

Série
Relatórios

**Relatório de qualidade das
águas subterrâneas do
Estado de São Paulo - 1994**

APRESENTAÇÃO

Os recursos hídricos do Estado de São Paulo são hoje, um recurso natural escasso e, um bem econômico. A preservação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, a níveis econômicos de utilização é um imperativo para não cercear o desenvolvimento do Estado.

A CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental é o organismo responsável, no Estado de São Paulo, pela preservação da qualidade das águas e pela operação do sistema de controle da poluição dos recursos hídricos.

Ciente desta importância, estamos dando início à edição periódica do "Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas", cuja circulação deverá ser anual.

É um trabalho, composto de 8 capítulos, que apresenta os dados da rede de monitoramento da CETESB, assim como métodos e técnicas utilizadas. Apresenta também, texto de documentos que conferem o esboço institucional-legal e normatizador da exploração, preservação e outorga de uso das águas subterrâneas no Estado.

Desta forma, o presente relatório destina-se aos usuários das águas subterrâneas (prefeituras, empresas perfuradoras, indústrias, agricultores, órgãos e entidades públicas), comunidade técnica e científica e população em geral.

A DIRETORIA

The first part of the paper is devoted to a discussion of the general principles of the theory of the structure of the atom. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics, and that the laws of quantum mechanics are derived from the principles of the theory of the structure of the atom. The second part of the paper is devoted to a discussion of the application of the theory of the structure of the atom to the study of the properties of matter. It is shown that the theory of the structure of the atom can be used to study the properties of matter, and that the properties of matter can be used to study the theory of the structure of the atom.

The third part of the paper is devoted to a discussion of the application of the theory of the structure of the atom to the study of the properties of matter. It is shown that the theory of the structure of the atom can be used to study the properties of matter, and that the properties of matter can be used to study the theory of the structure of the atom. The fourth part of the paper is devoted to a discussion of the application of the theory of the structure of the atom to the study of the properties of matter. It is shown that the theory of the structure of the atom can be used to study the properties of matter, and that the properties of matter can be used to study the theory of the structure of the atom.

The fifth part of the paper is devoted to a discussion of the application of the theory of the structure of the atom to the study of the properties of matter. It is shown that the theory of the structure of the atom can be used to study the properties of matter, and that the properties of matter can be used to study the theory of the structure of the atom. The sixth part of the paper is devoted to a discussion of the application of the theory of the structure of the atom to the study of the properties of matter. It is shown that the theory of the structure of the atom can be used to study the properties of matter, and that the properties of matter can be used to study the theory of the structure of the atom.

The seventh part of the paper is devoted to a discussion of the application of the theory of the structure of the atom to the study of the properties of matter. It is shown that the theory of the structure of the atom can be used to study the properties of matter, and that the properties of matter can be used to study the theory of the structure of the atom. The eighth part of the paper is devoted to a discussion of the application of the theory of the structure of the atom to the study of the properties of matter. It is shown that the theory of the structure of the atom can be used to study the properties of matter, and that the properties of matter can be used to study the theory of the structure of the atom.

**Relatório de Qualidade das
Águas Subterrâneas do
Estado de São Paulo
1994**



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

**Relatório de Qualidade das
Águas Subterrâneas do
Estado de São Paulo
1994**

**SÃO PAULO
1996**

FICHA CATALOGRÁFICA

(Preparada pelo Setor de Biblioteca da CETESB)

C418r CETESB, São Paulo

Relatório de qualidade das águas subterrâneas
do estado de São Paulo 1994.-São Paulo:

CETESB, 1996

95 p.: il.; 30 cm.- (Série Relatórios/CETESB.

ISSN 0103-4103).

1. Águas subterrâneas-qualidade 2. Aquíferos
3. Poços tubulares profundos 4. Rede de
monitoramento I. Título II. Série.

CDD (18.ed.) 628.118 1 6

CDU (2. ed. Med. Port.) 628.112 (815.6)

Edição

Coordenação Geral

Quím. Claudio Darwin Alonso

Coordenação Técnica

Biol. Dorothy Carmen Pinatti Casarini
Engº Luiz Paulo Machado Poppe

Equipe Técnica

Setor de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas

Engª Civil	Maria de Fátima Bueno da Silva
Engª Quím.	Maria das Graças Fernandes Dantas
Engº Civil	Luiz Paulo Machado Poppe
Engº Agron.	Claudio Luiz Dias
Biólogo	Claudio Roberto Palombo

Coleta de Amostra e Análise

Divisão de Análises Químicas - DAA
Setor de Química Inorgânica - DAAI
Divisão de Microbiologia - DAM
Setor de Controle de Bauru - CIBC
Distrito de São José do Rio Preto - CBS
Setor de Laboratório de Ribeirão Preto - CBLR
Agência de Franca - CBFR
Distrito de Piracicaba - CRP
Setor de Laboratório de Campinas - CRLC
Setor de Laboratório de Marília - COLM
Agência de Presidente Prudente - COPP
Agência de Araçatuba - COAR
Setor de Laboratório de Sorocaba - CALS

Digitação

Eunice de Oliveira Arribas Puerto

Desenhos

Marisa Cury

Produção Editorial, Fotolito e Impressão

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Impresso em agosto de 1996

Tiragem : 300 exemplares

Distribuição : CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros

Tel.: (011) 3030-60 00 - CEP 05489-900 - São Paulo - SP - Brasil

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	01
2.	OBJETIