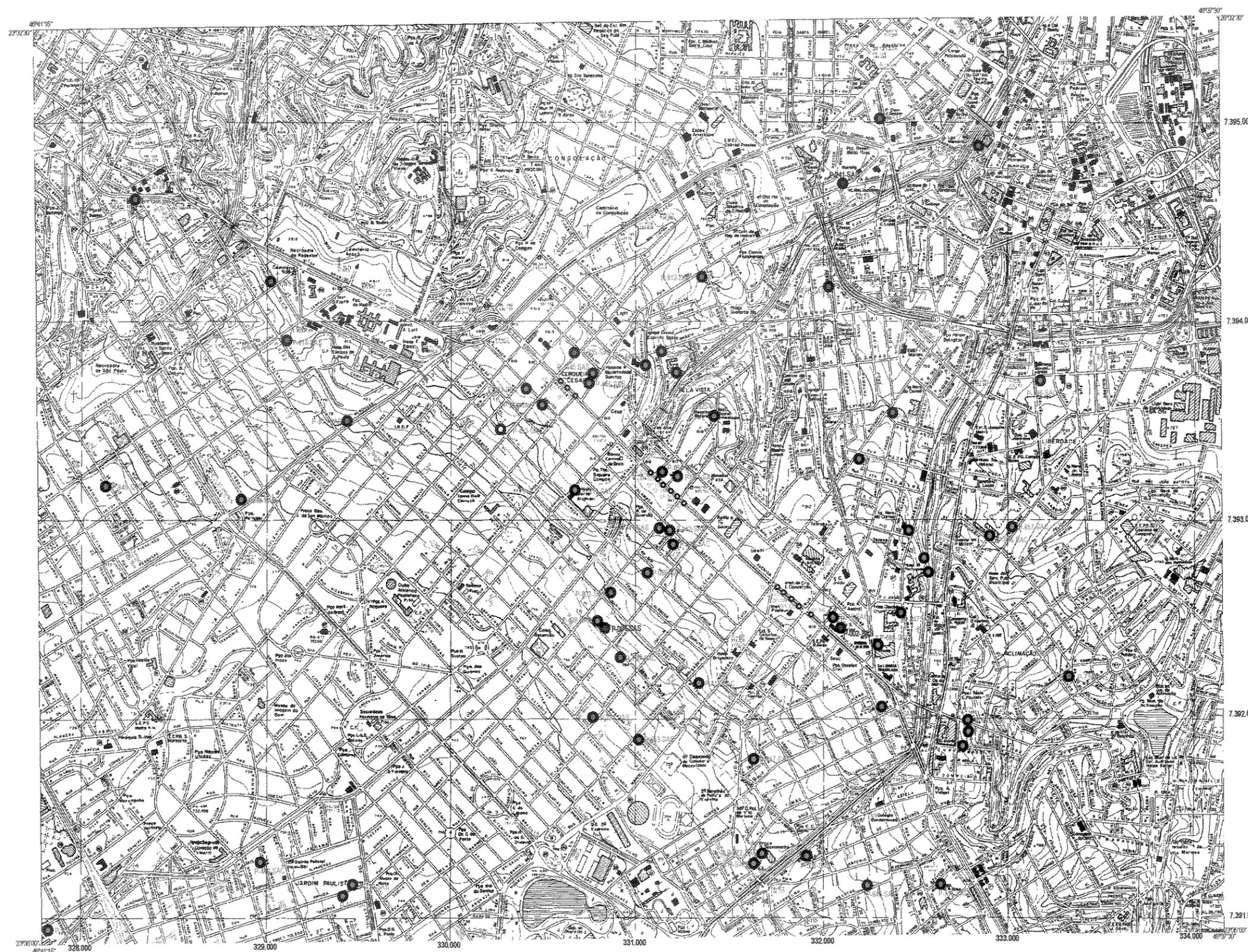


Foto 7.2.1 - Compressor, equipamento usado para bombear água de poço através da injeção de ar. Esta foto serve para ilustrar uma das situações discutidas no último parágrafo.

De qualquer forma e apesar dessas dificuldades, procurou-se durante o trabalho de campo, fazer medições do nível dinâmico dos poços, onde havia dispositivo instalado para essa finalidade e onde o usuário autorizou a realização do teste. O resultado desse esforço está apresentado na última coluna da *tabela 7.2.4* sob a denominação de nível dinâmico dois – ND2. Os demais dados foram obtidos no relatório final de construção dos poços, constantes da documentação em poder do DAEE e apresentados pelos usuários por ocasião do cadastramento.

Numa situação como a ilustrada pela *foto 7.2.1*, o usuário leva a vantagem de gastar menos com a manutenção, uma vez que ela é feita em superfície, ao contrário da manutenção de poços que usam bombas submersas para realizar a exploração. Contudo, esse tipo de arranjo propicia a obstrução das normas vigentes. Neste caso em particular, o usuário mandou lacrar a boca do poço, medida impeditiva da realização de qualquer tipo de teste físico no mesmo.

7.2.1 MAPA de DISTRIBUIÇÃO de POÇOS TUBULARES PROFUNDOS LOCADOS na REGIÃO da AVENIDA PAULISTA



**LEGENDA**

- POÇO ATIVO VISITADO
- POÇO ATIVO NÃO VISITADO
- POÇO DESATIVADO VISITADO
- SONDAJEM DA CIA DO METRÔ
- SAC SISTEMA AQUIFERO CISTALINO
- SAS SISTEMA AQUIFERO SEDIMENTAR
- P-688 Nº DE ORDEN DO POÇO

Folha Cerveira Cesar Nº 2314  
 Referência Cartográfica SF-23-Y-C-VI-2-ND-D  
 Município de São Paulo  
 Escala 1:10.000  
 EMLPLASA- Empresa Metropolitana de Planejamento  
 GRANDE SÃO PAULO  
 ULTIMA ATUALIZAÇÃO DEZEMBRO 1995

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
Instituto de Geociências - IG
Departamento de Geologia e Recursos Naturais - DGRN
Dissertação de Mestrado
RODRIGUES R. de A. (2002)

**Tabela 7.2.4 - Nível da Água nos poços ao longo da Avenida Paulista entre 1985/2001.**

DAEE	Ano	Profundidade do Poço	Nível estático	Nível Dinâmico 01	Vazão de teste M³/h	Nível Dinâmico 02	Vazão atual M³/h	Cota topográfica
341	1985	170,00	78,10	102,00	4,00	119,47	6,00	810
516	1988	100,00	76,50	102,20	7,20	101,01	6,00	800
445	1989	98,00	62,54	84,30	1,00	SM	1,00	815
607	1989	162,00	72,62	125,51	7,90	SM	7,00	818
894	1989	280,00	79,93	101,7	9,00	SM	9,00	830
664	1991	108,00	36,40	98,10	1,05	87,73	1,05	800
665	1991	105,00	38,10	84,8	0,85	51,55	0,85	800
301	1992	218,00	83,37	123,53	20,84	126,76	16,50	818
088	1993	177,00	80,98	98,32	15,50	159,04	3,27	805
316	1994	250,00	103,05	144,30	8,40	138,50	5,75	817
383	1996	165,00	49,50	53,00	16,70	SM	5,00	818
719	1996	80,00	23,82	68,17	2,00	SM	2,00	800
342	1997	120,00	74,00	83,00	8,00	81,08	6,00	810
446	1997	130,00	61,00	79,00	8,00	SM	10,50	818
447	1998	195,00	113,00	165,40	34,30	SM	6,00	815
448	1998	161,50	64,17	124,50	11,80	100,08	13,00	810
453	1998	191,00	56,00	126,00	9,00	SM	9,00	800
482	1998	150,00	34,30	117,84	1,16	132,20	1,16	800
576	1999	163,35	94,42	138,00	14,14	135,00	12,00	815
612	1999	205,50	90,63	114,77	24,00	119,78	10,00	810
624	1999	150,00	92,38	122,50	10,70	87,00	8,00	802
716	1999	468,00	102,00	178,00	6,00	SM	6,00	805
812	2001	331,00	29,34	177,20	0,70	SM	0,70	800

Fonte: Diversas, Org. RODRIGUES F. de A (2002). LEGENDA: SM sem medida

Da amostra apresentada na tabela acima, os poços mais próximos da Avenida Paulista são o P-301, P-316 e P-894, cujos NA's são muito diferentes daqueles obtidos nas campanhas de monitoramento executadas pela companhia do metrô. Nota-se que a construção dos mesmos foi, respectivamente, em 1989, 1992 e 1994. Curiosamente o poço P-894 foi construído em 1989, ano em que a companhia do metrô realizou a última campanha de monitoramento do NA no canteiro de obras da Linha Verde. Este poço apresenta seu nível estático seis vezes mais baixo que os níveis apurados nas estações TRIANOM/MASP e BRIGADEIRO LUIS ANTONIO. Embora os poços captem água em níveis mais profundos do que as superfícies freáticas, esse dado é importante, por demonstrar que os níveis da água podem variar espacialmente, mesmo que em distâncias relativamente pequenas. Isso se observa, por exemplo, comparando-se o ND do poço P-301 e P-088, que são respectivamente, 98,32 e 144,30.

Dos 23 poços mais próximos da Avenida Paulista, conseguiu-se medir o novo nível dinâmico em 13, e em 10 deles não foi possível. Tais medidas não foram feitas pelas seguintes razões: em três, os usuários não autorizaram, em quatro não havia dispositivos instalados para viabilizar o teste e em outros três os dados cadastrais foram levantados quando o trabalho de campo já havia sido feito. Em 8 dos 13 poços, onde se executou o teste, observou-se que o nível dinâmico atual (nível dinâmico dois - ND2) havia se recuperado em relação ao nível dinâmico encontrado durante o teste de bombeamento e, em 5 poços o novo ND2 havia rebaixado.

O melhor ND medido foi o do poço P-624, cuja recuperação foi 35,50 metros e o maior rebaixamento ocorreu no poço P-088 que foi de 98,32m para 159,04 o que representa uma diferença da ordem de 60,72 metros. Obviamente, estes casos representam os dois extremos da situação atual dos poços amostrados e possivelmente são resultados de condições de exploração diferenciadas (essas condições não se refletem no aquífero localmente, posto que, nos poços do entorno tais parâmetros não apresentaram essas discrepâncias). No primeiro caso, pode-se imaginar que a melhoria do ND resulta de um regime de exploração racional da água subterrânea, isto é, um regime que respeita a capacidade produtiva do poço; já no segundo caso, observa-se que o usuário não respeita o limite de produção do poço e disso decorre o rebaixamento do ND, que neste caso pode ser função da superexploração (se isso acontecesse com os demais poços do entorno), ou da perda de eficiência do poço ou ainda, da interferência entre poços, o que é mais provável.

Uma observação do *gráfico 7.2.5 (página 63)*, sugere que a evolução do nível dinâmico nos poços parece estar mais diretamente relacionada à intensidade do bombeamento do que à idade do poço, propriamente dita. E isso pode ser constatado da seguinte forma: por exemplo, se tomados como referências os poços P-301, P-316, P-576 e P-612 construídos respectivamente, em 1993, 1994 e 1999, observa-se que o comportamento do ND no período vem se mantendo estável. Houve um pequeno rebaixamento nos poços P-301 e P-612 e houve recuperação nos poços P-316 e P-576. Disso pode-se deduzir duas coisas: primeiro, o rebaixamento está ocorrendo em pontos isolados do aquífero, onde a intensidade da exploração supera a capacidade de

produção e de recuperação do poço e segundo, o rebaixamento é função da intensidade do bombeamento e não da idade do poço, posto que poços que estão operando desde 1985/1988, como é o caso dos poços P-341 e P-576, estão apresentando em 2001 uma relativa estabilidade na evolução de seus ND's.

A hipótese levantada para estabelecer a relação entre ND, bombeamento e tempo, consubstancia-se nas seguintes questões: primeiro, na medida em que um poço opera com a mesma intensidade num período de tempo prolongado, cinco anos por exemplo, captando os mesmos volumes de água, não seria surpresa alguma que houvesse rebaixamento do ND naquele ponto de captação, mesmo em condições naturais, o que não é o caso da área em questão, posto que as atividades de origem antropogênica já transformaram radicalmente o ambiente onde tais recursos são explorados. E segundo, porque os dados apresentados demonstram claramente que os poços bem cuidados, isto é, que passam por manutenção adequada e cuja intensidade de bombeamento é menor do que a capacidade produtiva do poço, mesmo que estejam funcionando há mais tempo, apresentam níveis dinâmicos estáveis e em alguns casos até houve recuperação em relação aos níveis obtidos no momento em que começaram a funcionar.

Para finalizar este item, ressalta-se que os argumentos e elementos constitutivos da discussão apresentada aqui são válidos para a amostra. Mesmo que seja de forma especulativa, tais argumentos se aplicam à situação verificada nos poços visitados e, constantes da figura 7.2.1 (página 58) e do mapa anexo, na medida em que a relação rebaixamento/recuperação de nível da água em cada poço parece ser função da intensidade da exploração, e das condições de operação do próprio poço e, por isso mesmo, não obedece, um padrão homogêneo. Todavia, à realização de estudos mais detalhados são necessários para descobrir os elementos que regem essa relação.

No próximo item será feita uma discussão sobre os aspectos qualitativos das obras de captação de água subterrânea e, sobre sua qualidade.

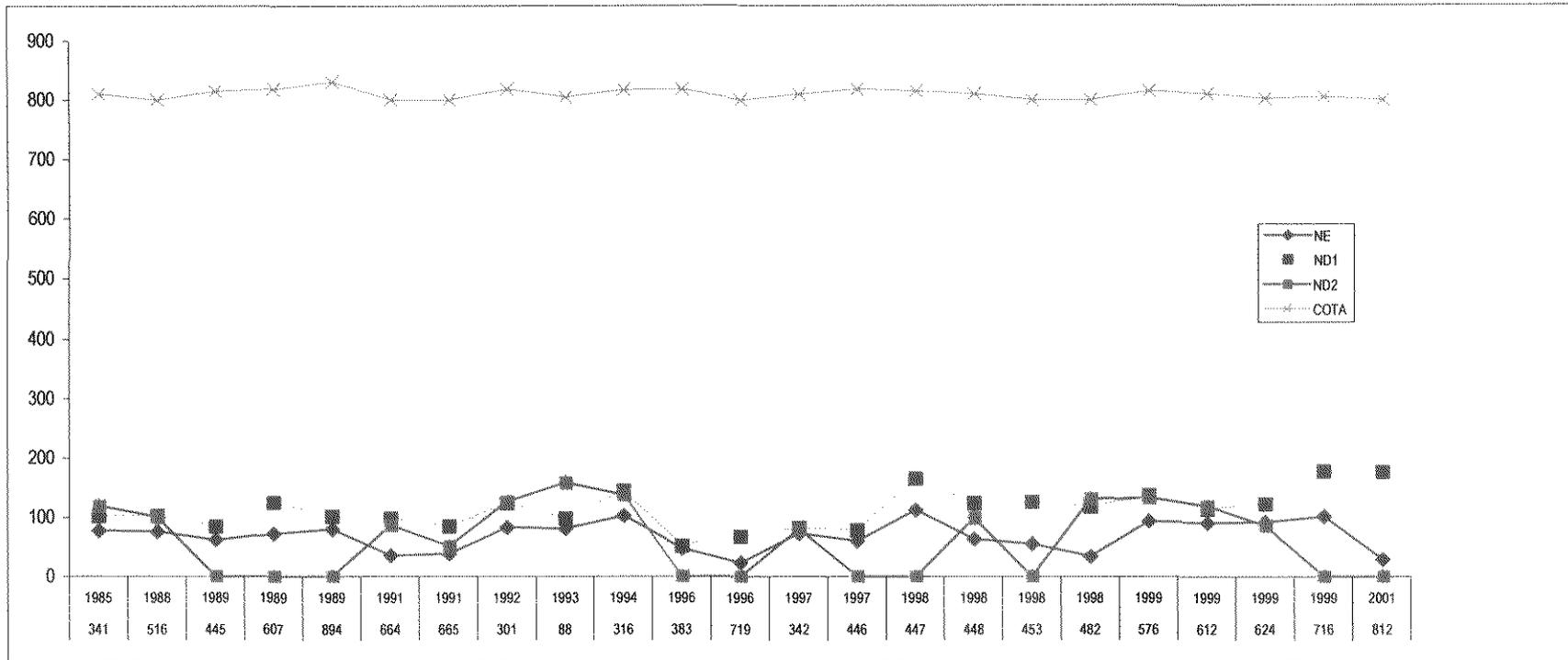
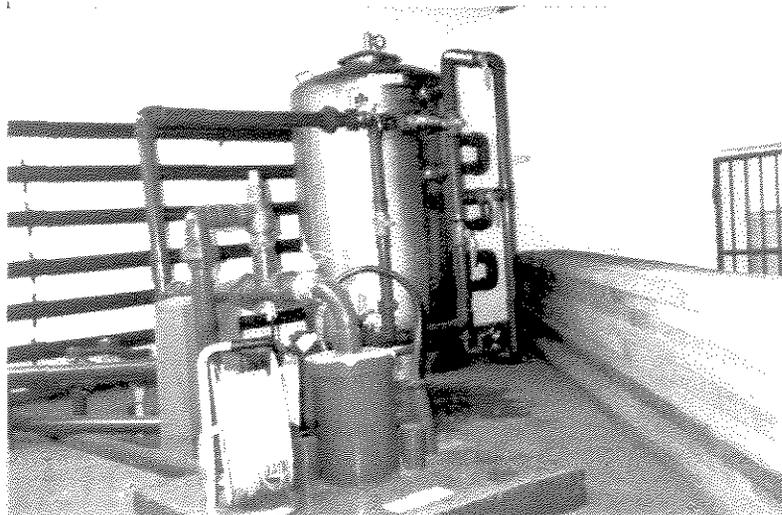


Gráfico 7.2.5 - Comportamento do nível d'água em poços de produção no entorno da Avenida Paulista entre 1985/2001

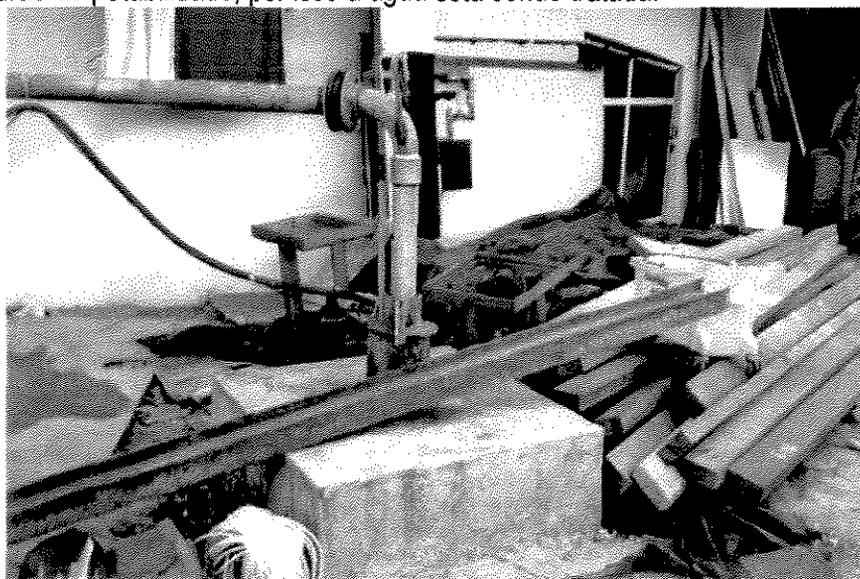
### **7.3 Água Subterrânea e obras de captação**

As obras de captação de águas subterrâneas na região da Avenida Paulista são poços tubulares, cujas profundidades variam de 50 a 312 metros. A maior parte deles foi construída por empresas com experiência comprovada no segmento de exploração de água em profundidade, tais como: Hidrogesp, Geoplan, Constrolli, Aguabrás, T. Janer e outras.

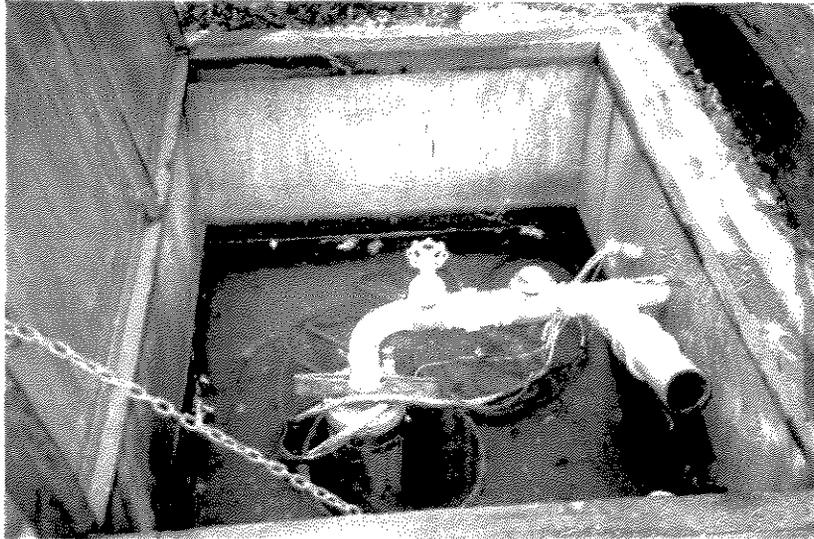
De modo geral, as estruturas de construção obedecem às normas técnicas, no que se refere ao furo propriamente dito, porém o mesmo não acontece com as áreas reservadas para proteção. Disso decorre a constatação de realidades muito díspares entre os usuários de águas subterrâneas, no contexto de abrangência do presente estudo. Em alguns casos, nota-se que mesmo em poços que já estão funcionando há mais de três anos, a estrutura continua intacta em face do planejamento que o usuário do recurso faz, quanto à quantidade de água a ser explorada, o tempo de funcionamento das bombas, o tratamento, a correta manutenção dos equipamentos, e assim por diante. Em outras situações, observa-se que a falta desse planejamento, necessário para manter a obra de captação (poço) funcionando, compromete, entre outras coisas, a qualidade da água, os equipamentos e ainda reduz a vida útil do empreendimento. As fotos 7.3.2 e 7.3.3 demonstram a boa condição estrutural dos poços mencionados na primeira situação já as fotos 7.3.4 e 7.3.5 refletem o quadro descrito na segunda situação. Além dos poços representados a seguir, outras fotografias retratando situações semelhantes podem ser vistas nos anexos.



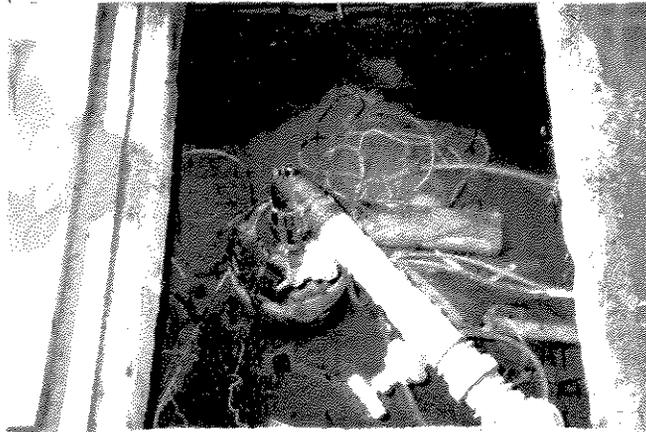
**Foto 7.3.2** – O poço tubular mostrado acima tem 205m de profundidade e três anos de funcionamento. Esta foto mostra que as instalações deste poço são excelentes. Além da boa higienização do ambiente, observa-se que a laje de proteção e a área de proteção obedecem rigorosamente os critérios técnicos e legais. O cilindro inoxidável instalado no local reflete a preocupação do usuário com a boa qualidade do recurso; trata-se de uma mini estação de tratamento para metais pesados (ferro, prata, chumbo, cobre e outros). No caso em questão, o ferro é, no momento atual, o único elemento químico associado à água que apresenta concentração acima do padrão de potabilidade, por isso a água está sendo tratada.



**Foto 7.3.3** - Poço tubular profundo com 170m e quatro anos de funcionamento. Pela foto acima pode-se observar que apesar dos poucos cuidados do usuário com a área de proteção do poço, totalmente ocupada por restos de materiais da construção civil, sua entrada está bem protegida. No caso em questão, a estrutura de cimento constitui a caixa e a laje de proteção que são as condições mínimas exigidas pelas normas legais vigentes.



**Foto 7.3.4** - Poço tubular profundo com 177m e oito anos de funcionamento. A foto acima demonstra que apesar da existência de uma caixa de cimento, construída para proteger a entrada do poço, isso não vem acontecendo. Nota-se neste poço algumas deficiências de ordem construtiva. Primeiro, a caixa de proteção está abaixo do nível do solo, e não houve preocupação com a construção de drenos para escoamento das águas pluviais tanto da superfície do terreno, quanto do seu interior. Daí porque se nota uma grande quantidade de água acumulada no interior da caixa de proteção. Segundo, o tubo com maior diâmetro para proteger a tubulação introduzida no poço está aberto, quando deveria ser fechado; disso decorre que um pequeno aumento da quantidade de água já acumulada no interior desta caixa, pode promover a contaminação da água subterrânea e, conseqüentemente, a condenação do poço.



**Foto 7.3.5** - Poço tubular profundo com 170m e 15 anos de funcionamento. Neste poço há um grande relaxamento com a manutenção. Observa-se que a estrutura da tubulação e instalações elétricas encontra-se em estado precário. Também se nota que no interior da caixa de proteção existe água acumulada e também uma boa quantidade de sedimentos carreados da superfície. A coloração avermelhada observada no interior da caixa de proteção é de ferro oxidado, no caso em questão a concentração desse elemento químico é muito superior àquela admitida pelos padrões de potabilidade.

Por fim, constatou-se durante o trabalho de campo, que os poços com maiores profundidades em geral possuem uma estrutura construtiva melhor do que aqueles com menos de 70 metros. Essa realidade talvez se justifique pelo fato de que apenas as empresas de grande porte dispõem de recursos suficientes para perfurar um poço com mais de 120m, especialmente quando se sabe que a partir desta profundidade pode-se encontrar rocha cristalina. Feito este breve histórico da situação atual das obras de captação de águas subterrâneas será apresentado, a seguir, uma síntese dos parâmetros considerados adequados à boa qualidade da água. Ou seja, serão apresentados os dados relativos aos parâmetros físico-químicos presentes na água subterrânea, os quais são indicadores de boa ou de má qualidade do recurso.

#### **7.4 Qualidade das águas subterrâneas**

A relativa boa qualidade das águas subterrâneas resulta das melhores condições de proteção natural, em relação às águas superficiais. E a razão é simples, sua ocorrência se dá sempre no subsolo, geralmente em grandes profundidades e, por isso mesmo, as substâncias contaminantes não conseguem atingir os aquíferos imediatamente e em alguns casos, quando isso ocorre, o contaminante chega no aquífero enfraquecido.

Na área de estudo foram encontrados alguns indícios de contaminação, todavia os conhecimentos atuais explicam que essa contaminação é resultado de atividades antrópicas localizadas, estando associadas a deficiências construtivas, à falta de manutenção, e principalmente, pelo abandono da obra de captação sem o devido fechamento.

Sabe-se, hoje, que as águas subterrâneas contam com um excelente filtro natural constituído pelo próprio solo, o que não acontece com os mananciais de superfície. Contudo, mesmo sendo um recurso relativamente bem protegido, existem pontos no sistema que são vulneráveis à poluição e à contaminação, por exemplo, os poços mal construídos e os abandonados, que podem comprometer a qualidade do recurso. Neste caso faz-se necessário a adoção de uma série de

cuidados sob pena de comprometimento da qualidade da água e, conseqüentemente, de sua quantidade.

A contaminação das águas subterrâneas na metrópole paulistana já vem sendo estudada há algum tempo e sua origem é atribuída a vários fatores, destacando-se entre eles os poços construídos próximos a cemitérios, a fossas sépticas, aos lixões e inclusive a aterros sanitários e indústrias metalúrgicas e químicas, etc. E a situação agrava-se mais ainda quando o poço é mal construído, ou quando é abandonado sem a devida selagem sanitária.

Destaca-se, ainda neste contexto de metrópole, os poços contaminados com ferro-bactéria, como é o caso dos poços P-069 e P-301, mostrados pelas fotos 7.4.6 e 7.4.7. Embora se trate de uma condição anômala, posto que o ferro está associado à formação rochosa, em certas condições o aumento da concentração deste elemento químico na água subterrânea é o resultado da falta de manutenção. Por exemplo, o desgaste natural das instalações (bombas, tubulação principalmente de aço galvanizado, cabos elétricos etc.), irregularidades de ordem construtiva e até posicionamento das bombas submersas podem provocar o aumento da concentração do contaminante na água. No entanto, essa situação pode ser evitada, se houver um bom programa de manutenção e conservação das instalações e equipamentos.



**Foto 7.4.6** - Poço tubular profundo (134m) construído em 1992. O poço mostrado pela foto 7.6 estava desativado na época que foi feito o trabalho de campo. Em entrevista com o usuário, apurou-se que o mesmo tinha sido desativado para manutenção, posto que uma análise físico-química havia encontrado 28mg/l de ferro por litro de água. Apurou-se ainda, que o usuário fazia manutenção preventiva/corretiva anualmente, contudo a presença do ferro na água diminuía nos primeiros três meses pós-manutenção e começava a aumentar nos meses seguintes.



**Foto 7.4.7** - Poço tubular profundo (218m) construído em 1992. Este poço está com água imprópria para consumo humano devido à alta concentração de ferro, 16mg/l. A coloração avermelhada no interior da caixa de proteção é bem representativa do contaminante principal. No caso em questão, o usuário suspeita que o aumento da concentração de ferro esteja relacionado à extração de água através da injeção de ar comprimido no sistema aquífero. Situação essa que provoca maior oxidação e conseqüentemente maior precipitação do ferro.

Além da já mencionada concentração natural de ferro encontrada nas águas que percolam pelos sedimentos Terciários da Bacia de São Paulo, outras substâncias, tais como: *cobre, fluoretos, cloretos, nitratos, nitritos, cádmio e prata* ocorrem com alguma freqüência nas águas subterrâneas da RMSP. Estas substâncias estão associadas a diversos fatores, tais como os mencionados em parágrafo precedente e em resíduos industriais de modo geral. Todavia, a presença destas substâncias na água subterrânea não inviabiliza seu uso e onde as concentrações são restritivas, os usuários fazem tratamento, a fim de alcançar os padrões de potabilidade definidos pelo Ministério da Saúde. Um bom exemplo desses esquemas de tratamento foi mostrado pela *foto 7.3.2* (página 66) feita no poço P-612.

Das pesquisas contemporâneas, relacionadas a problemas de contaminação das águas subterrâneas, a dissertação de mestrado de MIGLIORINI (1994), traz bons exemplos. Este autor estudou o entorno de um dos maiores cemitérios do País, o cemitério de Vila Formosa em São Paulo e concluiu que no local havia vários poços cacimbas e tubulares profundos, contaminados por substâncias nocivas à saúde humana.

O estudo em apreço identificou na água subterrânea explorada naquela área, a presença de nitratos, nitritos, amônia, manganês, cromo, ferro, prata e alumínio, sendo a causa mais provável, segundo MIGLIORINI (*op.cit.*), a decomposição dos restos humanos, os vernizes, as tintas e outras guarnições usadas na confecção das urnas funerárias.

Além das fontes contaminantes mencionadas até agora, é bom lembrar que no meio urbano existem outros focos de contaminação potencial da água subterrânea, tais como: os vazamentos de combustíveis dos postos de gasolina, eventuais acidentes em dutos de transporte de gás, as fossas negras e vazamentos de esgotos e de galerias de águas pluviais. Apesar de todos esses problemas, observa-se que as substâncias comprometedoras da qualidade das águas subterrâneas são relativamente pequenas e localizadas, quando

comparadas em termos, tanto quantitativos como qualitativos, aos vetores de contaminação direta das águas superficiais.

Uma síntese geral dos principais indicadores de qualidade da água subterrânea na área de estudo será apresentada na *tabela 7.4.5*. Estes dados foram obtidos nos relatórios de construção dos poços e com os próprios usuários. Deve-se ressaltar que eles representam só uma amostra, uma vez que se referem apenas aos poços devidamente cadastrados.

Em que pese ter sido medido em campo apenas um parâmetro, o potencial de hidrogênio - pH (pretendia-se inicialmente fazer a medida de outro parâmetro em campo, a Condutividade Elétrica – CE) como pode ser observado na última coluna da *tabela 7.4.5*, o resultado foi satisfatório, uma vez que para este parâmetro, quase todas as captações estavam com o potencial de hidrogênio da água entre 5.0 e 9.0. Apenas nos poços P-342, P-446, P-482 e P-665 foram registrados pH muito baixos, indicando a necessidade de correção da qualidade da água antes de ser usada para consumo humano.

Além do pH medido em campo, obteve-se nos relatórios dos poços, os seguintes parâmetros (descritos na *tabela 7.4.5* da esquerda para a direita): cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos – STD, alcalinidade de bicarbonatos, dureza, nitrogênio nítrico, ferro, cloretos e sulfatos. Havia outros parâmetros analisados, porém os mais freqüentes, segundo as análises, foram estes.

**Tabela 7.4.5 - Parâmetros de qualidade da água subterrânea na região da Paulista.**

DAEE	Cor	Turbidez	pH	STD	Alc. Bicarbonatos	Dureza	N nítrico	Ferro	Cloretos	Sulfatos	pH
069	5,00	0,50	6,10	114,00	16,00	24,00	SI	0,20	17,00	24,80	SI
088	5,00	0,40	6,60	103,00	22,00	27,00	0,10	SI	12,00	19,00	5,40
193	5,00	0,10	6,40	181,00	32,00	22,00	0,10	0,20	11,50	68,70	6,54
235	5,00	0,10	5,87	57,00	4,28	4,08	0,36	0,05	6,35	10,00	SI
241	18,00	14,0	6,20	517,00	33,00	61,00	0,10	0,20	11,00	29,90	SI
277	3,00	9,00	6,60	164,10	15,00	84,00	SI	0,20	25,00	6,00	6,90
301	5,00	1,28	6,92	100,00	30,38	15,76	0,076	0,11	17,55	7,00	SI
316	5,00	0,20	6,70	235,00	52,00	0,58	0,10	0,30	17,50	45,70	7,08
320	10,00	0,66	6,70	21,00	8,00	4,00	0,10	0,10	22,00	12,00	5,73
341	SI	SI	6,80	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	5,60
342	5,00	1,00	7,50	40,00	18,00	8,00	0,10	0,10	10,00	14,00	4,40
380	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
383	5,00	0,21	7,50	40,00	18,40	8,00	0,06	0,05	17,91	14,00	7,58
386	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
396	5,00	1,06	6,32	59,00	27,09	19,80	0,02	0,11	9,95	SI	6,33
413	5,00	1,80	8,20	110,40	66,00	38,00	0,10	0,10	14,00	20,00	6,87
417	1,00	3,84	6,62	10,00	58,00	21,78	0,08	0,25	9,95	SI	4,98
429	2,50	0,29	6,47	140,00	22,00	22,00	SI	SI	SI	SI	4,70
430	5,00	0,30	6,60	202,00	60,00	42,00	0,50	0,20	10,00	38,6	6,50
434	5,00	1,80	7,00	91,20	40,00	36,00	0,10	0,10	10,00	28,00	6,25
443	20,00	20,20	7,44	390,00	132,60	51,50	0,02	0,44	15,92	SI	7,54
445	5,00	0,10	6,00	37,60	10,00	22,00	0,10	0,10	8,00	17,00	5,09
446	4,50	1,00	5,90	40,00	10,00	8,00	0,10	0,10	10,00	22,00	4,45
447	5,00	0,50	5,70	84,00	40,80	25,74	8,21	0,10	69,29	SI	SI
448	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6,02
452	5,00	1,00	6,50	44,00	8,00	24,00	0,10	0,10	10,00	13,00	5,43
453	5,00	SI	5,90	33,00	13,00	20,00	SI	0,10	11,00	SI	SI
482	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	4,50
503	10,00	4,39	7,97	190,00	85,68	33,66	0,03	0,29	19,90	SI	8,76
511	SI	SI	6,38	107,00	9,63	0,04	0,42	0,042	5,40	0,50	SI
516	10,00	2,08	6,06	55,00	5,94	5,94	0,08	0,44	5,97	SI	5,42
517	2,50	0,56	5,30	SI	5,00	9,00	0,12	0,12	SI	4,08	5,62
526	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
565	2,00	0,39	8,00	14,00	SI	6,00	SI	SI	SI	SI	SI
576	2,50	0,29	6,47	SI	140,0	22,00	SI	SI	SI	SI	5,60
606	SI	0,87	6,62	206,00	48,00	19,00	0,11	0,066	SI	SI	SI
607	6,00	2,00	7,00	60,80	12,00	30,00	0,10	0,10	4,00	20,00	SI
612	10,00	4,90	5,64	48,00	10,08	6,00	0,44	0,25	7,84	SI	6,57
618	1,00	SI	6,78	SI	52,00	27,00	SI	0,36	SI	SI	6,97
624	SI	1,00	7,80	50,10	34,10	7,70	0,11	0,066	SI	SI	7,65
646	1,50	38,00	5,81	76,00	12,84	7,00	0,17	3,61	SI	10,00	SI
653	5,00	2,00	6,80	270,00	28,00	52,00	0,10	0,04	11,00	19,50	SI
656	5,00	1,16	6,81	40,00	36,27	28,00	0,08	0,14	11,21	SI	6,40
657	5,00	0,85	6,24	32,00	16,14	12,00	SI	0,03	60,00	1,97	6,49
664	SI	SI	6,03	SI	SI	SI	SI	0,14	SI	SI	7,06
665	6,00	1,20	8,40	52,00	15,00	6,00	SI	0,10	20,00	24,00	4,50
688	3,50	0,20	7,50	248,00	30,00	50,00	0,02	0,10	11,00	28,20	SI
716	6,00	2,00	7,50	104,00	42,00	56,00	0,10	0,10	12,00	20,00	SI

DAEE	Cor	Turbidez	pH	STD	Alc. Bicarbonatos	Dureza	N nítrico	Ferro	Cloretos	Sulfatos	pH
719	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
736	40,00	20,00	7,40	208,00	32,00	60,00	0,10	0,10	20,00	28,00	SI
739	20,00	4,00	6,93	1,00	SI	23,00	SI	0,30	SI	SI	SI
777	6,00	2,00	6,90	96,00	20,00	58,00	0,10	0,10	22,00	20,00	SI
802	5,00	SI	7,20	32,00	30,00	30,00	SI	0,10	5,00	SI	SI
809	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
812	SI	9,00	5,00	120,00	108,00	SI	0,10	0,10	10,00	20,00	SI
814	5,00	0,18	7,20	33,00	22,00	28,00	0,09	0,10	SI	SI	SI
822	SI	1,20	7,70	SI	101,00	SI	SI	0,50	SI	SI	SI
825	13,00	6,00	5,14	58,00	SI	13,00	0,10	0,04	16,00	1,00	SI
845	1,00	20,00	6,11	SI	SI	SI	0,70	0,04	SI	SI	SI

Fonte: DAEE & Usuários, Org. RODRIGUES F. de A. (2002).

**LEGENDA:** SI = sem informação; pH = medidas feitas durante o trabalho de campo.

Pelos dados constantes da *tabela 7.4.5*, observa-se que a água subterrânea explotada na área de estudo tem relativa boa qualidade. Contudo, nota-se que em alguns poços foram encontrados, elementos químicos em concentrações acima dos padrões de potabilidade. É o caso do ferro, que nos poços P-443, P-516, P-618, P-646, e P-822 apresenta concentração acima de 0,30 mg/l. Também apresentaram concentrações de ferro no limite, ou quase, os poços P-316, P-417, P-503, P-612 e P-739.

Quanto às concentrações de cloretos e nitratos, apesar de altas (indicativas de poluição), não estão acima do padrão de potabilidade. Porém, em pelo menos dois poços, no P-447 e P-657, deve-se tomar alguns cuidados. Nestes dois poços, as concentrações de cloretos são altas, e, embora ainda não ofereçam risco para saúde humana, podem causar estragos na estrutura dos poços (tubulações, bombas, filtros, etc.), visto que os cloretos possuem propriedades bastante corrosivas.

O parâmetro dureza encontra-se dentro do padrão de potabilidade. Todavia, os poços P-241, P-277, P-443, P-716, P-736 e P-777 apresentam valores de dureza que podem oferecer riscos à sua estrutura construtiva, uma vez que a água com CaCO<sub>3</sub> acima de 50mg/l já é considerada um pouco dura (LOGAN, 1965 *in*; CPRM 1999) e nesta situação pode provocar incrustação e danificar o

revestimento, os filtros e inclusive as tubulações. Por outro lado, SANTOS (*In: CPRM, 1999*) afirma que uma água dura produz alto consumo de sabão e também dificulta o cozimento dos alimentos.

Em uma síntese da *tabela 7.4.5*, pode-se concluir que os indicadores de qualidade da água subterrânea, de certa forma, apresentam homogeneidade. Por exemplo, quando se observa um parâmetro abaixo ou acima dos limites estabelecidos em algum poço, logo se nota que os demais parâmetros são muito parecidos, ou seja, onde existe concentração de alguns elementos químicos acima dos padrões de potabilidade, os demais parâmetros também são ruins e por isso contribuem para diminuir a qualidade da água. Servem como exemplo dessa constatação, os poços P-241, P-277 e P-443.

Embora a qualidade da água apresente variação entre os poços observados, constatou-se que quase todos os usuários fazem monitoramento e também fazem coleta para análises físico-químicas periódicas. Alguns usuários mantêm contratos com empresas especializadas em tratamento de água e a frequência mais comum das campanhas de coletas para análises laboratoriais é mensal seguida de semestral, anual e diária e apenas 3 usuários dentre os 63 listados na *tabela 7.4.5* informaram não saber da existência dessas análises, uma vez que ainda não haviam feito manutenção alguma em seus poços.

## **7.5 Alguns parâmetros hidrogeológicos**

Fazer uma discussão técnica sobre as condições hidrogeológicas dos sistemas aquíferos em questão, não é objetivo do presente trabalho. Desta forma, os parâmetros apresentados na *tabela 7.5.6*, servirão apenas para ilustrar a situação dos sistemas aquíferos em espaços e momentos muito específicos. A verificação da maioria dos parâmetros hidrogeológicos em campo é praticamente impossível no momento atual, uma vez que os dados existentes são oriundos de fontes distintas (empresas perfuradoras de poços). Além disso, esses dados foram construídos com critérios diferentes e recentemente integrados em bancos de dados à revelia de observações sobre sua consistência. Disso decorre que sua utilização implica no reconhecimento de suas limitações e, portanto, numa

situação dessa o que é possível fazer é apresentar exemplos de alguns parâmetros medidos em pontos isolados do sistema, ou admitir que o coeficiente de transmissividade médio dos aquíferos em questão varia de  $10^{-7}$  a  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/d e os coeficientes de armazenamento variam de  $10^{-5}$  a  $10^{-2}$  m<sup>3</sup>/m, conforme conclusões dos estudos de águas subterrâneas realizados pelo DAEE (1975).

Os parâmetros apresentados na *tabela 7.5.6* na página seguinte são, respectivamente, a vazão específica, o rebaixamento específico, a profundidade do poço, os níveis estáticos e dinâmicos, a vazão atual e a formação de onde o poço explora a água. Estes números foram obtidos nos relatórios finais de construção, no campo e parcialmente discutidos anteriormente. Vale ressaltar que os relatórios finais muito raramente apresentam dados de transmissividade e armazenamento.

**Tabela 7.5.6 - Alguns Parâmetros Hidrogeológicos da região da Avenida Paulista.**

DAEE	Vazão Específica m³/h/m	Rebaixamento Específico m³/h/m	Profundidade do poço em (m)	Nível Estático m	Nível Dinâmico do relatório	Nível Dinâmico atual	Vazão em m³/h	Sistema Aquífero
069	0,191	7,662	134,000	51,920	83,200	117,050	8.500	SAC
088	0,306	3,270	177,000	SI	123,400	159,040	15.500	SAC
193	0,925	1,080	170,000	SI	97,440	117,450	30.000	SAC
235	0,180	5,290	SI	SI	65,520	SI	8.000	SAS
241	0,510	1,970	SI	SI	58,200	SI	15.850	SAC
277	SI	SI	SI	SI	SI	SI	2.000	SAS
301	0,592	1,687	218,000	88,370	123,530	126,760	20.840	SAC
316	0,203	4,911	250,000	103,050	144,300	138,500	8.400	SAC
320	SI	SI	108,000	SI	56,000	57,850	8.000	SAS
341	0,170	SI	170,000	78,100	102,000	119,470	4.000	SAS
342	0,890	1,120	120,00	74,000	83,000	81,080	8.000	SAS
380	SI	SI	170,000	SI	SI	122,030	13.000	SAC
383	4,700	0,210	SI	49,500	53,000	SI	16.700	SAC
386	0,270	3,610	SI	38,420	67,340	SI	8.000	SAS
396	0,294	3,400	130,000	38,000	72,000	101,650	10.000	SAC
413	0,555	2,812	165,000	61,000	89,120	99,040	10.000	SAC
417	0,320	3,121	SI	63,150	88,120	SI	8.000	SAC
429	0,023	41,770	100,000	40,000	75,200	32,020	1.800	SAS
430	0,769	1,300	135,000	29,000	55,000	51,550	20.000	SAS
434	0,455	2,195	SI	23,800	76,500	SI	24.000	SAC
443	0,500	2,000	SI	17,000	31,400	SI	7.200	SAC
445	0,046	21,760	SI	62,540	84,300	SI	1.000	SAS
446	0,440	2,250	SI	61,000	79,000	SI	8.000	SAS
447	0,200	4,990	SI	113,000	165,400	SI	34.300	SAC
448	0,195	5,113	161,500	64,170	124,500	100,080	11.800	SAC
452	0,057	17,390	68,000	16,000	56,000	37,120	2.300	SAS
453	0,128	7,777	SI	56,000	126,000	SI	9.000	SAC
482	0,138	72,017	SI	34,300	117,840	SI	1.160	SAC
503	0,012	81,100	211,000	67,020	164,340	161,560	1.200	SAC
511	SI	SI	SI	SI	SI	SI	4.000	SAS
516	0,280	3,569	150,000	76,500	102,200	101,010	7.200	SAS
517	0,121	8,215	100,000	53,800	103,090	91,000	6.000	SAC
526	0,051	SI	SI	17,000	SI	SI	3.760	SAS
565	0,318	3,136	240,000	45,320	83,520	SI	10.000	SAC
576	0,350	3,080	163,350	94,420	SI	135,000	14.140	SAC
607	0,149	6,695	162,000	72,620	125,510	SI	7.900	SAC
612	0,994	1,005	205,500	90,630	114,770	119,780	24.000	SAC
618	2,670	0,375	168,000	48,000	54,000	120,000	16.000	SAS
624	0,360	2,810	150,000	92,380	122,500	87,000	10.700	SAS
646	0,017	58,280	158,000	22,100	140,420	SI	2.030	SAS
653	0,200	5,000	100,000	54,000	74,000	SI	4.000	SAS
656	0,276	3,615	240,000	54,000	72,800	89,900	5.200	SAC
657	0,400	2,496	312,000	62,710	72,170	87,530	3.790	SAC
664	0,016	61,670	108,000	36,400	98,100	72,540	1.050	SAC
665	0,018	54,941	105,000	38,100	84,800	87,730	0.850	SAC
688	0,125	8,000	60,000	18,000	42,000	SI	3.000	SAS
716	0,078	12,660	468,000	102,000	178,000	SI	6.000	SAC
719	0,045	22,170	80,000	23,820	68,170	SI	2.000	SAS

DAEE	Vazão Específica m³/h/m	Rebaixamento Específico m³/h/m	Profundidade do poço em (m)	Nível Estático m	Nível Dinâmico do relatório	Nível Dinâmico atual	Vazão em m³/h	Sistema Aquífero
736	0,050	20,000	50,000	12,00	36,000	SI	1.200	SAS
739	0,720	1,380	SI	SI	SI	SI	8.000	SAC
777	SI	SI	SI	SI	60,000	SI	4.000	SAS
802	0,222	4,491	121,500	50,350	92,570	SI	5.000	SAS
809	0,063	15,666	152,000	18,000	112,000	SI	5.000	SAC
812	0,004	211,228	331,000	29,340	177,200	SI	0.700	SAC
814	1,210	0,820	111,500	29,540	36,960	SI	5.000	SAS
822	SI	SI	160,700	58,000	76,000	SI	18.000	SAC
825	0,209	4,769	168,000	79,000	110,000	SI	6.500	SAC
831	0,226	4,413	140,000	26,680	68,120	SI	5.000	SAS
845	0,150	6,625	64,000	18,520	42,370	SI	3.600	SAS
894	0,660	1,500	280,000	14,500	101,700	SI	9.000	SAC

Fonte: DAEE & Usuários, Org. RODRIGUES F. de A. (2002).

**LEGENDA:** SI = sem Informação; SAC = sistema aquífero cristalino e SAS = sistema aquífero sedimentar.

A *tabela 7.5.7* foi construída a partir dos dados obtidos com o teste de vazão máxima, realizado em 1994, quando o poço P-316 (perfurado no Sistema Aquífero Cristalino) entrou em operação. O teste em questão foi realizado num período de 24 horas, cujo intervalo de tempo entre as medidas são minutos e o rebaixamento foi medido em metros. Levando em consideração que a situação pode ter mudado nesse período, salienta-se que a segurança e precisão destes dados estão associadas ao cuidado em interpretá-los à luz de suas limitações. Salienta-se, ainda, que o teste foi realizado no próprio poço, portanto os parâmetros obtidos refletem o comportamento da água no poço e não no aquífero.

**Tabela 7.5.7 - Teste de bombeamento/rebaixamento, P-316 (Aguabras, 94)**

T (min)	R (metro)								
0	103,05	12	122,51	70	131,43	360	138,42	900	143,49
1	106,69	14	123,37	80	131,89	390	138,89	960	143,72
2	109,57	16	124,13	90	132,11	420	139,32	1020	143,97
3	112,00	18	124,98	120	133,87	480	140,39	1080	144,13
4	114,30	20	125,61	150	134,79	540	141,07	1140	144,20
5	116,01	25	127,07	180	135,56	600	141,78	1200	144,24
6	117,85	30	128,05	210	136,02	660	142,22	1260	144,26
7	118,73	35	128,74	240	136,49	720	142,47	1320	144,26
8	119,55	40	129,29	270	136,91	780	142,70	1380	144,27
9	120,49	50	130,06	300	137,43	840	143,03	1440	144,30
10	121,31	60	130,88	330	137,94				

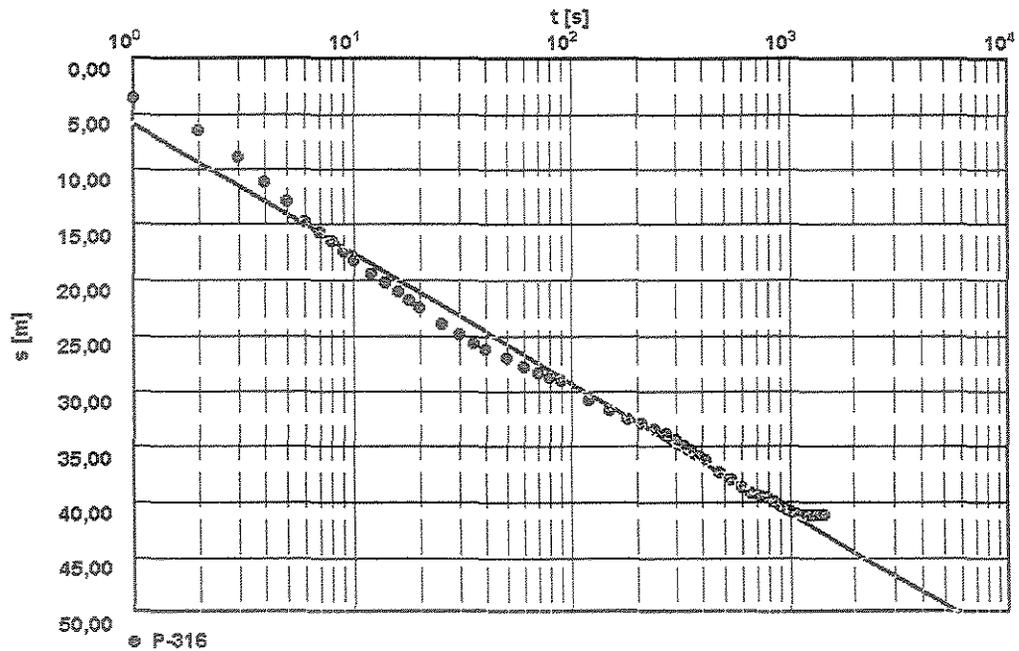


Gráfico 7.5.6 - Interpretação do teste de bombeamento do poço P-316.

Com os dados da *tabela 7.5.7*, o programa Aquifer Test, versão 2.55, produzido pela Waterloo Hydrogeologic Inc. e usando o método de análise COOPER & JACOB I, com correção para aquífero semi-confinado, construiu-se o gráfico 7.5.6, representando o teste de bombeamento do poço P-316. Com a interpretação deste gráfico concluiu-se que a transmissividade neste poço é de  $1,51 \cdot 10^{-6}$  (m<sup>2</sup>/s) e o coeficiente de armazenamento é  $1,08 \cdot 10^{-4}$  (m<sup>3</sup>/h/m). Já usando o método de análise proposto por NEUMAN's chegou-se à conclusão que o rebaixamento específico para o mesmo poço seria de  $1,09 \cdot 10^{-4}$  (m<sup>3</sup>/s/m). Embora não se possa aplicar esses dados para todo o sistema observa-se, que eles estão dentro das médias propostas por DAEE (1975).

Depois desta síntese sobre os principais parâmetros qualitativos e quantitativos da água subterrânea, será brevemente apresentada a discussão do próximo capítulo, que trará um conjunto de dados sobre volume explorado e custos. A perspectiva neste caso será a de demonstrar como a água explorada insere-se no sistema de abastecimento e, particularmente, o que ela representa para os usuários, na medida em que, além de diminuir a pressão sobre a rede pública, vem permitindo uma economia extraordinária de recursos financeiros.

## **8 INSERÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO**

### **8.1 Volumes de água explorados**

O volume de água explorado na região da Avenida Paulista é extraordinário e essa condição é propiciada pelas formações geológicas que armazenam e transmitem o recurso na área em apreço. A quantidade de água armazenada num sistema aquífero é função da capacidade de armazenamento da rocha. Por sua vez, o potencial de produção de um poço é função da capacidade que a rocha possui para transmitir água e essa capacidade é definida como sendo a condutividade hidráulica. Pelos dados de produção dos poços apresentados a seguir, pode-se afirmar que as condições descritas nesta breve introdução estão presentes na área do estudo de caso.

### **8.2 Potencial de produção dos poços ativos**

Os 62 poços constantes do cadastro DAEE na região da Avenida Paulista possuem potencial para explorar cerca de  $519\text{m}^3/\text{h}$ , sendo que a menor vazão é a do poço P-665 com  $0,85\text{m}^3/\text{h}$  e a maior do poço P-447 com capacidade total de  $34,30\text{m}^3/\text{h}$ . A produção varia muito de um poço para outro, contudo, a média simples da amostra indica que estão sendo explorados  $8,65\text{m}^3/\text{h}$ , número menor que os  $10\text{m}^3/\text{h}$  estimados por FUSP (2001).

Durante o trabalho de campo foi possível visitar 40 poços (64,5% dos poços cadastrados na região). Porém apenas 33 poços dos 40 visitados estavam operando normalmente e produzindo em torno de  $95,000\text{m}^3$  de água por mês, ou  $9,6\text{m}^3/\text{h}$ . E por falta de autorização, ou porque o cadastro só foi liberado após o trabalho de campo, não foram visitados 22 poços (35,5%) do universo pesquisado.

Ainda durante o trabalho de campo, verificou-se junto aos usuários, que dos 62 poços constantes do cadastro, 5 haviam sido desativados, em razão do processo de corrosão dos equipamentos, face as altas concentrações de ferro na água.

Tomando por média  $9,6\text{m}^3/\text{h}$  por poço em regime de operação de 10 horas diárias, o volume médio mensal explotado pelos 62 poços será  $178.560,00$  metros cúbicos ( $\text{m}^3/\text{mês}$ ) de água. Observa-se, neste caso, que a média de produção basicamente atinge os  $10\text{m}^3/\text{h}$  estimados por FUSP (2001). Observa-se também que a média de produção, quando se consideram os volumes medidos pelos hidrômetros da SABESP, passa a ser maior do que a média considerando-se o potencial produtivo de cada poço e isso acontece porque ou a produção individual do poço aumentou, ou as informações constantes do cadastro não são reais.

Chegou-se ao volume de água produzido por mês para os 62 poços amostrados, por meio das seguintes equações:

a- (volume médio por hora \* 10 horas) = volume médio diário por poço;

b- (volume médio diário \* 30 dias) = volume médio mensal por poço; e

c- (volume médio mensal \* 62 poços) = volume médio mensal para 62 poços.

Embora estes números estejam bem próximos da realidade atual, salienta-se que eles resultaram de uma média simples que considera o poço funcionando 10 horas por dia, portanto podem ser tanto maior em um conjunto de poços como menor em outro, na medida que o regime de funcionamento varia desde 1 até 21 horas por dia.

Em continuação a discussão feita até aqui, será apresentado a seguir um conjunto de 4 tabelas, construídas com números referentes ao consumo mensal de água, dos usuários proprietários dos poços monitorados para este trabalho. O objetivo de apresentar esses números está associado ao propósito de demonstrar os benefícios propiciados pelo uso das águas subterrâneas, em relação às águas fornecidas pela rede pública de abastecimento, especialmente no que se refere à questão dos custos.

Antes de apresentar tais números, é importante frisar que as tarifas de água e esgoto praticadas pelo concessionário do serviço de abastecimento na RMSP

são muito altas. Além disso, atualmente o concessionário do serviço não pode dar garantias de que atenderá 100% das demandas de água existentes. Disso decorre que os usuários com maior poder aquisitivo, cada vez mais investem na exploração de águas subterrâneas e, com isso, não só estão atendendo suas necessidades, como estão fazendo economias extraordinárias de recursos financeiros.

A *tabela 8.2.1* a seguir apresenta as diversas faixas de tarifas praticadas pela SABESP para o fornecimento de água potável. Ressalte-se aqui, que as tarifas praticadas para esgoto na RMSP são iguais às tarifas de água, logo na formação da conta d'água, todos os valores apresentados nesta tabela devem ser multiplicados por dois, dentro de sua respectiva faixa de consumo. Desta forma, um usuário residencial normal que consome até 10m<sup>3</sup> (metros cúbicos) de água por mês, terá como conta a quantia de R\$ 14,96 já que a taxa mínima (R\$ 7,48) será multiplicada por dois.

**Tabela 8.2.1 – Tarifas SABESP para água e esgotos na RMSP.**

Classe de consumo m <sup>3</sup>	Tarifas em R\$	Classe de consumo m <sup>3</sup>	Tarifas em R\$
Residencial social		Residencial favela	
0 a 10	2,99/mês	0 a 10	2,28/mês
11 a 20	0,52/ m <sup>3</sup>	11 a 20	0,26/ m <sup>3</sup>
21 a 30	1,83/ m <sup>3</sup>	21 a 30	0,86/ m <sup>3</sup>
31 a 50	2,61/ m <sup>3</sup>	31 a 50	2,61/ m <sup>3</sup>
> 50	2,88/ m <sup>3</sup>	> 50	2,88/ m <sup>3</sup>
Residencial normal		Entidades assistenciais.	
0 a 10	7,48/mês	0 a 10	7,49/mês
11 a 20	1,16/ m <sup>3</sup>	11 a 20	1,46/ m <sup>3</sup>
21 a 50	2,41/ m <sup>3</sup>	21 a 50	2,81/ m <sup>3</sup>
> 50	3,21/ m <sup>3</sup>	> 50	2,92/ m <sup>3</sup>
Comercial normal		Pública com contrato	
0 a 10	14,98/mês	0 a 10	11,24/mês
11 a 20	2,91/ m <sup>3</sup>	11 a 20	2,18/ m <sup>3</sup>
21 a 50	5,62/ m <sup>3</sup>	21 a 50	4,22/ m <sup>3</sup>
> 50	5,84/ m <sup>3</sup>	> 50	4,38/ m <sup>3</sup>
Pública sem contrato			
0 a 10	14,98/mês		
11 a 20	2,91/ m <sup>3</sup>		
21 a 50	5,62/ m <sup>3</sup>		
> 50	5,84/ m <sup>3</sup>		

Fonte: SABESP (2001).

Constam da *tabela 8.2.1* as tarifas dos serviços de água e esgoto para RMSP. Observa-se que a tabela em questão traz 7 faixas de tarifas, definidas de acordo com o perfil do usuário. Por estes dados, pode se notar que o morador de uma favela paga por sua conta de água e esgoto R\$ 4.56 por mês, considerando um consumo de até 10m<sup>3</sup>/mês. Já o usuário comerciante que usar os mesmos 10m<sup>3</sup>/mês tem que desembolsar uma quantia de R\$ 29.96, ou seja, uma diferença de 86.8%, para o mesmo volume de água consumido.

Também é possível notar que a conta d'água é composta de 5 e 4 faixas de tarifas diferentes conforme a categoria de usuários, isto é, a conta d'água é formada por valores diferenciados e isso depende também de cada nível de consumo. O primeiro nível refere-se ao usuário que consome até 10m<sup>3</sup>/mês, o segundo ao que consome entre 11m<sup>3</sup> e 20m<sup>3</sup>/mês, o terceiro ao que consome entre 21m<sup>3</sup> e 30m<sup>3</sup>, o quarto ao usuário que consome entre 31m<sup>3</sup>/mês e 50m<sup>3</sup>/mês e por fim, a 5ª faixa englobando os usuários com mais de 51m<sup>3</sup>/mês. É importante observar essa situação, porque o cálculo da conta d'água para os usuários das *tabelas 8.2.2 a 8.2.5* foi feito de acordo com esses critérios.

**Tabela 8.2.2 - Consumo médio mensal de águas subterrâneas.**

DAEE	USUÁRIO	VOLUME MENSAL (M <sup>3</sup> )	CUSTO MENSAL (R\$)
069	Condomínio Edifício Varan	86,00	214,44
088	Shopping Center Paulista	3.226,00	37.521,04
193	Hospital Beneficência Portuguesa	25.263,67	147.460,50
235	Novos Hotéis de São Paulo	1.986,50	11.521,84
241	Companhia Gerbur de Hotelaria	574,17	3.273,83
277	Administração Soma de Hotéis	718,00	4.113,80
301	Condomínio Edifício Eluma	1.566,67	9.070,03
316	Hospital Santa Catarina	4,00	5,99
320	IMAVEN – Imóveis e Agropecuária	1.317,67	7.615,87
341	Companhia Palmares Hotéis e Turismo	5.214,50	30.373,36
383	Edifício Alameda Santos	815,17	2.555,08
386	Nacional Par	1.000,00	5.760,68
396	Nikkey Palace Hotel	851,00	4.890,52
413	Hotel Porto do Sol	1.947,50	11.294,08
417	Condomínio Edifício Mansão Duque	451,00	1.386,09
429	Condomínio Edifício Saint Paul	643,50	2.004,02
430	Condomínio Edifício Maple Leaf Park	1.746,17	5.704,09
434	Condomínio Edifício Tatiana	2.321,00	26.950,64
443	Condomínio Edifício Itaguaí	750,83	2.348,54

DAEE	USUÁRIO	VOLUME MENSAL (M³)	CUSTO MENSAL (R\$)
445	Capital Center Hotéis	4.653,67	54.196,23
447	Hospital Alemão Oswaldo Cruz	4.540,67	26.438,19
448	Hospital Nove de Julho	5.177,33	30.156,29
452	Hotel Cardim Plaza	333,67	3.738,61
453	C. Leão Administração de Hotéis	2.400,00	13.936,68
503	Comércio de Alimentos T.B.	300,00	1.672,78
511	Eldorado Hotéis	2.349,34	13.640,83
516	Hospital Sírio Libanês	2.756,33	16.017,65
526	Auto-Posto Jardim das Bandeiras	75,33	360,61
565	Condomínio Ilhas Gregas	952,33	2.995,36
576	Hotel Renaissance	9.715,34	56.658,27
607	Hospital do Coração	4.200,00	24.448,68
612	Colégio Dante Alighieri	1.962,00	11.378,76
618	IBM do Brasil	9.081,83	52.958,57
624	Hotel Intercontinental	7.200,00	41.968,68
646	Serviço Social do Comércio	SI	SI
653	L.C. Administração de Restaurantes	1.800,00	10.432,68
657	Fundação Antonio Prudente	3.301,00	19.198,52
664	Hospital Santa Joana	839,50	4.875,92
688	Churrascaria Bovinu's	91,50	452,41
716	AMICO Assistência Médica	2.951,50	17.157,44
719	Balneário Maria Tereza	46,50	193,01
736	Brilhante Auto-Posto	34,50	125,57
739	Edifício Carajás	1.920,00	11.133,48
777	Edifício Las Ramblas	1.440,00	4.496,58
802	Edifício Pamplona	559,33	1.733,83
809	Varan Importação	851,00	4.890,52
812	Frei Caneca Shopping	420,00	2.373,48
814	Edifício Regente Park	1.032,00	3.251,10
825	Edifício The Universe	2.730,00	8.701,68
831	Churrascaria Vento Norte	331,67	3.715,27
845	Condomínio Vernon	1.498,25	17.340,92
894	Banco Real ABN AMRO	2.700,00	15.688,68
	<b>TOTAL</b>	<b>128.727,90</b>	<b>784.687,60</b>

Fonte: SABESP & DAEE org.: RODRIGUES F. de A. (2002). Legenda: SI = Sem informação

Constam da *tabela 8.2.2* os volumes médios de água subterrânea consumida mensalmente por 51 usuários sobre os quais havia dados disponíveis, bem como os respectivos valores das contas d'água. Observa-se que no referido mês foram consumidos 128.727,90 m<sup>3</sup> de águas subterrâneas, cujo custo foi de R\$ 784.687,60. Os custos mencionados nessa tabela referem-se às tarifas cobradas pela coleta de esgoto feita pela rede pública de abastecimento. Saliencia-se que, neste caso, tais usuários fizeram uma economia de 50% dos recursos destinados ao pagamento da conta de água (evidentemente aqui não foram computadas as despesas com energia e nem com tratamento da água, nos casos onde este é necessário). Saliencia-se também que grande parte dos usuários de águas subterrâneas não paga as tarifas de esgoto, uma vez que apenas 10% das obras de captação são conhecidas (FUSP, 2000) e, portanto, só esta parcela está regularizada.

**Tabela 8.2.3** - Consumo médio mensal de água da rede pública.

DAEE	USUARIOS	VOLUME MENSAL (M <sup>3</sup> )	CUSTO MENSAL (R\$)
069	Condomínio Edifício Varan	1.440,83	9.126,89
088	Shopping Center Paulista	2.128,33	24.700,25
193	Hospital Beneficência Portuguesa	20.811,50	242.919,70
235	Novos Hotéis de São Paulo	249,50	2.755,52
241	Companhia Gerbur se Hotelaria	69,83	656,97
277	Administração Hotéis Soma	13,83	52,25
301	Condomínio Edifício Eluma	74,67	713,51
316	Hospital Santa Catarina	7.766,75	90.557,00
320	IMAVEN - I Agropecuária	636,66	7.277,55
341	Companhia Palmares Hotéis e Turismo	1.580,16	18.297,63
383	Edifício Alameda Santos	316,67	1.909,78
386	Nacional Par	SI	SI
396	Nikkey Palace Hotel	105,00	1.067,76
413	Hotel Porto do Sol	155,00	1.651,76
417	Condomínio Edifício Mansão Duque	226,33	1.329,80
429	Condomínio Edifício Saint Paul	1.054,83	12.161,77
430	Edifício Maple Leaf Park	719,17	4.493,83
434	Condomínio Edifício Tatiana	386,17	2.355,97
443	Condomínio Edifício Itaguaí	676,00	4.216,68
445	Capital Center Hotéis	796,67	9.146,45
447	Hospital Alemão Oswaldo Cruz	6.605,16	76.989,63
448	Hospital Nove de Julho	492,66	5.595,63
452	Hotel Cardim Plaza	SI	SI

DAEE	USUARIOS	VOLUME MENSAL (M³)	CUSTO MENSAL (R\$)
453	C. Leão Administração de Hotéis	SI	SI
503	Comércio de Alimentos T.B.	955,16	10.997,63
511	Eldorado Hotéis	6,00	17,98
516	Hospital Sirio Libanês	10.730,50	125.173,60
526	Auto-Posto Jardim Bandeiras	36,83	277,33
565	Condomínio Ilhas Gregas	5.412,01	34.622,44
576	Hotel Renaissance	550,50	6.329,60
607	Hospital do Coração	6.115,00	71.264,56
612	Colégio Dante Alighieri	157,20	1.677,46
618	IBM do Brasil	20,50	93,78
624	Hotel Intercontinental	SI	SI
646	Serviço Social do Comércio	4.035,00	46.970,16
653	L.C. Administração de Restaurantes	SI	SI
657	Fundação Antonio Prudente	11.071,14	129.152,30
664	Hospital Santa Joana	6.393,00	74.511,60
688	Churrascaria Bovinu's Ltda	62,40	570,19
716	AMICO Assistência Médica	3.543,84	41.233,41
719	Balneário Maria Tereza	56,00	495,44
736	Brilhante Auto-Posto	70,00	658,96
739	Edifício Carajás	SI	SI
777	Edifício Las Ramblas	SI	SI
802	Edifício Pamplona	36,67	133,51
809	Varan Importação	115,17	1.186,55
812	Frei Caneca Shopping	SI	SI
814	Edifício Regente Park	379,50	2.313,15
825	Edifício The Universe	SI	SI
831	Churrascaria Vento Norte	32,60	455,71
845	Condomínio Vernon	831,00	5.211,78
894	Banco Real ABN AMRO	SI	SI
	<b>TOTAL</b>	<b>96.915,70</b>	<b>1.071.323,50</b>

Fonte: SABESP & DAEE org.: RODRIGUES F. de A. (2002), Legenda: SI = Sem informação

Pela *tabela 8.2.3* nota-se que o volume de água fornecido pela rede pública para 43 usuários no mês em questão foi de 96.915,70m<sup>3</sup> (metros cúbicos), cujo custo foi R\$1.071.323,50. Quando se compara o volume da *tabela 8.2.2* com o volume da *tabela 8.2.3* observa-se que o primeiro correspondeu a 53% do total de água consumida. No entanto, o custo do volume consumido no primeiro caso representou apenas 42% do custo do segundo. Por outro lado, observa-se também, que 9 usuários dos 52 constantes na *tabela 8.2.3*, não usaram neste mês a água fornecida pela rede pública. Isso quer dizer que, se todos os 62 usuários tivessem recebido água da rede pública, o custo de água no mês, basicamente,

teria atingido mais que o dobro do custo referente à água subterrânea.

**Tabela 8.2.4 - Percentual de água subterrânea no consumo total.**

DAEE	USUÁRIO	A. Subterrânea	A da Rede	AS+AR <sup>6</sup>	% de AS
069	Condomínio Edifício Varan	86,00	1.440,83	1.526,83	5,63
088	Shopping Center Paulista	3.226,00	2.128,33	5.354,33	60,25
193	Hospital Beneficência Portuguesa	25.263,67	20.811,50	46.075,17	54,83
235	Novos Hotéis de São Paulo	1.986,50	249,50	2.236,00	88,84
241	Companhia Gerbur de Hotelaria	574,17	69,83	644,00	89,16
277	Administração Soma de Hotéis	718,00	13,83	731,83	98,11
301	Condomínio Edifício Eluma	1.566,67	74,67	1.641,34	95,45
316	Hospital Santa Catarina	4,00	7.766,75	7.770,75	0,05
320	IMAVEN – I. Agropecuária	1.317,67	636,66	1.954,33	67,42
341	Companhia P. Hotéis	5.214,50	1.580,16	6.794,66	76,74
383	Edifício Alameda Santos	815,17	316,67	1.131,84	72,02
386	Nacional Par	1.000,00	SI	1.000,00	100,00
396	Nikkey Palace Hotel	851,00	105,00	956,00	89,01
413	Hotel Porto do Sol	1.947,50	155,00	2.102,50	92,63
417	Condomínio Ed. Mansão Duque	451,00	226,33	677,33	66,58
429	Condomínio Edifício Saint Paul	643,50	1.054,83	1.698,33	37,89
430	Condomínio Ed. Maple Leaf Park	1.746,17	719,17	2.465,34	70,83
434	Condomínio Edifício Tatiana	2.321,00	386,17	2.707,17	85,74
443	Condomínio Edifício Itaguaí	750,83	676,00	1.426,83	52,62
445	Capital Center Hotéis	4.653,67	796,67	5.450,34	85,38
447	Hospital Alemão Oswaldo Cruz	4.540,67	6.605,16	11.145,83	40,74
448	Hospital Nove de Julho	5.177,33	492,66	5.669,99	91,31
452	Hotel Cardim Plaza	333,67	SI	333,67	100,00
453	C. Leão Administração de Hotéis	2.400,00	SI	2.400,00	100,00
503	Comércio de Alimentos T.B.	300,00	955,16	1.255,16	23,90
511	Eldorado Hotéis	2.349,34	6,00	2.355,34	99,75
516	Hospital Sírio Libanês	2.756,33	10.730,50	13.486,83	20,44
526	Auto-Posto Jardim das Bandeiras	75,33	36,83	112,16	67,16
565	Condomínio Ilhas Gregas	952,33	5.412,01	6.364,34	14,96
576	Hotel Renaissance	9.715,34	550,50	10.265,84	94,64
607	Hospital do Coração	4.200,00	6.115,00	10.315,00	40,72
612	Colégio Dante Alighieri	1.962,00	157,20	2.119,20	92,58
618	IBM do Brasil	9.081,83	20,50	9.102,33	99,77
624	Hotel Intercontinental	7.200,00	SI	7.200,00	100,00
646	Serviço Social do Comércio	SI	4.035,00	4.035,00	0,00
653	L.C. Adm. Restaurantes	1.800,00	SI	1.800,00	100,00
657	Fundação Antonio Prudente	3.301,00	11.071,14	14.372,14	22,97
664	Hospital Santa Joana	839,50	6.393,00	7.231,50	11,61
688	Churrascaria Bovinu's	91,50	62,40	153,90	59,45
716	AMICO Assistência Médica	2.951,50	3.543,84	6.495,34	45,44

<sup>6</sup> AR = Água da rede e AS = Água Subterrânea.

DAEE	USUÁRIO	A. Subterrânea	A da Rede	AS+AR <sup>7</sup>	% de AS
719	Balneário Maria Tereza	46,50	56,00	102,50	45,37
736	Brilhante Auto-Posto	34,50	70,00	104,50	33,01
739	Edifício Carajás	1.920,00	SI	1.920,00	100,00
777	Edifício Las Ramblas	1.440,00	SI	1.440,00	100,00
802	Edifício Pamplona	559,33	36,67	596,00	93,85
809	Varan Importação	851,00	115,17	966,17	88,08
812	Frei Caneca Shopping	420,00	SI	420,00	100,00
814	Edifício Regente Park	1.032,00	379,50	1.411,50	73,11
825	Edifício The Universe	2.730,00	SI	2.730,00	100,00
831	Churrascaria Vento Norte	331,67	32,60	364,27	91,05
845	Condomínio Vernon	1.498,25	831,00	2.329,25	64,32
894	Banco Real ABN AMRO	2.700,00	SI	2.700,00	100,00
	<b>TOTAL</b>	<b>128.727,70</b>	<b>96.915,70</b>	<b>225.643,70</b>	<b>57%</b>

Fonte: SABESP & DAEE org.: RODRIGUES F. de A. (2002). Legenda: SI = sem informação

Pela *tabela 8.2.4* nota-se que a água subterrânea representa 57% do consumo total dos usuários em questão, mas quando o percentual é considerado individualmente observa-se que há uma variação que vai de 0,5% até 100%. Logo, nota-se que a sua importância está consolidada, independentemente do percentual que ela representa no volume total, por conseguinte sua inserção já está garantida no sistema de abastecimento. Infelizmente não pode se dizer o mesmo de sua inserção no sistema de gerenciamento.

**Tabela 8.2.5 - Custo mensal com as contas de água: da rede e subterrâneas.**

ORDEM	Valor A. Subter. (R\$)	Valor A. Rede (R\$)	Valor de AS+AR (R\$)	% do Valor de A. Subter.
069	214,44	9.126,89	9.341,33	2,30
088	37.521,04	24.700,25	62.221,29	60,30
193	147.460,50	242.919,70	390.380,20	37,77
235	11.521,84	2.755,52	14.277,36	80,70
241	3.273,83	656,97	3.930,80	83,29
277	4.113,80	52,25	4.166,05	98,75
301	9.070,03	713,51	9.783,54	92,71
316	5,99	90.557,00	90.562,99	0,006
320	7.615,87	7.277,55	14.893,42	51,14
341	30.373,36	18.297,63	48.670,99	62,41
383	2.555,08	1.909,78	4.464,86	57,23
386	5.760,68	SI	5.760,68	100,00
396	4.890,52	1.067,76	5.958,28	82,08
413	11.294,08	1.651,76	12.945,84	87,24
417	1.386,09	1.329,80	2.715,89	51,04

<sup>7</sup> AR = Água da rede e AS = Água Subterrânea.

ORDEM	Valor A. Subter. (R\$)	Valor A. Rede (R\$)	Valor de AS+AR (R\$)	% do Valor de A. Subter.
429	2.004,02	12.161,77	14.165,79	14,15
430	5.704,09	4.493,83	10.197,92	55,93
434	26.950,64	2.355,97	29.306,61	91,96
443	2.348,54	4.216,68	6.565,22	35,77
445	54.196,23	9.146,45	63.342,68	85,56
447	26.438,19	76.989,63	103.427,82	25,56
448	30.156,29	5.595,63	35.751,92	84,35
452	3.738,61	SI	3.738,61	100,00
453	13.936,68	SI	13.936,68	100,00
503	1.672,68	10.997,63	12.670,31	13,20
511	13.640,83	17,98	13.658,81	99,87
516	16.017,65	125.173,60	141.191,25	11,34
526	360,61	277,33	637,94	56,53
565	2.995,36	34.622,44	37.617,80	7,96
576	56.658,27	6.329,60	62.987,87	89,95
607	24.448,68	71.264,56	95.713,24	25,54
612	11.378,76	1.677,46	13.056,22	87,15
618	52.958,57	93,78	53.052,35	99,82
624	41.968,68	SI	41.968,68	100,00
646		46.970,16	46.970,16	0,00
653	10.432,68	SI	10.432,68	100,00
657	19.198,52	129.152,30	148.350,82	12,94
664	4.875,92	74.511,60	79.387,52	6,14
688	452,41	570,19	1.022,60	44,24
716	17.157,44	41.233,41	58.390,85	29,38
719	193,01	495,44	688,45	28,04
736	125,57	658,96	784,53	16,00
739	6.101,58	SI	6.101,58	100,00
777	4.560,78	SI	4.560,78	100,00
802	1.733,83	133,51	1.867,34	92,85
809	4.890,52	1.186,55	6.077,07	80,47
812	2.373,48	SI	2.373,48	100,00
814	3.251,10	2.313,15	5.564,25	58,43
825	8.701,68	SI	8.701,68	100,00
831	3.715,27	455,71	4.170,98	89,07
845	17.340,92	5.211,78	22.552,70	66,89
894	15.688,68	SI	15.688,68	100,00

Fonte: SABESP & DAEE org.: RODRIGUES F. de A. (2002) Legenda: SI = sem informação.

A *tabela 8.2.5* faz a integração dos valores referentes às contas de água subterrânea e da rede pública. Com esses dados, pode-se notar que a economia para 34 usuários (65% da amostra) corresponde a mais de 50% dos seus custos atuais e entre 0.5% e 49% para os 16 usuários restantes.

Tomando como exemplo os custos mensais com água, para o usuário do poço P-193, que é de R\$390.380,20 dá para imaginar o quanto é vantajoso para ele usar a água subterrânea. Os dados da *tabela 8.2.4* mostram que esse usuário explora quase 55% da água que consome. Ainda assim, apenas 37.80%, do valor da conta de água refere-se à água subterrânea. Isso quer dizer que, mesmo usando mais água subterrânea do que água da rede pública, o custo da segunda é muito maior do que o custo da primeira. De qualquer forma, a economia real feita por ele corresponde a R\$147.460,50. Quantia esta, suficiente para construir mais 3 poços se a estrutura geológica do local permitisse) considerando os preços de mercado atuais e, com isso suprir o restante de sua demanda.

Face ao exposto, pode-se chegar a algumas conclusões: a primeira delas é que uma das principais vantagens de se usar água subterrânea é dada pelo fator redução de custos; o segundo fator está associado à boa qualidade do recurso e o terceiro fator, é função da garantia de regularidade de suprimento da demanda, onde ela efetivamente existe, posto que a estrutura necessária para exploração de água subterrânea não necessita de equipamentos sofisticados e nem de grandes áreas para instalação de reservatórios, como ocorre nas captações de águas superficiais. Salienta-se ainda que, mesmo quando a cobrança for implementada, tal como proposta atualmente, a exploração de água subterrânea ainda permanecerá vantajosa, em termos econômicos, para usuários com o perfil dos apresentados nesse estudo.

Os elementos apresentados até aqui são bons indicadores da importância das águas subterrâneas. Este recurso, hoje, já não é mais visto como sendo apenas uma reserva estratégica que deve ser preservada para atendimento de necessidades futuras – especialmente em caso de acidentes que destruam os mananciais de superfície - como posição defendida por especialistas, há duas décadas atrás. E, ao persistir a degradação dos mananciais de superfície nos níveis atuais, a exploração dos aquíferos irá ser intensificada, principalmente porque o custo de tratamento da água captada em superfície aumentará e, por extensão, as tarifas, o que promoverá uma corrida especialmente dos usuários

com maior poder aquisitivo, na direção da alternativa mais barata, que neste caso é a exploração de água subterrânea.

Pela razão acima exposta é que o poder público deverá produzir uma política agressiva, no sentido de coibir a superexploração dos aquíferos, pois também o poder público terá que recorrer a eles para atender parte das demandas populacionais. À estrutura que poderá produzir essa política pública deu-se o nome de gerenciamento de recursos hídricos e este é o assunto que será tratado no próximo capítulo.

## 9 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Em primeiro lugar faz-se necessário um esclarecimento: não há possibilidades de falar em gerenciamento de recursos hídricos subterrâneos sem falar do gerenciamento dos recursos hídricos superficiais. Embora o estudo de ambos pertença a disciplinas acadêmicas diferentes, sua ocorrência está natural e intrinsecamente relacionada. Dessa forma, qualquer atividade relacionada à gestão e ao gerenciamento, quase sempre atinge os recursos hídricos totais de uma determinada região e quando isso não se dá imediatamente, com certeza se dará no futuro.

Levando em conta essa observação, a discussão apresentada nas páginas seguintes pressupõe que o sistema de gerenciamento de recursos hídricos seja articulado de modo a integrar, no planejamento, as águas superficiais com as águas subterrâneas. E ainda, considerar as peculiaridades resultantes da forma de uso e ocupação do solo, tais como: a impermeabilização das áreas de recarga dos aquíferos, ou simplesmente das escavações necessárias para assentar grandes obras que possam interferir diretamente nos lençóis freáticos, ou ainda, nos corpos de água superficiais. Desta forma, as medidas de gerenciamento referente ao recurso ambiental água devem ultrapassar as fronteiras delimitadas pelos mananciais, sejam eles de superfície ou subterrâneos, naturais ou artificiais.

### 9.1 Gestão e gerenciamento.

Os conceitos de gestão e de gerenciamento de recursos hídricos carregam entre si uma certa controvérsia e, embora alguns autores usem-nas como sinônimos, sua apreensão implica em reconhecer que existe distinção entre eles.

Segundo TUCCI (1993, *In*: TUCCI & HESPANHOL, 2000), a gestão de recursos hídricos é uma atividade analítica e criativa, voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que tenham por objetivo final promover o inventário, o uso e a proteção dos recursos hídricos. E o gerenciamento, é um conjunto de ações governamentais destinadas a regular o

uso e o controle dos recursos hídricos, e também tem como função avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela política dos recursos hídricos.

Segundo essa definição, nota-se que a gestão constitui uma espécie de guia para o gerenciamento e o gerenciamento, por sua vez, nada mais é do que o planejamento e a implementação das propostas orientadas pelas diretrizes e princípios contidos na gestão.

Para CUSTÓDIO (1994 *In*: COSTA 1999), a gestão de aquíferos, ou dos reservatórios de águas subterrâneas – que também são recursos hídricos - é constituída de um conjunto de normas, leis e regulamentos destinados a sustentar, conservar, proteger, restaurar e regenerar os aquíferos. Faz referência à quantidade e à qualidade da água explotável no aquífero, que se deve fazer de forma compatível com a demanda a servir, com outras demandas existentes, com o meio ambiente e com o uso do território; pode-se acrescentar, também, a estas condições, que a quantidade explotada deve ser compatível com a capacidade de recarga do aquífero.

Segundo CUSTÓDIO (*op.cit*) o planejamento hidrológico é um conjunto de guias, em um marco legal administrativo, com diretrizes econômicas, regras de correção e orientações de melhora do conhecimento para:

- Definir grandes linhas para atuações futuras;
- Orientar o planejamento em horizontes futuros; e,
- Efetuar correções à medida em que se observam desvios.

Pelas últimas definições, nota-se que o autor não faz distinção entre gestão e gerenciamento, ou melhor, ele definiu gestão e planejamento com uma visão diferente da proposta por TUCCI (*op.cit*). Pode-se dizer que a definição de planejamento do primeiro autor seria o que o segundo classificou como gestão. De qualquer forma, é interessante observar, que as medidas propostas por ambos

para gestão e gerenciamento, são medidas indispensáveis à conservação e ao uso racional dos recursos hídricos.

Resumindo as proposições feitas por estes dois autores, COSTA (1999 p.353) listou os principais aspectos que devem ser considerados quando da instituição da gestão e do planejamento de recursos hídricos. São eles:

- Técnicos, quanto à quantidade e à qualidade da água;
- Econômicos, tanto na escala micro como macro;
- Sociais
- Legais
- Políticos
- De continuidade de fornecimento para usos humanos;
- De atenção à situação de emergência e estratégica;
- De correção contínua que respeite a eficácia e a equidade ante as gerações presentes e as futuras;
- De respeito às situações consolidadas não abusivas ou ineficazes;
- De compensação por danos e cargas não generalizadas ou desproporcionadas;
- De previsibilidade, de forma que seja possível prever como autorizar obras e inversões, atrair emprego estável e evitar contrações sociais.

Em continuação ao resumo das proposições dos autores citados no parágrafo anterior, COSTA (*op.cit*) compilou, também, os aspectos relativos à gestão de um aquífero, que segundo ele são as seguintes:

- Inventário de necessidades, usos, elementos e dispositivos;
- Conhecimento da demanda real, de sua evolução e de sua elasticidade;

- Considerar que o acoplamento entre oferta de água e demanda se faz a partir dos dois lados, e ter os meios para fazê-lo;
- Dispor de suficientes conhecimentos científicos e técnicos;
- Dispor de pessoal suficiente e devidamente formado;
- Ter meios de observação da quantidade e qualidade da água, e também dos impactos ambientais, sociais e territoriais da exploração;
- Amparar-se em medidas administrativas e legais;
- Dispor de meios de aplicação das regras, tanto por vias coercitivas como estimuladoras;
- Além de meios de atuações ordinárias, poder dispor dos meios extraordinários para atuações incomuns;
- Receber meios econômicos adequados; e
- Realizar campanhas de informação pública e de formação.

Diante do exposto, surge uma questão: tais procedimentos são observados e respeitados pelos programas e planos de gerenciamento de recursos hídricos no caso da RMSP? A resposta a essa questão é subjetiva e depende da visão que se adotar. Na opinião do autor desta dissertação, tais proposições são apenas parcialmente observadas. Além disso, a implementação de algumas delas padecem de atrasos em relação a outros países, e isso é o que será demonstrado no próximo item.

## 9.2 Visão histórica sobre o aproveitamento da água

**Tabela 9.2.1 - características da visão histórica sobre o aproveitamento da água**

PERÍODO	PAÍSES DESENVOLVIDOS	BRASIL
1945-60 Engenharia com pouca preocupação ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso dos recursos hídricos: abastecimento, navegação, hidroeletricidade, etc.</li> <li>- Qualidade da água dos rios.</li> <li>- Medidas estruturais de controle das enchentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventário dos recursos hídricos</li> <li>- Início dos empreendimentos hidrelétricos e projetos de grandes sistemas.</li> </ul>
1960-70 Início da pressão Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle de efluentes;</li> <li>- Medidas não estruturais para enchentes</li> <li>- Legislação para qualidade da água dos rios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Início da construção de grandes empreendimentos hidrelétricos;</li> <li>- Deterioração da qualidade da água de rios e lagos próximos a centros urbanos</li> </ul>
1970-1980 Controle ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usos múltiplos;</li> <li>- Contaminação de aquíferos;</li> <li>- Deterioração ambiental de grandes áreas metropolitanas;</li> <li>- Controle na fonte de drenagem urbana</li> <li>- Controle da poluição doméstica e industrial;</li> <li>- Legislação ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ênfase em hidrelétricas e abastecimento de água;</li> <li>- Início da pressão ambiental;</li> <li>- Deterioração da qualidade da água dos rios devido ao aumento da produção industrial e concentração urbana.</li> </ul>
1980-90 Interações do Ambiente global	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impactos Climáticos Globais;</li> <li>- Preocupação com conservação das florestas;</li> <li>- Prevenção de desastres;</li> <li>- Fontes pontuais e não pontuais;</li> <li>- Poluição rural;</li> <li>- Controle dos impactos da urbanização sobre o ambiente</li> <li>- Contaminação de aquíferos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução do investimento em hidrelétricas devido à crise fiscal e econômica;</li> <li>- Piora das condições urbanas: enchentes, qualidade da água;</li> <li>- Fortes impactos das secas do Nordeste;</li> <li>- Aumento de investimentos em irrigação;</li> <li>- Legislação ambiental</li> </ul>
1990-2000 Desenvolvimento sustentável	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento Sustentável;</li> <li>- Aumento do conhecimento sobre o comportamento ambiental causado pelas atividades humanas;</li> <li>- Controle ambiental das grandes metrópoles;</li> <li>- Pressão para controle da emissão de gases, preservação da camada de ozônio;</li> <li>- Controle da contaminação dos aquíferos e e das fontes não-pontuais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Legislação de recursos hídricos</li> <li>- Investimento no controle sanitário das grandes cidades;</li> <li>- Aumento do impacto das enchentes urbanas;</li> <li>- Programas de conservação dos biomas nacionais: Amazônia, Pantanal, Cerrado e Costeiro;</li> <li>- Início da privatização dos serviços de energia e saneamento;</li> </ul>
Ênfase na água	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento da Visão Mundial da Água;</li> <li>- Uso integrado dos Recursos Hídricos;</li> <li>- Melhora da qualidade da água das fontes não-pontuais: rural e urbana;</li> <li>- Busca de solução para os conflitos transfronteiriços;</li> <li>- Desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos dentro de bases sustentáveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avanço do desenvolvimento dos aspectos institucionais da água;</li> <li>- Privatização do setor energético;</li> <li>- Aumento de usinas térmicas para produção de energia;</li> <li>- Privatização do setor de saneamento;</li> <li>- Aumento da disponibilidade de água no Nordeste;</li> <li>- Desenvolvimento de Planos de Drenagem urbana para as cidades.</li> </ul>

Fonte: Tucci (1994) Apresentada *In*: A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para o ano 2025.

A partir do entendimento da crise anunciada da água, estudos foram feitos. E neles, procurava-se caracterizar as iniciativas tomadas no âmbito dos Estados nacionais. Figuram entre esses estudos, os tópicos apresentados na *tabela 9.2.1* adaptados de TUCCI (1994) e discutidos com maiores detalhes em um documento patrocinado pela UNESCO, denominado de: *A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para o ano 2025*. Esse

documento foi elaborado para fazer parte do relatório geral da América do Sul e integrar o programa mundial de água das Nações Unidas, cuja denominação é: *World Water Vision*<sup>8</sup>.

Antes de prosseguir com a discussão, vale a pena destacar o que afirmam os autores do documento brasileiro em sua apresentação. Dizem eles: “o desenvolvimento do setor de gestão dos recursos hídricos, em países em desenvolvimento como os da América do Sul, passou por estágios semelhantes aos dos países desenvolvidos, mas em períodos diferentes. Após a segunda guerra mundial, houve um grande desenvolvimento econômico e a construção de muitas obras hidráulicas, principalmente de geração de energia elétrica. Nessa época, países em desenvolvimento como o Brasil estavam na fase de inventariar seus recursos, desenvolvendo a construção de obras hidráulicas de menor porte”.

Como pode ser observado na *tabela 9.2.1*, estão listados os aspectos considerados mais importantes da visão histórica sobre o aproveitamento das águas no século passado. Nota-se que já no final da segunda metade do século XX, nos países desenvolvidos, havia preocupações com a qualidade da água, enquanto o Brasil apenas começava a inventariar seus recursos hídricos.

Nas décadas de 1960/70, quando os países desenvolvidos já estavam estabelecendo regras para controlar efluentes, enchentes e construir leis para coibir abusos e regular a forma de aproveitamento dos corpos d'água, no Brasil era iniciado o processo de degradação acelerado dos mananciais de superfície.

Infelizmente os elementos constantes da síntese apresentada pela *tabela 9.2.1* revelam que, além do atraso em relação a outras nações, no Brasil foram cometidos os mesmos erros, antes da instituição de políticas reguladoras e orientadoras do aproveitamento dos recursos hídricos. Por exemplo, levando-se em consideração que nos países desenvolvidos, nas décadas de 1960/70, já havia investimentos maciços na adoção de medidas estruturais, para controlar os impactos causados por enchentes e melhorar a qualidade da água, a política

---

<sup>8</sup> Visão Mundial da Água, Programa Mundial, criado pela Organização das Nações Unidas.

brasileira desse mesmo período não poderia ter sido pautada apenas no incentivo a ações que iriam impactar grandes áreas, como foi o caso das barragens para geração de energia hidrelétrica, mas também, deveria ter se pautado em ações preventivas, para conter os avanços da degradação da qualidade dos corpos d'água superficiais, já observados naquele período (especialmente aqueles mananciais que cruzam os maiores centros urbanos, como é o caso da RMSP).

Pode ainda ser dito em relação à *tabela 9.2.1* que as medidas adotadas nos países desenvolvidos, também o foram no caso brasileiro em períodos diferentes. E, infelizmente, com muitos agravantes, porque os erros que já haviam sido cometidos em outros países poderiam ter sido evitados. Ou seja, pelo exposto na tabela em questão, dá para notar, que no Brasil os recursos hídricos tiveram que ser impactados tanto quanto, ou mais ainda, do que foram nos países desenvolvidos, para então se tomar medidas com vista à sua conservação e melhoria.

### **9.3 A realidade da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP**

Esta situação é válida para Região Metropolitana de São Paulo? E para área objeto do estudo de caso? Concretamente sim, no entanto é necessário respeitar a diferença de escala e, ao mesmo tempo, considerar que neste espaço metropolitano a construção de políticas públicas (apesar de escassas), seja referente ao uso da água, ou ao uso do solo urbano, ou a qualquer outro segmento, historicamente são implementadas com relativo adiantamento em relação a outras áreas do território brasileiro. Contudo, o fato de tais medidas serem adotadas primeiro neste espaço denominado RMSP não quer dizer, em absoluto, que tais iniciativas façam parte da cultura política dos gestores dessa região. Pelo contrário, a implementação destas medidas resulta de pressões da população que neste espaço, parece praticar “melhor” o exercício da cidadania.

Para justificar esta afirmação serão resgatados no próximo item alguns aspectos relativos ao gerenciamento de recursos hídricos, que foram apresentados no início deste capítulo.

#### 9.4 A gestão no Estado e na Região Metropolitana de São Paulo

Os estudos de águas subterrâneas, realizados pelo DAEE no final dos anos 70 e início dos anos 80, no estado e na Região Metropolitana de São Paulo, constituíram uma primeira tentativa de inventariar os recursos hídricos subterrâneos no território paulista.

A promulgação da Lei Estadual 6.134/88, versando sobre as medidas de proteção, conservação e aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos, no estado de São Paulo, veio ao encontro de uma demanda indicada na síntese apresentada na *tabela 9.2.1*, qual seja: a necessidade de um instrumento legal que servisse de parâmetro para o agente público adotar medidas, tanto de cunho regulador/orientador, como de coerção aos usuários imprudentes.

A criação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH, de um Plano Estadual de Recursos Hídricos, de um Fundo Estadual de Financiamento e dos primeiros Comitês de Bacias Hidrográficas (dentre eles o da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê), no início dos anos 90, são outra demonstração de que, pelo menos do ponto de vista institucional, o poder público no Estado de São Paulo, dispôs-se a implementar parte das ações propostas pelos especialistas em gestão de recursos hídricos.

O que se observa hoje, para o estado e para a Região Metropolitana de São Paulo, é que do ponto de vista legal e institucional, o tratamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos estão amparados por instrumentos relativamente modernos.

Por outro lado, observa-se que a legislação de recursos hídricos do Estado de São Paulo vem servindo de guia para instituição de leis similares em todo território nacional. As pesquisas desenvolvidas nas universidades e institutos de pesquisas paulistas são referência às pesquisas desenvolvidas em outros estados brasileiros; as empresas públicas e autarquias, responsáveis pela implementação das regras operativas do sistema de gerenciamento, bem como pela fiscalização e controle dos recursos hídricos, não possuem similares no Brasil, em matéria de

capital técnico, humano, ou em estrutura. Quer dizer, o estado e especialmente, a RMSP estão dotados de uma infraestrutura institucional extraordinária em relação ao restante do País. No entanto, o que verifica-se no momento, é que em uma década de experiências, os avanços alcançados pelo sistema de gerenciamento são muito modestos.

A seguir serão apresentados alguns pontos, que se colocam como obstáculos ao avanço do sistema de gerenciamento.

### **9.5 Gerenciamento: 10 anos de experiência**

Avaliam alguns técnicos envolvidos com o sistema de gerenciamento, que uma das situações mais delicadas nos fóruns que aprovam o cronograma de ações dos órgãos executivos do sistema, é a falta de sensibilidade de parte de seus membros, para entender que a solução dos conflitos engendrados pelo uso dos recursos hídricos passam, agora, por processo de negociação, às vezes muito demorada. Por outro lado, essa mesma corrente avalia, que está havendo uma mudança de comportamento, por parte tanto do agente público, antes acostumado a tomar decisão no gabinete e aplicar arbitrariamente a norma, como por parte dos usuários, que hoje podem sentar nos fóruns (plenários dos comitês) e contribuir com a definição de algumas prioridades, através da proposição de ações que visem a melhoria de suas condições, enquanto usuários<sup>9</sup>.

Outra questão que desacelera o avanço do sistema de gerenciamento é a falta de integração entre os órgãos públicos com demandas no setor. Curiosamente, um dos fundamentos da lei que instituiu o sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, versa sobre a integração das águas, tal como elas ocorrem no ciclo natural. Isto é, o gerenciamento preconizado pressupõe a integração das águas superficiais com as águas subterrâneas, dos aspectos qualitativos com os quantitativos e, conseqüentemente, pressupõe a

---

<sup>9</sup> As melhorias mencionadas podem resultar de financiamentos para implantação de pequenos projetos de educação ambiental, como para aquisição de equipamentos que ajudem a racionalizar o uso da água em uma determinada comunidade, ou ainda podem resultar da desautorização para instalação de algum empreendimento, cujos impactos possam vir a afetar negativamente a vida da comunidade. Por exemplo, um projeto que venha a aumentar a captação de água num manancial que serve ao abastecimento e que já esteja operando no limite de sua capacidade, dificilmente será autorizado pelo plenário do comitê.

harmonização das políticas estatais para o setor. Infelizmente o que vem verificando-se é uma total desintegração, tanto nas ações, como nas políticas de investimentos, empreendidas pelos órgãos públicos.

Os órgãos públicos com atribuições bem definidas no sistema de gerenciamento de recursos hídricos no estado e na RMSP, especialmente para os recursos hídricos subterrâneos são: o Instituto Geológico, responsável pelos estudos geológicos e hidrogeológicos; a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, responsável pela prevenção e controle da poluição; a Secretaria da Saúde, responsável pela fiscalização da água destinada a consumo humano e, por fim, o DAEE, responsável pelo cadastro, outorga, fiscalização e acompanhamento da evolução nas captações existentes e das que vierem a existir. Ainda com grande demanda no setor, existe outro órgão público, a SABESP que, na condição de maior usuário, acaba interferindo no sistema às vezes muito mais que os órgãos com funções definidas.

Pois bem, embora a lei estabeleça que o gerenciamento deva ser integrado, os órgãos que compõem o sistema não se entendem em suas ações, e os fatores que contribuem para que essa situação desacelere o avanço, são muitos. A seguir serão listados alguns deles, a título de ilustração.

- Cada um dos órgãos mencionados, embora tenham como alvo os recursos hídricos, em geral fazem investimentos em campanhas publicitárias isoladas, ou seja, cada órgão faz a sua campanha.
- O investimento de recursos financeiros (públicos) na melhoria da infraestrutura de saneamento básico, oriunda de projeto de um destes órgãos tem considerado apenas um aspecto do problema<sup>10</sup>;
- Os investimentos em programas de educação ambiental de cada órgão, quando existem, são desarticulados dos demais, especialmente

---

<sup>10</sup> Os projetos de despoluição dos rios Pinheiros e Tietê priorizam a retirada de resíduos de suas calhas, o aprofundamento dos canais, a construção de rede coletora de esgotos, de estações de tratamento, mas estão desarticulados dos projetos de uso e ocupação do solo, dos programas de coleta do lixo urbano, de programas de educação ambiental e assim por diante. Logo, o montante dos investimentos (milhões de dólares) propicia retorno muito pequeno, e os projetos tornam-se ineficazes em períodos de tempo muito curtos.

desarticulados da educação formal oferecida pela rede de escolas públicas, que, como se sabe, padece há algum tempo de intenso processo de sucateamento;

- A desatualização de parte dos técnicos (agentes públicos) lotados nesses órgãos, associada aos baixos salários praticados, implica na falta de estímulo por parte deles para agilizar a burocracia e fazer com que os processos andem mais rapidamente;
- A falta de recursos financeiros, de estrutura logística e até certo ponto, o sucateamento de setores importantes do segmento de pesquisas, inventários, fiscalização etc. contribui para manter a má qualidade dos dados disponíveis;
- O jogo de interesses, que permeia a política estruturada, em torno da figura do dirigente de cada um destes órgãos, representa um entrave ao desenvolvimento de projetos integrados, cujas evoluções dependem de demorados processos de negociações<sup>11</sup>;
- A falta de levantamentos reais sobre a quantidade, a qualidade e as demandas efetivas por recursos hídricos, associados à incapacidade de fiscalização dos órgãos responsáveis pelo sistema de gerenciamento, é apenas um aspecto, entre os que mais dificultam a tomada de decisões rápidas, no sentido de fazer evoluir o sistema de gerenciamento;
- Embora a legislação seja considerada moderna, conforme já foi mencionado, é também carregada de controvérsias, o que contribui para desacelerar o avanço do sistema, na medida em que tais controvérsias precisam ser negociadas, ou resolvidas nos tribunais;
- Constitui um dos pilares da lei e da política de gerenciamento de recursos hídricos, a garantia de que tal recurso será usado de forma

---

<sup>11</sup> Se todos os processos de negociações entre os órgãos fossem pautados pelo princípio da austeridade, não haveria problema algum, porém na maioria dos casos tais processos são instaurados para resolver com qual, ou quais dirigentes ficarão os dividendos políticos, obtidos com a implementação de tal, ou tais projetos.

múltipla, embora também prescreva a lei que o uso prioritário é o abastecimento humano e a dessedentação de animais. Neste caso, precisa ser entendido, sobre pena de atrasar o processo de desenvolvimento do sistema, que este dispositivo legal carrega consigo uma grande controvérsia, aqui representada pelo fato de que, na grande maioria das vezes, o uso múltiplo não é viável e nem pode ser justificado do ponto de vista técnico<sup>12</sup>.

- Os bancos de dados individuais de cada órgão representam outro aspecto que dificulta a implementação do sistema de gestão. Referentemente às águas subterrâneas numa cidade como a de São Paulo, a confusão é maior ainda. E um exemplo é suficiente para esclarecer essa situação: o DAEE é o órgão responsável pelo licenciamento das obras de captação e possui atualmente um cadastro de cerca de 10% dos poços em operação. A SABESP é o concessionário do serviço de abastecimento e também possui um cadastro de poços, cujo percentual é muito superior ao do DAEE. No entanto, tais bancos de dados não estão integrados, o que é no mínimo um contra-senso, já que se trata de dois órgãos públicos, com demandas muito específicas no setor.

Até aqui foram apresentados os elementos que diretamente interferem no gerenciamento dos recursos hídricos, seja acelerando o processo ou criando obstáculos ao seu avanço. A seguir, será resgatado um dos elementos fundamentais para o gerenciamento e apresentados dois organogramas retratando a constituição da estrutura do sistema de gerenciamento e do comitê da Bacia Hidrográfica, da região onde este trabalho foi desenvolvido.

---

<sup>12</sup> O uso múltiplo de um manancial quer dizer que suas águas devem ser usadas para abastecimento humano, dessedentação de animais, geração de energia, irrigação etc. Logo, se os volumes usados pelos quatro tipos de uso mencionado passarem a comprometer 100% da capacidade do manancial, qualquer que seja o volume retirado para outra atividade irá estabelecer um conflito. Considerando que o volume de água no manancial diminui a cada instante e que não pode ser aumentado com recursos técnicos, e que o uso prioritário é o abastecimento humano, então os outros tipos de usos deverão ser proibidos, o que aumentará o conflito, uma vez que a lei estabeleceu o princípio de uso múltiplo. Desta forma observa-se que tal princípio tem um potencial extraordinário para estabelecer o conflito, e conseqüentemente criar obstáculos que atrasarão o desenvolvimento do sistema de gerenciamento.

De acordo com os gestores desse sistema, o elemento de maior importância na concepção atual de gerenciamento é, hoje, os sujeitos envolvidos nos conselhos e comitês. A participação dos setores usuários e especialmente a participação da população, já são consideradas como um patrimônio de valor inestimável para a formulação das políticas destinadas à gestão. Por sua vez, os comitês de bacias são chamados de o *Parlamento das Águas*<sup>13</sup> e sua estrutura e composição (*figura 9.6.2*), vem demonstrando que a solução para o problema da “crise” anunciada da água doce, enfrentada atualmente pelas grandes concentrações humanas, poderá ser resolvida por meio do diálogo, nos canais que a nova estrutura e concepção comportam.

---

<sup>13</sup> A expressão *Parlamento das Águas* faz referência ao aspecto positivo das medidas aprovadas pelo congresso nacional, na medida em que, nos comitês de bacias nenhum projeto é aprovado sem negociação e sem debates.



**Figura 9.5.1** Estrutura do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos

O organograma apresentado pela *figura 9.5.1* é o modelo básico de estrutura de gerenciamento de recursos no Brasil. Primeiramente foi implementado no estado de São Paulo e dele se expandiu para quase todos os estados brasileiros. Como pode ser observada, sua estrutura comporta desde um conjunto de órgãos (consultivos, deliberativos e executivos) até a participação direta dos usuários e da população, cuja composição está baseada no princípio de paridade. Os órgãos que formam o corpo denominado de sistema de gerenciamento são: Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CORH, Sistema de Informações de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH, Fundo Estadual de Financiamento – FEHIDRO, Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH, Agências de Bacias Hidrográficas, Subcomitês de Bacias Hidrográficas e Câmaras Técnicas – CT. Cada um destes órgãos possui funções bem definidas no sistema de gerenciamento. No entanto, suas ações são coordenadas de modo a articularem desde os níveis locais, em que atuam os subcomitês, até o nível nacional, em que

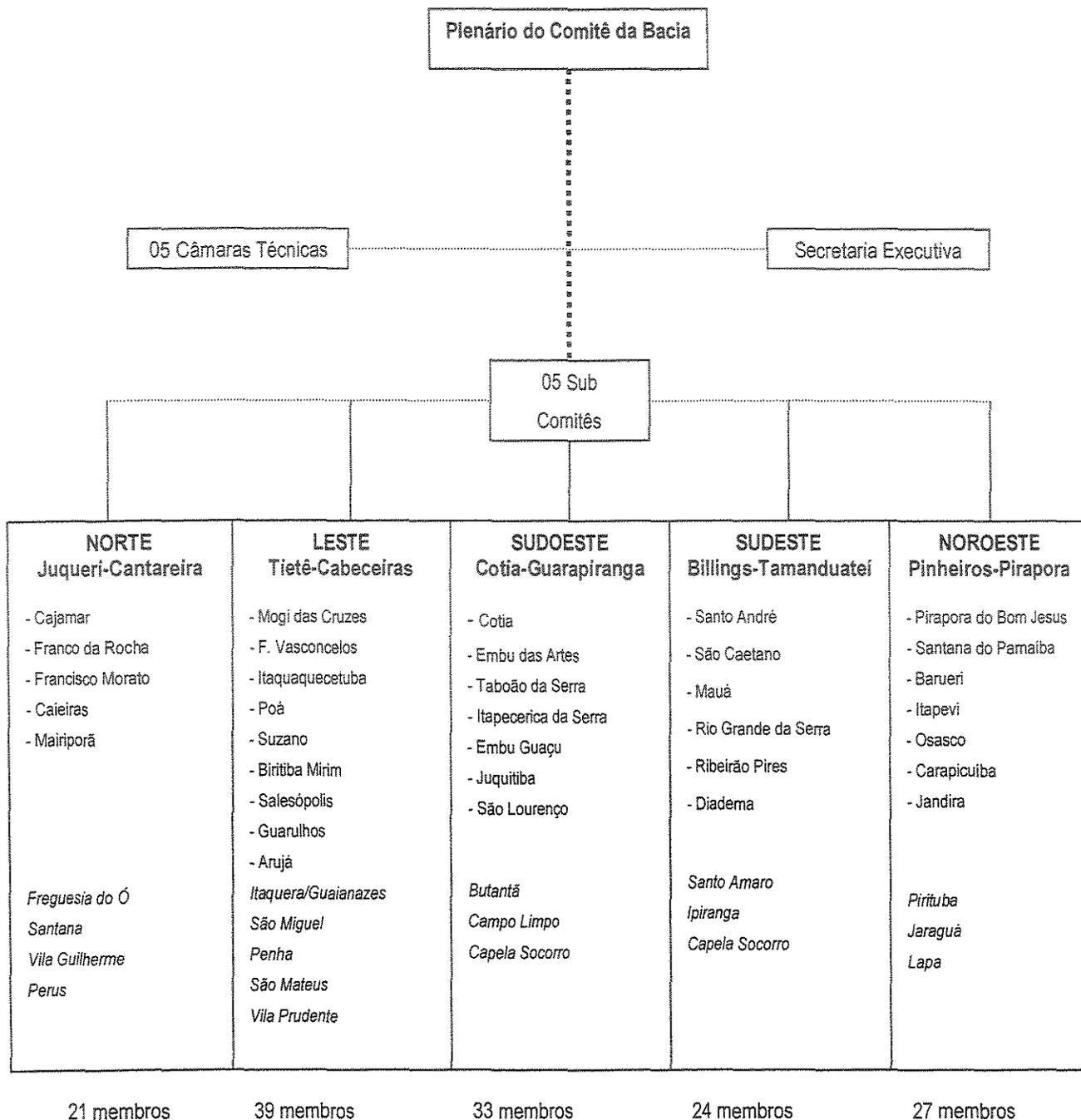
atua o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, órgão responsável pela política nacional.

#### **9.6 O Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê foi criado em 1994, seguindo o modelo do seu congênere na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. E, apesar de ter nascido com algumas experiências já acumuladas, as dificuldades para se consolidar não diminuíram, pelo contrário, ainda hoje algumas delas persistem. De qualquer forma, passos lentos, porém importantes, estão sendo dados na busca de soluções, para os complexos problemas da metrópole paulistana.

O CBH\_AT é um dos maiores comitês de bacias hidrográficas do Brasil, presidido pela prefeita do município de São Paulo e subdividido em 5 subcomitês e 5 câmaras técnicas, conforme apresentado no organograma a seguir (*figura 9.6.2*). É constituído por 144 membros efetivos, representantes de 35 municípios da RMSP.

Em seus nove anos de existência muitos debates se realizaram e, como resultado destes debates, foram elaborados dois relatórios sobre a situação dos recursos hídricos na região, dos quais o último é o plano da bacia que tem como horizonte o ano 2003.



**Figura 9.6.2 - Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê CBH\_AT**

A missão do CBH\_AT é consolidar a política de recursos hídricos na RMSP, o que representa uma tarefa mais complexa do que a dos demais comitês. Essa complexidade é fruto da grandeza de seus problemas que se manifestam, tanto em termos qualitativos, quanto quantitativos.

Nesta região, a escassez relativa de água potável é sentida desde 1985; estima-se que o desperdício de água tratada a cada hora, seja suficiente para atender uma população de aproximadamente 2,52 milhões<sup>14</sup> de pessoas por dia; a qualidade dos principais corpos de água da região é péssima; a ocupação das áreas de mananciais cresce dia após dia; as áreas vulneráveis à degradação são enormes; os desastres provocados por enchentes periódicas são freqüentes; os impactos causados aos mananciais pela produção de lixo, doméstico e industrial, são dantescos; a falta de controle e fiscalização de atividades potencialmente poluidoras dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) é gritante; os programas estatais e conseqüentemente os investimentos são desarticulados e escassos e por fim, nem os próprios órgãos com demandas no setor conseguem se entender, conforme foi mostrado em parágrafo precedente.

Solucionar problemas num cenário como o descrito acima não é simples. Todavia, a experiência vivida no âmbito do CBH\_AT vem mostrando que os planos e programas discutidos no seu interior podem chegar a resultados positivos, desde de que se mantenham afinados com as resoluções aprovadas em seus fóruns.

Em sua trajetória, o plenário do CBH\_AT debruçou-se sobre temas relacionados a todos os problemas listados acima e, mediante apresentação de propostas construídas nas câmaras técnicas e consultorias especializadas, até já encontrou o caminho para solucionar parte deles. O grande desafio do momento atual é sensibilizar as autoridades municipais, no sentido de fazê-las cumprir, de um lado as normas instituídas e de outro balizar seus planos de investimentos em estreita sintonia com os programas e planos de gerenciamento de recursos hídricos.

---

<sup>14</sup> Considerando que a SABESP atende 17.85 milhões de pessoas com a distribuição de 43.2 m<sup>3</sup>/s (de água) na RMSP e, desperdiça quase 10 m<sup>3</sup>/s do volume total produzido na lavagem dos equipamentos (63.2 m<sup>3</sup>/s), conclui-se que o volume desperdiçado a cada hora poderia suprir as necessidades de 180 mil pessoas diariamente. Isso seria possível considerando, que cada pessoa consuma em média 200 litros diários conforme recomenda a OMS. Por essa razão, entende-se que, o estabelecimento de uma política de combate ao desperdício poderia minimizar e muito o impacto causado pela "escassez" de água neste contexto metropolitano. A metodologia usada para chegar-se a este número foi a mesma usada no capítulo 6.

## 10 CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar a importância da água subterrânea no contexto do abastecimento da área de estudo, que interage com o abastecimento da RMSP. E esse objetivo foi atingido, na medida em que a apuração das informações disponíveis nos órgãos com demandas no setor, (SABESP, DAEE e CBH\_AT), permitiram concluir que os volumes de água explorados de poços tubulares profundos, na área do estudo de caso, correspondem a mais de 50% do atendimento das demandas dos usuários pesquisados.

Em decorrência do exposto acredita-se que a inserção da água subterrânea no sistema de abastecimento é um fato consumado, embora não se possa dizer o mesmo de sua inserção no sistema de gerenciamento, uma vez que não há, até o presente, estudos detalhados abrangendo os aspectos relativos à quantidade explorada, à capacidade total dos sistemas aquíferos e nem tampouco à sua qualidade, na Região Metropolitana de São Paulo. Por conseguinte, também não existe, um programa efetivo de fiscalização, cadastramento e outorga das obras de captação de águas subterrâneas, haja vista que as estimativas indicam a existência de 13.500 poços (FUSP, 2001) em operação, e apenas 10% deles estão em situação regular junto ao órgão de controle e fiscalização.

Obviamente, as duas conclusões apresentadas baseiam-se num universo muito pequeno em comparação com a grandeza e complexidade da região. Todavia, as informações levantadas neste pequeno universo, quando agregadas aos dados bibliográficos contemporâneos, tanto permitem a extrapolação de limites físicos da área estudada, como a elaboração de estimativas qualificadas, ao menos para ilustrar a realidade do grande universo, que no caso em questão é a região geográfica onde está assentada a metrópole paulistana.

Os estudos de águas subterrâneas, referenciados nesta dissertação foram desenvolvidos em áreas bem definidas. Contudo, todos eles trazem características que podem ser observadas em qualquer parte da região, como por exemplo, a composição físico-química das águas, o perfil dos usuários do recurso, as fontes

potenciais de poluição, ou ainda estimativas da produção média dos aquíferos. Existe consenso entre eles sobre a relativa, boa qualidade do recurso, o baixo custo de exploração e a importância de sua conservação.

Por outro lado, existem poucas divergências entre esses trabalhos quanto às considerações sobre o esgotamento da fonte produtora; no entanto, chamam atenção para os perigos que rondam as obras de captação mal feitas, a disposição inadequada de resíduos em áreas de proteção dos poços e a superexploração. Todos esses itens foram, também, observados na presente dissertação. Conseqüentemente, a conclusão a que se chegou não apresenta grandes divergências com os trabalhos consultados.

Verifica-se que, em quase todos os trabalhos de referência, aparece a preocupação com o rebaixamento do nível d'água nos aquíferos explorados. Embora isso seja possível, a medida em que, se retira mais água do que sua capacidade de recarga, notou-se que essa realidade não se aplica ao sistema como um todo.

Na Avenida Paulista e seu entorno, onde existem 63 poços cadastrados pelo DAEE, verificou-se que a dinâmica da água no sistema aquífero não segue um padrão. Do total dos poços (63) foram visitados 34, onde se apurou que em 13 houve rebaixamento do nível dinâmico – ND e em 11 poços houve recuperação de nível. Dessa realidade, embora ela represente um universo muito pequeno, pode-se concluir especulativamente, que a variação do nível da água no sistema deve está associada a maior ou menor taxa de exploração realizada por cada obra de captação, ou pela perda de carga do poço e, de eficiência dos equipamentos (bombas), em face da falta de manutenção. Porém, como o aquífero é formado por multicamadas é necessário a realização de estudos hidrogeológicos mais detalhados.

Quanto à tendência de crescimento do uso da água subterrânea não resta dúvidas, principalmente, porque os custos da exploração são infinitamente menores do que os custos dos serviços de água e esgotos oferecidos pela rede pública de abastecimento. Por outro lado, foi demonstrado que a água explorada

na área do estudo, atende aos padrões de potabilidade; além disso, os volumes captados representam economias que chegam a 70% dos custos financeiros provenientes da conta de água. Embora a água explotada esteja dentro dos padrões, recomenda-se a realização de estudos mais detalhados, principalmente, para identificar e explicar a origem dos nitratos e cloretos presentes em alguns poços.

Por fim, ressalte-se a importância de intensificação dos planos de cadastro, outorga, fiscalização e inventários dos recursos hídricos subterrâneos. Os dados disponíveis atualmente têm uma qualidade muito ruim e disso decorre que as avaliações referentes ao potencial do aquífero e especialmente referentes aos volumes de água explotados, bem como a qualidade e quantidade das obras de captação, só podem oferecer **estimativas** da realidade, o que é péssimo para o sistema, uma vez que ao persistirem tais condições, nunca serão estabelecidos os limites ótimos para exploração.

## 11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB' SABER**, Aziz Nacib; Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo. (Tese de Doutorado apresentada a FFCH\_USP) 1956.
- AGENDA 21**; *Documento da Conferência Mundial sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente* (capítulo 18), Rio de Janeiro - RJ, 1992.
- ALESP** - ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO; *Constituição do Estado de São Paulo*. São Paulo – SP, 1989.
- ALESP** - ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO; Leis Estaduais N<sup>os</sup> 6.134/88 – *Proteção às Águas Subterrâneas*; 7.663/91 – *Política Estadual de Recursos Hídricos*; 9.886/97 – *Proteção e Recuperação de Mananciais*. São Paulo – SP, 1988/1991.
- BERTOLO**, Reginaldo Antonio. Relações entre Rios e o Aquífero na Bacia Sedimentar de São Paulo em Área de Exploração Intensiva de Água Subterrânea. 108p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), 1996.
- BRASIL** - CONGRESSO NACIONAL; Leis Federais 6.938/82 – *Política Nacional de Meio Ambiente*; 9.433/97 – *Política Nacional de Recursos Hídricos*; 9.984/00 – *Criação da Agência Nacional de Águas*; Brasília – DF , 1981/2000.
- \_\_\_\_\_ ; Decretos Federais N<sup>os</sup> 24.643/34 - *Código de Águas*. Brasília – DF, 1934.
- \_\_\_\_\_ ; *Constituição da Republica Federativa do Brasil*. Brasília – DF, 1988.
- CAVALCANTI**, Rachel Negrão, **RODRIGUES**, Francisco de Assis & **PAULA**, Gabriela Oliveira de. *Gestão das Águas: Limitações Atuais e Desafios*. Artigo apresentado ao IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento das Águas, Foz do Iguaçu, Paraná – PR, 2001.

**FUSP** – Fundação Universidade de São Paulo; *Subsídios para Discussão do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*. Relatório Técnico, SP Abril de 2001.

\_\_\_\_\_; *Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*. Relatório Final, Versão 1.0, SP Outubro de 2001.

**DAEE** – Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Estudos de Águas Subterrâneas - Avaliação Preliminar*. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo (Relatório Técnico), 1972.

**FEITOSA**, Fernando Antonio Carneiro et-alii. Hidrogeologia Conceitos e Aplicações. CPRM/LABHID -UFPE, Fortaleza. 389 p. 1997.

**IRITANI**, Mara Akie. Potencial Hidrogeológico da Cidade Universitária de São Paulo. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), 1993.

**LAKATOS**, Eva Maria & **MARCONI** M. de A. Metodologia Científica: ciência e conhecimento científico; métodos científicos; teoria, hipótese e variáveis. São Paulo-SP, Atlas, 1985.

**MIGLIORINI**, Renato Blat. Cemitérios como Fonte de Poluição de Aquíferos. Estudo do Cemitério Vila Formosa na Bacia Sedimentar de São Paulo. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), 1994.

**PACHECO**, Alberto. Análise das Características Técnicas e da Legislação para Uso e Proteção das Águas Subterrâneas em Meio Urbano no Município de São Paulo. 174p. (Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), 1984.

**PARISOT**, Elisabeth Hillairet. As Águas Subterrâneas no Centro-Oeste do Município de São Paulo, 93p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), 1983.

**REBOUÇAS**, A. da Cunha, **BRAGA**, Benedito & **TUNDISI**, José Galizia. Águas Doces no Brasil, Capital Ecológico uso e conservação. São Paulo Brasil, Escrituras. 717 p. 1999.

\_\_\_\_\_ ; *Estágio Atual dos Conhecimentos sobre as Águas Subterrâneas do Brasil*. Revista Águas Subterrâneas. Volume II Nº I Abril 1980. p.1-10 Associação Brasileira de Águas Subterrâneas- ABAS – SP.

**RODRIGUES**, Francisco de Assis, *Gerenciamento das Águas Subterrâneas em Meio Urbano: o caso da Região Metropolitana de São Paulo*. Trabalho de evento, apresentado na IV Jornada Científica da AUGM sobre Meio Ambiente, Campinas, São Paulo – SP, 2001.

**RODRIGUES**, Francisco de Assis. **PEREIRA**, Sueli Yoshinaga. *O Gerenciamento de Recursos Hídricos em Meio Urbano: O Caso da Região Metropolitana de São Paulo*. Artigo apresentado no XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos & no V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Aracaju – SE 2001.

**RODRIGUES**, Francisco de Assis. Reflexões Sobre o Potencial das Águas Subterrâneas na Bacia Hidrográfica de São Paulo: Uma das alternativas para o sistema de abastecimento público. 72p. (Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo), 1998.

**SABESP** - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *Programa Metropolitano de Água – PMA 96/97 (Relatório)*, Setembro de 1997.

\_\_\_\_\_ ; *Programa de Investimentos da SABESP, 2000 – 2004*. São Paulo – SP, 2000.

**SÃO PAULO** - GOVERNO DO ESTADO; Decretos Estaduais Nºs 27.576/87 – *Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e o 1º Plano de Recursos Hídricos*; 32.955/91 – *regulamento da Lei Nº 6.134/98*; 41.258/96-*regulamenta a Lei 7.663/91*. São Paulo – SP, 1987/1991/1996/1998.

- SAYEG, Sergio.** Valor Econômico da Água: uma revisão crítica da abordagem neoclássica 97p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo), 1998.
- SIGRH** - Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. *Relatório O do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*. São Paulo, (Relatório Técnico), 2000.
- SILVA, Valdeneide Regina da.** Ocupação territorial e qualidade da água subterrânea em maciço fraturado na região de Itaquera, (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), 2000.
- TARIFA, Jose Roberto & AZEVEDO Tarik Rezeende de.** Os Climas na Cidade de São Paulo. GEOUSP – Coleção Novos Caminhos. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Laboratório de Climatologia e Biogeografia, DG-USP, 2001.
- THAME, Antonio Carlos de Mendes et-al.** A Cobrança Pelo Uso da Água, IQUAL – Instituto de Qualificação e Editoração Ltda. São Paulo, 2000.

## ANEXO I - SÍNTESE DA BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

Os trabalhos de referência para o desenvolvimento dessa dissertação compreenderam desde trabalhos acadêmicos até relatórios técnicos. Dos principais será, a seguir, apresentada uma síntese.

IRITANI (1993) concluiu, em trabalho de mestrado, que o potencial de água subterrânea da Cidade Universitária à oeste da área de estudo é muito bom. De acordo com a autora, o volume de água subterrânea dos poços da USP poderia atender boa parte das demandas desta universidade. Contudo, ela chamou atenção para a importância de estudos hidrogeoquímicos mais pormenorizados, tendo em vista as limitações de ordem técnico-construtiva das obras de captação.

Por outro lado, esses estudos seriam necessários, porque o aquífero mais produtivo na área de estudo está assentado em sedimentos da Formação São Paulo e na várzea do rio Pinheiros, o que o torna mais vulnerável à contaminação.

Os perfis construtivos de três poços de produção de águas subterrâneas, perfurados no início dos anos 90 ao longo da Raia Olímpica da Cidade Universitária demonstraram que o pacote de sedimentos da Formação São Paulo não ultrapassa os 64m no local. Além do exposto, é necessário ressaltar que as cotas topográficas mais baixas do campus da USP, são exatamente nesta área, onde os poços foram construídos.

Quanto ao potencial do aquífero, o trabalho em questão constatou que as reservas permanentes no contexto estudado eram da ordem de 11 milhões de m<sup>3</sup> e as reservas reguladoras correspondiam a 900 mil m<sup>3</sup>/ano. Esse volume, na época, era duas vezes maior que o captado em 4 poços de produção. Como conclusão, a autora estimou que a exploração de aproximadamente 35% das reservas reguladoras poderia atender 18% das demandas totais da Cidade Universitária, incluindo o Hospital Universitário.

Foi ainda recomendada pela autora a realização de estudos específicos, a fim de evitar problemas de contaminação cruzada das águas subterrâneas, em face das interações com as águas contaminadas dos córregos próximos. Apesar dessa preocupação, as análises

físico-químicas realizadas para o estudo de IRITANI (*op.cit*) classificaram a água como sendo de boa qualidade.

PACHECO (1984), ao defender tese de doutoramento, reforçou os debates em torno da necessidade de criação de uma legislação mais austera, para coibir os abusos cometidos em diversos graus por usuários de águas subterrâneas.

De acordo com o autor, a conservação e preservação dos recursos hídricos em geral e dos recursos hídricos subterrâneos num contexto de metrópole como São Paulo, tinham que receber mais atenção das autoridades. Para ele, que teceu várias considerações críticas à legislação em vigor na época, uma das saídas para os problemas levantados, era a promulgação de leis mais severas, capazes de impor restrições às formas predatórias de uso das águas subterrâneas, *ainda hoje praticadas (grifo do autor)*.

A principal contribuição desse trabalho foi a identificação dos pontos de maior vulnerabilidade dos aquíferos no Município de São Paulo, por sua vez relacionados a problemas de contaminação da água subterrânea, tais como: poços mal construídos, poços abandonados e poços construídos junto a cemitérios. Embora tenha identificado vários problemas dessa natureza durante a pesquisa, o autor é enfático ao afirmar que a contaminação de águas subterrâneas ocorria apenas pontualmente.

A área abrangida por este trabalho foi de 100 km<sup>2</sup> na região central da cidade de São Paulo, onde foram cadastrados 475 poços, e analisado, apenas parte deles, em face das dificuldades de acesso, segundo o próprio autor.

BERTOLO (1996) pesquisou em trabalho de mestrado as relações existentes entre rios e o aquífero sedimentar de São Paulo em área de exploração intensiva de água subterrânea, cujo tema é o título de sua dissertação.

A sua principal contribuição foi a caracterização das relações hidráulicas entre os rios Tietê e Tamanduateí e o aquífero sedimentar de São Paulo. De acordo com o estudo em questão, nos pontos de super exploração de água subterrânea estava ocorrendo rebaixamento dos lençóis freáticos e o motivo seria explicado por uma exploração maior que a recarga.

Esse trabalho compilou dados de 363 poços tubulares (rasos e profundos). Além disso, trouxe informações da rede de piezômetros e dos trabalhos de geotecnia realizados pela Companhia do Metrô de São Paulo, junto ao ramal Leste Oeste da linha vermelha (Estações Itaquera - Barra Funda).

PARISOT (1983) em trabalho de mestrado, cujo título é: “As Águas Subterrâneas no Centro-Oeste do Município de São Paulo – *Características Hidrogeológicas e Químicas*” analisou as condições de 163 poços de exploração de água subterrânea cadastrados junto ao DAEE e empresas do ramo.

A principal contribuição de PARISOT (*op.cit.*) está na crítica à metodologia usada à época para determinar os padrões de qualidade da água, que era usada como fonte de abastecimento humano. No entendimento dessa autora, as amostras analisadas por diversos laboratórios, deixavam de lado a indicação de fontes de contaminação, constituídas de elementos tóxicos, tais como mercúrio e prata, que na época não faziam parte do padrão de potabilidade definido pelo Estado de São Paulo.

O trabalho em questão caracterizou-se ainda, por identificar nos sistemas aquíferos, junto aos rios Pinheiros e Tietê, três zonas de baixa, média e alta vulnerabilidade, quanto à poluição e contaminação da água subterrânea. Por exemplo, em uma das zonas de amostragem, a autora indicou que 86% das análises apresentavam problemas de contaminação da água com os seguintes elementos químicos: Cr, Pb, Mn, Fe, Ba, ou pela combinação de mais de um deles.

Um dos trabalhos mais recentes também referenciado no presente estudo foi “O Relatório Zero do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (2000)”. Esse relatório é caracterizado pela tentativa de compilar os trabalhos técnico-científicos de interesse para RMSP, realizados nas últimas 3 décadas.

Infelizmente, uma boa parte dos dados cadastrais de poços constantes do Relatório Zero do CBH\_AT não são consistentes. Por exemplo, o *Quadro 4.2.2.b.1* apresenta um cadastro de 4.865 poços de 6 bancos de dados diferentes. Isso cria dificuldades para determinar quantos poços de fato existem, visto que tais dados foram parcialmente

cadastrados por mais de um dos autores. Ou seja, um mesmo poço pode figurar no banco de dados de seis fontes diferentes ao mesmo tempo.

Embora o relatório em apreço seja passível de críticas, algumas já reconhecidas por seus autores, o presente trabalho reconhece o esforço empreendido na realização dele, posto que a RMSP é muito complexa para ser estudada em detalhes e também porque se trata de uma síntese da realidade dos recursos hídricos da região metropolitana. Dessa forma, entende-se que esse trabalho, apesar de suas limitações, constituiu alguns indicadores da situação dos recursos hídricos e, na pior das hipóteses, motivou os debates sobre as alternativas a serem empreendidas em matéria de projetos e programas no contexto metropolitano.

O Rift Continental do Sudeste do Brasil, denominação dada por RICOMINI (1989) à formação geológica presente nesse contexto, corresponde a uma espécie de “radiografia” da estrutura geológica do Sudeste brasileiro. Trata-se de uma tese de doutorado que freqüentemente é referenciada em trabalhos acadêmicos, a exemplo deste. E também os estudos de águas subterrâneas, realizados pelo DAEE a partir da década de 1970, embora estejam bastante desatualizados, constituem referência obrigatória para trabalhos técnicos e acadêmicos na RMSP.

SILVA (2000) estudou o maciço fraturado constituído por rochas cristalinas de idade Proterozóica, do Grupo Açungui (filitos, xistos e anfibolitos) e granitóide intrusivo (granito-gnaiss), inseridos em área de grande complexidade estrutural na região de Itaquera, bairro situado a leste do centro da cidade de São Paulo.

Como área de estudo de caso específico, a autora trabalhou nos limites da Fazenda do Carmo, onde estão sendo implantados os conjuntos habitacionais da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo - CDHU no município de São Paulo. No estudo em questão, a autora avaliou as condições hidrogeológicas do aquífero cristalino em termos qualitativos e caracterizou a área, identificando as fontes potenciais de poluição de águas subterrâneas.

Neste trabalho foram cadastrados 131 poços de produção de águas subterrâneas, dos quais 98 são do tipo cacimbas com profundidades máximas de 15m. De acordo com a

autora, a área de estudo apresenta um grande potencial de contaminação das águas subterrâneas, em decorrência de atividades de origem antrópica, tais como: lavagem de tambores contendo produtos químicos, postos de serviços, disposição irregular de resíduos sólidos, cemitérios, fossas, rios poluídos, esgotos e poços mal construídos.

Em algumas das amostras analisadas foram identificadas substâncias nocivas à saúde humana tais como: nitratos e zinco. Apesar dessa fonte de contaminação considerou-se que, de maneira geral, a água subterrânea da região atende os padrões de usos a que se destina. Contudo, enfatizou-se a necessidade de instalação da rede de saneamento básico como condição para reduzir e/ou eliminar as fontes poluidoras, especialmente, as fontes associadas a esgotamento sanitário que contêm nitratos.

Por fim, SILVA (op.cit.) concluiu que as rochas com maior potencial de produção de água subterrânea são os filitos e xistos, devido ao espesso manto de intemperismo, que chega a atingir 54m. Essas rochas, segundo ela, funcionam como reservatório de água subterrânea e estão conectadas as fraturas da rocha sã. E, como recomendação, foi observado pela autora, que a água da região deve ser usada apenas como fonte complementar para abastecimento.

## ANEXO II – USUÁRIOS DE ÁGUAS DA REDE PÚBLICA NA AVENIDA PAULISTA E SEU ENTORNO

RAZÃO SOCIAL DO USUÁRIO	REGISTRO	ENDEREÇO	HIDROMÉTRO	Mar/01	Fev/01	Jan/01	Dez/00	Nov/00	Out/00	Total 6m	Média Mensal	
Administração Soma de Hotéis	95921052	R João Passalacqua, 170.	M79L000118	7	15	45	5	5	6	83	13,83	
AMICO Assistência Médica	77635574	R Azevedo Macedo, 92.	M96L001124	2521	2217	2573	2006	2226	2312	13855	2309,17	
AMICO Assistência Médica	77642430	R Azevedo Macedo, 92.	M76T00238	2007	1738	1548	596	445	1074	7408	1234,67	
Hospital Santa Catarina	91391172	A Paulista, 200.	MB97P35520	0	0	0	2679	2828	2852	8359	2786,33	
Hospital Santa Catarina	91391334	A Paulista, 200.	MB97P35567	0	3161	3099	341	5	0	3407	13082	4360,67
Hospital Santa Catarina	514951206	A Paulista, 200.	Y99L166818	0	0	840	831	0	808	2479	61975	
Hospital do Coração	79497314	R D. Eliseu Guilherme, 123.	MODELO A	528	482	490	491	539	502	3032	505,33	
Hospital do Coração	79497314	R D. Eliseu Guilherme, 123.	OB97P35887	6056	5538	4849	5517	6243	5455	33658	5609,67	
Auto-Posto Jardim das Bandeiras Ltda.	110515820	R Heitor Penteado, 920.	A92C088203	33	29	29	28	71	31	221	36,83	
Balneário Maria Tereza Ltda.	65680332	R Alvim, 175.	A97N302790	52	98	46	53	44	43	336	56,00	
Brilhante Auto-Posto	94788090	A da Aclimação, 613.	A92N017551	66	67	69	92	67	59	420	70,00	
Capital Center Hotéis SA	93622821	R Frei Caneca, 1360.	M94T000877	822	505	275	853	947	1378	4780	796,67	
Churrascaria Bovinu's	65749804	A Rebouças, 1604.	A76K31495	214	10	14	12	62	0	312	62,40	
Churrascaria Vento Norte	64354083	A Rebouças, 1001.	A82L33433	100	22	7	3	0	31	163	32,60	
Cia Gerbur de Hotelaria	95760962	R Martins Fontes, 330.	MB97P35654	111	0	67	63	48	89	378	63,00	
Cia Gerbur de Hotelaria	95760962	R Martins Fontes, 330.	MODELO A	10	1	6	6	6	12	41	6,83	
Cia Palmares de Hotéis e Turismo	93033320	A Santos, 1437.	A79D14172	27	22	26	14	34	29	152	25,33	
Cia Palmares de Hotéis e Turismo	93033400	A Santos, 1437.	MB97P35791	1973	13	50	756	1879	1041	891	7890	1315,00
Cia Palmares de Hotéis e Turismo	93033400	A Santos, 1437.	MODELO A	253	233	292	272	231	158	1439	239,83	
Comércio de Alimentos TB Ltda	77565690	R Dona Eça de Queiroz, 642.	D74M000325	567	512	585	512	548	548	3272	545,33	
Comércio de Alimentos TB Ltda	77566823	R Dona Eça de Queiroz, 642.	A467999	56	184	667	674	535	343	2459	409,83	
Condomínio Mansão Duque Ellington	79595162	R Sampaio Viana, 725.	F96T003032	357	85	180	162	141	433	1358	226,33	
Condomínio Regente Park	64477169	R Oscar Freire, 533.	D96N001905	233	386	338	609	291	420	2277	379,50	
Condomínio Edifício Tatiana	66297923	R Jesuíno Arruda, 187.	M96L001068	314	653	68	373	492	417	2317	386,17	
Condomínio Ilhas Gregas	65021134	R Prof Arthur Ramos, 350.	D97S001211	20	31	28	30	30	30	169	28,17	
Condomínio Ilhas Gregas	65021215	R Prof Arthur Ramos, 350.	F76L000523	434	466	491	422	420	630	2863	477,17	
Condomínio Ilhas Gregas	65021304	R Prof Arthur Ramos, 350.	F96T002507	384	455	520	491	517	886	3253	542,17	
Condomínio Ilhas Gregas	65021487	R Prof Arthur Ramos, 350.	F96T002719	667	758	834	587	531	966	4343	723,83	
Condomínio Ilhas Gregas	65021568	R Prof Arthur Ramos, 350.	M84T000819	1385	1160	1221	1013	1220	1388	7387	1231,17	
Condomínio Ilhas Gregas	65021649	R Prof Arthur Ramos, 350.	M77K000101	1097	1011	928	940	959	1123	6058	1009,67	
Condomínio Ilhas Gregas	65021720	R Prof Arthur Ramos, 350.	M77K000062	1596	1405	1345	1407	1368	1278	8399	1399,83	
Condomínio Edifício Saint Paul	66475708	R Batataes, 558.	D01P000211	2268	844	791	844	791	791	6329	1054,83	
Condomínio Edifício Eluma	92993869	A Paulista, 1294.	MB97P35653	0	0	0	63	10	0	73	36,50	
Condomínio Edifício Eluma	92993869	A Paulista, 1294.	MODELO A	97	62	23	13	18	16	229	38,17	

RAZÃO SOCIAL DO USUÁRIO	REGISTRO	ENDEREÇO	HIDROMÉTRO	Mar/01	Fev/01	Jan/01	Dez/00	Nov/00	Out/00	Total 6m	Média Mensal
Condomínio Edifício Itaguaí	64547043	R da Mata, 110.	M96L001228	603	671	839	789	429	725	4056	676,00
Condomínio Edifício Maple Leaf Park	66189284	R Jesuino Arruda, 122.	M96L001233	622	904	617	650	790	732	4315	719,17
Condomínio Edifício Varam	93094892	Al Itu, 93.	F74L000945	1607	1360	1239	1478	1590	1371	8645	1440,83
Condomínio Edifício Vernom	66955580	R Dr V Carvalho Pinto, 381.	M94T000817	536	527	524	684	548	2167	4986	831,00
Edifício Alameda Santos	93655916	Al Santos, 2359.	D91L011677	222	216	296	448	427	291	1900	316,67
Edifício Pamplona Flat Service	66477662	R Pamplona, 1315.	F74S000919	0	40	45	25	0	0	110	36,67
Fundação Antonio Prudente	91505364	R P Antonio Prudente, 211.	Y00L298645	8	7	1	4	4	4	28	4,67
Fundação Antonio Prudente	91505879	R P Antonio Prudente, 211.	Y00L304967	6	10	269	28	0	91	404	80,80
Fundação Antonio Prudente	91506174	R P Antonio Prudente, 211.	Y00L304962	12	7	7	7	7	9	49	8,17
Fundação Antonio Prudente	91506255	R P Antonio Prudente, 211.	Y00S070432	15	16	7	7	7	7	59	9,83
Fundação Antonio Prudente	91506417	R P Antonio Prudente, 211.	Y00L304966	33	31	29	33	34	33	193	32,17
Fundação Antonio Prudente	91506689	R P Antonio Prudente, 211.	Y00S070441	10	13	7	13	12	12	67	11,17
Fundação Antonio Prudente	91506760	R P Antonio Prudente, 211.	J98PV15351	8789	8669	8560	8019	8128	8990	51155	8525,83
Fundação Antonio Prudente	91506840	R P Antonio Prudente, 211.	F97L000821	2398	2629	2500	2273	2297	2294	14391	2398,50
Hospital Oswaldo Cruz	77778847	R João Julião, 295.	D96N001246	2144	1808	1768	1799	1950	1741	11210	1868,33
Hospital Oswaldo Cruz	77778928	R João Julião, 295.	A81T014393	59	55	54	53	61	59	341	56,83
Hospital Oswaldo Cruz	77779061	R João Julião, 295.	D96N001245	205	184	192	185	241	209	1216	202,67
Hospital Oswaldo Cruz	484830520	R João Julião, 295.	MB97P35521	4150	3360	3856	4071	4477	4063	23979	3996,50
Hospital Oswaldo Cruz	484830520	R João Julião, 295.	MODELO A	584	507	533	522	201	538	2885	480,83
Hospital Santa Joana SA	77916158	R dos Tupinambás, 157.	M96L001379	4046	3624	3930	3976	4402	3899	23877	3979,50
Hospital Santa Joana SA	77916239	R dos Tupinambás, 157.	A77M72258	33	18	23	24	30	28	156	26,00
Hospital Santa Joana AS	77918100	R dos Tupinambás, 157.	G98TV00059	2541	2386	2348	2260	2412	2378	14325	2387,50
Hospital Nove de Julho	93207689	R Peixoto Gomide, 625.	Y00L298917	15	15	14	12	16	26	98	16,33
Hospital Nove de Julho	93207760	R Peixoto Gomide, 625.	MB97P35622	85	53	59	41	41	8	287	47,83
Hospital Nove de Julho	93207760	R Peixoto Gomide, 625.	MODELO A	353	306	299	356	321	282	1917	319,50
Hospital Nove de Julho	93207840	R Peixoto Gomide, 625.	AR78M10159	82	65	56	123	65	50	441	73,50
Hospital Nove de Julho	93211953	R Peixoto Gomide, 625.	Y00L298918	7	6	7	10	13	17	60	10,00
Hospital Nove de Julho	93212259	R Peixoto Gomide, 625.	M96L001727	2	0	0	0	0	0	2	2,00
Hospital Nove de Julho	543062643	R Peixoto Gomide, 625.	AR82M27662	22	21	19	24	33	22	141	23,50
Hotel Eldorado Boulevard	95728309	A São Luis, 234.	MB97P35830	0	0	0	0	6	0	6	6,00
Hotel Porto do Sol São Paulo Ltda	79460909	R Tutóia, 1157.	M97T000033	68	63	615	58	64	62	930	155,00
IBM do Brasil	79901891	R Tutóia, 1157.	G98SV00064	18	15	14	31	32	13	123	20,50
IMAVEN	91288673	A B Luis Antonio, 1343.	A81T046790	7	2	142	0	0	0	151	50,33
IMAVEN	91288635	A B Luis Antonio, 1343.	MB97P35658	0	0	563	0	0	0	563	563,00
IMAVEN	91288835	A B Luis Antonio, 1343.	MODELO A	6	6	109	6	7	6	140	23,33

RAZÃO SOCIAL DO USUÁRIO	REGISTRO	ENDEREÇO	HIDROMÉTRO	Mar/01	Fev/01	Jan/01	Dez/00	Nov/00	Out/00	Total 6m	Média Mensal
Hotel Renaissance	468599428	Al Jaú, 1620.	MB97P35847	695	1	0	690	1088	451	2925	487,50
Hotel Renaissance	468599428	Al Jaú, 1620.	MODELO A	65	11	0	48	80	48	252	63,00
Shopping Center Paulista	77784812	R Treze de Maio, 1947.	M92L004647	1623	1362	1947	2575	2700	1441	11648	1941,33
Shopping Center Paulista	77786351	R Treze de Maio, 1947.	MODELO A	0	0	0	0	15	0	15	15,00
Shopping Center Paulista	77786351	R Treze de Maio, 1947.	MB97P35613	0	0	0	0	172	0	172	172,00
Novos Hotéis de São Paulo	93619790	R Augusta, 1508.	G98LV00549	147	223	191	295	336	305	1497	249,50
H. Beneficência Portuguesa	77772210	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298637	78	69	65	68	74	74	428	71,33
H. Beneficência Portuguesa	77772300	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298715	4	2	13	15	14	14	62	10,33
H. Beneficência Portuguesa	77772482	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298726	80	106	86	98	59	59	488	81,33
H. Beneficência Portuguesa	77772563	R Maestro Cardim, 769.	Y00L198721	60	54	72	21	28	131	366	61,00
H. Beneficência Portuguesa	77772997	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298711	28	26	19	25	31	35	164	27,33
H. Beneficência Portuguesa	77773020	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298728	14	11	10	11	13	21	80	13,33
H. Beneficência Portuguesa	77773101	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298719	37	37	18	29	40	31	192	32,00
H. Beneficência Portuguesa	77773292	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298717	16	15	10	11	11	11	74	12,33
H. Beneficência Portuguesa	77773373	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298710	0	3	6	6	9	7	31	5,17
H. Beneficência Portuguesa	77773535	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298712	68	48	49	52	54	51	322	53,67
H. Beneficência Portuguesa	77773616	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298723	50	13	106	5	15	20	209	34,83
H. Beneficência Portuguesa	77773705	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298729	43	37	36	40	42	47	245	40,83
H. Beneficência Portuguesa	77773888	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298630	20	16	20	23	16	21	116	19,33
H. Beneficência Portuguesa	77773969	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298640	1	1	1	1	0	0	4	1,00
H. Beneficência Portuguesa	77774000	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298646	29	27	22	18	16	15	127	21,17
H. Beneficência Portuguesa	77774183	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298635	15	9	9	10	13	14	70	11,67
H. Beneficência Portuguesa	77774264	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298638	42	39	36	31	36	40	224	37,33
H. Beneficência Portuguesa	77774507	R Maestro Cardim, 769.	Q96T000011	9338	8692	5178	8609	8261	8907	48985	8164,17
H. Beneficência Portuguesa	77774698	R Maestro Cardim, 769.	MODELO A	877	726	726	712	804	750	4595	765,83
H. Beneficência Portuguesa	77774698	R Maestro Cardim, 769.	OB97P35869	13044	11267	9639	10659	11568	10687	66864	11144,00
H. Beneficência Portuguesa	77776801	R Maestro Cardim, 769.	Y00X014770	23	28	19	18	36	40	164	27,33
H. Beneficência Portuguesa	77779576	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298725	20	17	11	17	16	15	96	16,00
H. Beneficência Portuguesa	77779819	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298723	58	50	44	47	49	48	296	49,33
H. Beneficência Portuguesa	77779908	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298722	18	14	10	12	13	13	80	13,33
H. Beneficência Portuguesa	77780310	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298642	51	79	57	49	54	59	349	58,17
H. Beneficência Portuguesa	77780825	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298724	10	7	6	7	8	9	47	7,83
H. Beneficência Portuguesa	77781040	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298648	8	4	4	5	5	6	32	5,33
H. Beneficência Portuguesa	77781473	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298720	33	15	22	16	16	15	117	19,50
H. Beneficência Portuguesa	91470986	R Maestro Cardim, 769.	Y00L298639	8	6	9	7	6	5	41	6,83

RAZÃO SOCIAL DO USUÁRIO	REGISTRO	ENDEREÇO	HIDROMÉTRO	Mar/01	Fev/01	Jan/01	Dez/00	Nov/00	Out/00	Total 6m	Média Mensal
SESC	65243200	R Leme, 195.	A79M018247	401	425	195	246	113	212	1592	265,33
SESC	77661141	R Leme, 195.	M94T000911	4057	3686	3015	2929	3378	3533	20598	3433,00
SESC	132352907	R Leme, 195.	D96N003057	412	386	373	373	145	331	2020	336,67
H Sírio Libanês	93214464	R Adma Jafet, 387.	MB97P35739	10463	9617	8994	9272	10518	10989	59853	9975,50
H Sírio Libanês	93214464	R Adma Jafet, 387.	MODELO A	773	714	701	715	805	822	4530	755,00
Colégio Dante Alighieri	93735600	Al Jaú, 1061.	M90L000124	0	1	65	0	124	0	190	95,00
Colégio Dante Alighieri	414220749	Al Jaú, 1061.	F79L000223	29	40	63	151	28	0	311	62,20
Varam Importação e Exportação SA	91277809	A B Luis Antonio, 1099.	M94L006625	14	516	11	43	9	98	691	115,17
Nikkey Palace Hotel	94298670	Galvão Bueno, 425	M96T000755	79	230	0	0	0	6	315	105,00

Fonte: SABESP & DAEE org.: RODRIGUES F. A (2001).

**ANEXO III – USUÁRIOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA AVENIDA PAULISTA E SEU ENTORNO**

RAZÃO SOCIAL	REGISTRO	ENDEREÇO	HIDROMÊTRO	Mar/01	Fev/01	Jan/01	Dez/00	Nov/00	Out/00	Total 6m	Média Mensal
ADM Soma de Hotéis	545722829	João Passalacqua, 170.	D80M00025	647	670	709	694	773	815	4308	718,00
AMICO Assistência Médica	562425900	Azevedo Macedo, 92.	E99L000175	2467	2556	2937	3142	3549	3058	17709	2951,50
Hospital Santa Catarina	536799032	Paulista, 200.	F96L000939	0	4	0	0	0	0	4	4,00
Hospital do Coração	546644112	Eliseu Guilherme, 123.	F77L00352	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Auto-Posto Jardim Bandeiras	547353863	Heitor Penteado, 920.	F99T000072	98	88	44	36	99	87	452	75,33
Balneário Maria Tereza	546225497	Arruda Alvim, 175.	D74M01516	47	80	27	44	43	38	279	46,50
Brilhante Auto-Posto Ltda	546811973	Aclimação, 613.	A98N905698	32	34	39	27	32	43	207	34,50
Capital Center Hotéis S.A.	544708466	Frei Caneca, 1360.	D79B000052	3489	3284	3277	3036	3245	2761	19092	3182,00
Capital Center Hotéis S.A.	548571554	Frei Caneca, 1360.	E99T001378	1768	1635	1320	1071	1461	1575	8830	1471,67
Churrascaria Vento Norte	575853344	Rebouças, 1001.	D79S001203	492	359	490	227	257	165	1990	331,67
Cia. Gerbur de Hotelaria	95761004	Martins Fontes, 330.	M92L004647	0	0	0	0	0	4	4	4,00
Cia. Gerbur de Hotelaria	536799970	Martins Fontes, 330.	M95T000679	0	742	625	294	890	870	3421	570,17
Cia. Palmares Hotéis	93033249	Alameda Santos, 1437.	M94T001101	1152	1442	1114	1591	1734	830	7863	1310,50
Cia. Palmares Hotéis	585425663	Alameda Santos, 1437.	M96T001128	4594	3743	3375	0	0	0	11712	3904,00
Cond. Ed. Mansão Duque	568274903	Sampaio Viana, 725.	D96S002716	404	529	399	528	580	266	2706	451,00
Cond. Ed. Regent Park	567638758	Oscar Freire, 533.		981	1083	1015	1083	1015	1015	6192	1032,00
Cond. Ed. Tatiana	581558642	Jesuino Arruda, 187.	F96T002979	1284	956	1312	1116	0	0	4668	1167,00
Cond. Ed. Tatiana	581558642	Jesuino Arruda, 187.	F96T002979	1284	956	1312	1116	1105	0	5773	1154,60
Cond. Ilhas Gregas	546226388	Prof. Artur Ramos, 350.	F99T000083	1045	1269	24	1087	1763	526	5714	952,33
Condomínio Edifício Eluma	92993940	Carlos do Pinhal, 747.	G98LV06784	1950	1517	1492	1762	1344	1335	9400	1566,67
Condomínio Edifício Itaguaí	573490457	Da Mata, 110.	F96T002132	851	800	406	630	1098	720	4505	750,83
Condomínio Edifício Maple	539341568	Jesuino Arruda, 122.	D97N000803	1674	1835	1580	1794	1730	1864	10477	1746,17
Condomínio Edifício Varam	424992329	Alameda Itu, 93.	F92L003732	130	60	1	0	0	67	258	86,00
Condomínio Edifício Vernon	584152701	Virgilio C. Pinto, 381.	D96N004729	1374	1288	1039	2292	0	0	5993	1498,25
Edifício Alameda Santos	93656050	Alameda Santos, 2359.	M96L001135	824	771	851	771	877	797	4891	815,17
Edifício Pamplona Flat	574370331	Pamplona, 1315.	F96T001654	666	579	479	443	620	569	3356	559,33
Fundação Antonio Prudente	569876680	Antonio Prudente, 211.	F96L000964	3704	3716	3133	2965	3394	2894	19806	3301,00
Hospedaria Hospitalar S/C	544468058	Maestro Cardim, 508.	A98N905151	226	536	201	371	440	228	2002	333,67
H. Alemão Oswaldo Cruz	539819018	Treze de Maio, 1907.	F96T000965	5267	4263	4687	4073	4628	4326	27244	4540,67
H. Maternidade Santa Joana	544462106	Tupinambás, 157.	D89S072669	536	456	515	459	560	505	3031	505,17
H. Maternidade Santa Joana	585427526	Tupinambás, 157.	D96N000186	366	319	318	0	0	0	1003	334,33
Hospital Nove de Julho S.A.	536917680	Peixoto Gomide, 625.	J98PV15520	5274	5083	4963	5015	5504	5225	31064	5177,33

RAZÃO SOCIAL	REGISTRO	ENDEREÇO	HIDROMÉTRO	Mar/01	Fev/01	Jan/01	Dez/00	Nov/00	Out/00	Total 6m	Média Mensal
Hotel Eldorado Boulevard	494775289	São Luis, 234.	D97N000350	2552	2522	2026	2285	2277	2124	13786	2297,67
Hotel Eldorado Boulevard	563476346	São Luis, 234.	A81M17973	70	26	76	52	41	45	310	51,67
Hotel Porto do Sol São Paulo	546647057	Luis Antonio, 2921.	F97L000268	1982	1769	1170	2343	2240	2181	11685	1947,50
IBM do Brasil	79901972	Tutóia, 01157.	J98PV15369	8986	8082	9097	7328	6680	6296	46469	7744,83
IBM do Brasil	79902006	Tutóia, 01157.	M71L000231	1381	1499	1597	1218	1190	1137	8022	1337,00
IMAVEN	91288916	Luis Antonio, 1343.	G98LV00571	1645	1543	684	1501	1256	1277	7906	1317,67
Hotel Renaisense	562818383	Alameda Santos, 2233.	F96T001448	8652	8140	8488	8392	9303	9052	52027	8671,17
Hotel Renaisense	574770437	Alameda Santos, 2233.	A99L510270	1311	1144	1000	876	1113	821	6265	1044,17
Shopping Center Paulista	77786432	Maestro Cardim, 1106.	M96L001231	3461	2916	4027	3039	2944	2969	19356	3226,00
Posadas do Brasil Ltda	445428287	Augusta, 1508.	F96T001513	2278	1760	2084	1889	1932	1976	11919	1986,50
H Beneficência Portuguesa	423330756	Maestro Cardim, 769.	J98P015415	14661	13037	12641	13099	14273	13988	81699	13616,50
H Beneficência Portuguesa	536921792	Maestro Cardim, 769.	J98TV15316	13110	11141	12500	10138	11861	11133	69883	11647,17
Nikkey Palace Hotel	536917922	Galvão Bueno, 425	E985000115	988	562		1065	549	1091	4255	851,00
Serviço Social do Comércio	563279788	Pelotas, 141.	D99T000548	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Hospital Sirio Libanês	93213735	Adma Jafet, 91.	G98LV06683	2863	2963	3121	2823	2652	2116	16538	2756,33
Colégio Dante Alighieri	548446814	Alameda Itu, 560.	E99S000264	2337	2162	1071	2087	2004	2111	11772	1962,00
Varam Importação	575638290	Luis Antonio, 1099.	F96T001388	835	932	725	868	972	774	5106	851,00
Condomínio Edifício Saint Paul	570892562	Batataes, 558.	D96S002738	612	675	633	675	633	633	3861	643,50
Churrascaria Bovinu's	547109954	Rebouças, 1604.		87	96	87	93	93	93	549	91,50

Fonte: SABESP & DAEE org.: RODRIGUES F. A (2001).

## ANEXO IV – RELAÇÃO DE POÇOS CADASTRADOS PELO DAAE NO ENTORNO DA AVENIDA PAULISTA

Nº	Estabelecimento	Endereço	EMPRESA	Ano	Coordenadas/UTM	Prof/m	V.M³/h	V.M³/uso	NE	ND	Vazão Ep	Uso	T/b/h	Cota/m
01*	Condomínio Ed. Sant Paul	Batataes, 558	YGUATÚ											
02*	Hospital Santa Catarina	Paulista, 200	AGUABRÁS	1997										
069	Cond. Edifício Varan	Ilu, 93	HIDROGESP	1992	7.392.700/331.080	134,00	8,50	7,66	51,92	117,05	0,131	DOM	18	677,55
088	Shopping Center Paulista	Treze de Maio, 1.947	AGUABRÁS	1993	7.392.380/332.410	177,00	15,50	3,27	80,98	98,32	0,306	GER	24	805,00
193	Beneficência Portuguesa	Maestro Cardim, 769	FALCÃO	1958	7.392.800/332.550	170,00	30,00	NC	97,44	102,88	0,925	GER	20	714,00
235	Novos H. de São Paulo	Augusta, 1.508	ABC	1996	7.393.910/330.720	102,00	8,00	5,29	23,15	65,52	0,180	GER	24	776,85
241	Companhia Gerbur	Marlins Fontes, 330	YGUATÚ	1996	7.394.730/332.120	131,00	15,85	NC	26,50	58,20	0,510	IND	24	750,00
277	Adm. Soma de Hotéis	João Passalacqua, 170	ADEMAR	1996	7.394.190/332.030	60,00	2,00	1,00	24,12	46,00	NC	GER	10	770,00
301	Condomínio Edifício Eluma	Paulista, 1.294	AGUABRÁS	1992	7.393.240/331.240	218,00	20,84	16,50	83,37	123,53	0,592	DOM	10	818,00
316	Hospital Santa Catarina	Paulista, 200	AGUABRÁS	1994	7.392.420/332.150	250,00	8,40	5,75	103,05	144,30	0,204	HOS	20	817,00
320	IMAVEN – Agropecuária	Luis Antonio, 1.343	AGUABRÁS	1997	7.393.380/332.340	108,00	8,00	8,00	56,00	-	-	GER	20	785,00
341	Cia. Palmares de Hotéis	Santos, 1.437	TECNOAGUA	1985	7.393.060/331.000	170,00	4,00	2,00	78,10	102,00	0,170	GER	20	810,00
342	Cia. Palmares de Hotéis	Santos, 1.437	ACQUAJET	1997	7.393.090/333.020	120,00	8,00	6,00	74,00	83,00	0,890	GER	20	810,00
380	Beneficência Portuguesa	Maestro Cardim, 769	HIDROGESP	1998	7.392.660/332.550	170,00	13,00	13,00	113,25	153,62	0,322	IND	20	785,00
383	Edifício Al Santos	Santos, 2.359	CORNER	1996	7.393.755/330.320	165,00	16,70	5,00	49,50	53,00	4,700	DOM	7,5	818,00
386	Nacional Par	Av. Prestes Maia	EDMILSON	1998	7.393.510/329.520	130,00	8,00	8,00	38,42	67,34	0,270	GER	20	775,00
396	Nikkey Palace Hotel	Galvão Bueno, 425	GEOPLAN	1998	7.393.700/333.220	130,00	10,00	10,00	38,00	72,00	0,294	DOM	20	750,00
413	Hotel Porto do Sol	Tutóia, 77	AIR DRILL	1994	7.392.140/331.330	165,00	10,00	-	61,00	89,12	0,356	GER	20	775,00
417	Condomínio Mansão	Sampaio Viana, 725	AGUABRÁS	1998	7.391.780/331.610	152,00	8,00	4,00	63,15	88,12	0,320	DOM	8	780,00
429	Condomínio Ed. Sant Paul	Batataes, 558	YGUATU	1998	7.392.480/330.770	100,00	1,80	1,80	40,00	75,20	0,023	GER	20	770,00
430	Condomínio Edifício Maple	Jesuino Arruda, 122	HIDROGEO	1993	7.391.150/329.450	135,00	20,00	9,00	29,00	55,00	0,769	DOM	10	743,00
434	Condomínio Ed. Tatiana	Jesuino Arruda, 187	POLITI	1989	7.391.100/329.380	124,00	24,00	6,00	23,80	76,50	0,455	IND	12	740,00
443	Cond. Edifício Itaguaí	Mata, 110	AGUABRÁS	1997	7.391.260/328.980	154,00	7,20	7,20	17,00	31,40	0,500	DOM	20	735,00
445	Capital Center Hotéis	Frei Caneca, 1.360	L.MOCOCA	1989	7.393.690/330.735	98,00	1,00	1,00	62,54	84,30	0,046	GER	20	815,00
446	Capital Center Hotéis	Frei Caneca, 1.360	ACQUAJET	1997	7.392.730/330.760	130,00	8,00	10,50	61,00	79,00	0,440	GER	20	818,00
447	Hospital Oswaldo Cruz	João Julião, 331	AGUABRÁS	1998	7.392.470/332.310	195,00	34,30	6,00	113,00	165,40	0,200	HOS	20	815,00
448	Hospital Nove de Julho	Peixoto Gomide, 625	HIDROGESP	1998	7.393.740/331.050	161,50	11,80	13,00	64,17	124,50	0,195	DOM	20	810,00
452	Hotel Cardim Plaza	Maestro Cardim, 508	TECNOAGUA	1998	7.392.950/332.440	68,00	2,30	2,00	16,00	56,00	0,058	IND	20	798,00
453	Caster Leão Adm. Hotéis	Ilu, 1.151	HIDROGEO	1998	7.393.430/330.270	191,00	9,00	9,00	56,00	126,00	0,128	GER	18	800,00
482	Hospital Santa Joana	Tupinambás, 157	AGUABRÁS	1998	7.391.860/332.820	150,00	1,16	1,16	34,30	117,84	0,139	GER	20	800,00
503	Corn. Alimentos T.B. Ltda	Eça de Queiroz, 642	AGUABRÁS	1997	7.391.300/331.920	211,00	1,20	1,20	67,02	164,34	0,012	IND	10	770,00
511	Eldorado Hotéis	Av. São Luís, 234	SOS AGUA	1994	7.395.020/332.290	100,00	4,00	4,00	-	-	-	GER	18	754,00
516	Hospital Sirio Libanês	Adma Jafet, 91	CORNER S/A	1988	7.393.820/331.150	150,00	7,20	6,00	76,50	102,20	0,280	DOM	20	800,00
517	Hospital Sirio Libanês	Adma Jafet, 91	AGUABRÁS	1999	7.393.810/331.330	200,00	6,00	6,00	53,80	103,09	0,122	GER	20	760,00
526	Auto-Posto Jd. Bandeiras	Heitor Penleado, 920	-	1999	-	100,00	3,76	3,00	17,00	90,00	0,052	GER	1	775,00
565	Condomínio Ilhas Gregas	Profº Arthur Ramos, 350	CONSTROLI	1995	7.390.970/327.790	200,00	10,00	10,00	45,32	83,52	0,318	GER	20	723,00
576	Hotel Renaissance	Santos, 2.233	HIDROGESP	1999	7.393.720/330.300	163,35	14,14	12,00	94,42	138,00	0,350	DOM	20	815,00
607	Hospital do Coração	Eliseu Guilherme, 123	CONER S/A	1989	7.392.063/332.310	162,00	7,90	7,00	72,62	125,51	0,150	HOS	12	818,00
612	Colégio Dante Alighieri	Jai, 1.061	GEOPLAN	1999	7.393.110/330.790	205,50	24,00	10,00	90,63	114,77	0,994	DOM	18	810,00
618	IBM do Brasil	Tutóia, 1.157	CONSTROLI	1999	7.391.440/331.740	188,00	16,00	16,00	48,00	54,00	2,670	DOM	20	775,00
624	Hotel Intercontinental	Santos, 1.123	ACQUAJET	1999	7.392.870/331.170	150,00	10,70	8,00	92,38	122,50	0,360	GER	20	802,00
646	S. Social do Comércio	Pelotas, 141	POLITI	1996	7.390.980/332.260	158,00	2,03	2,00	22,10	140,42	0,017	GER	15	781,00
653	L C Adm. de Restaurantes	Luis Antonio, 3.341	HIDROWAY	1999	7.391.910/331.020	100,00	4,00	4,00	54,00	74,00	0,200	GER	20	740,00
656	Hospital do Câncer	Antonio Prudente, 211	SONDAUGUA	1999	7.393.210/332.870	240,00	5,20	5,20	54,00	72,80	0,276	GER	20	760,00
657	Hospital do Câncer	Antonio Prudente, 211	GEOPLAN	1999	7.392.950/333.100	312,00	3,79	3,70	64,71	72,17	0,400	GER	20	760,00
664	Hospital Santa Joana	Tupinambás, 157	TECNOAGUA	1991	7.391.930/332.800	108,00	1,05	1,05	36,40	98,10	0,016	GER	20	800,00
665	Hospital Santa Joana	Tupinambás, 157	TECNOAGUA	1991	7.392.970/332.790	105,00	0,85	0,85	38,10	84,80	0,018	GER	20	800,00
688	Churrascaria Bovinu's	Rebouças, 1.604	HIDROWAY	1997	7.393.160/328.920	60,00	3,00	3,00	18,00	42,00	0,125	GER	20	750,00

Nº	Estabelecimento	Endereço	EMPRESA	Ano	Coordenadas/UTM	Prof/m	V.M³/h	V M³/uso	NE	ND	Vazão Ep	Uso	T/b/h	Cota/m
716	AMICO Assistência Médica	Azevedo Macedo, 113	GEOPESQUISA.	1999	7.391.170/332.650	468,00	6,00	6,00	102,00	178,00	0,078	GER	20	805,00
719	Balneário Maria Tereza	Arruda Alvim, 175	EDMILSOM	1996	7.394.220/329.030	80,00	2,00	2,00	23,82	68,17	0,045	GER	01	800,00
736	Brilhante Auto-Posto	Aclimação, 613	A POCEIRO	1998	7.392.270/333.370	50,00	1,20	1,20	12,00	36,00	0,050	GER	08	770,00
739	Edifício Carajás	Batataes, 333	CONSTROLI	2000	7.392.350/330.960	140,00	8,00	8,00	48,00	60,00	0,720	GER	08	788,00
777	Edifício Las Ramblas	Joaquim E. Lima, 1.656	POLITI	1980	7.392.000/330.780	-	4,00	4,00	40,00	65,00	-	GER	-	-
802	Edifício Pamplona	Pamplona, 1315	HIDROGEO	2000	7.392.630/330.810	121,50	5,00	5,00	50,35	92,57	0,22264	GER	-	-
809	Varan Importação	B Luis Antonio, 1.137	TECNOÁGUA	1991	7.393.560/332.400	152,00	5,00	5,00	18,00	112,00	0,0638297	GER	20	775,00
812	Frei Caneca Shopping	Frei Caneca, 569	HIDROGEO	2001	7.394.190/331.440	331,00	0,70	0,70	29,34	177,20	0,004	GER	20	800,00
814	Edifício Regente Park	Oscar Freire, 533	ACQUAJET	2001	7.392.930/329.900	111,50	5,00	5,00	29,54	36,96	1,21	GER	-	758,00
822	IBM do Brasil	Tutóia, 1.157	AGUABRÁS	1998	7.391.315/331.656	160,70	18,00	18,00	58,00	76,00	1,00	GER	20	755,00
825	Edifício The Universe	Pamplona, 83	CONSTROLI	2000	7.393.530/331.440	168,00	6,50	6,50	79,00	110,00	0,209	GER	14	-
831	Churrascaria Vento Norte	Rebouças, 1001	HIDROGEO	1999	7.393.470/329.480	140,00	5,00	5,00	26,68	68,12	0,226	GER	20	775,00
845	Condomínio Vernon	Dr. V. Carvalho Pinto	INTERSONDAS	2000	7.392.180/328.150	64,00	3,60	3,60	18,52	42,37	3,60	GER	20	750,00
894	Banco Real ABN AMRO	Paulista, 1.374	AGUABRÁS	1989	7.393.300/331.240	280,00	9,00	9,00	79,93	101,70	0,660	GER	20	830,00

\* Poços não cadastrados

Fonte: DAEE & USUÁRIOS org.: RODRIGUES F. de A. (2001)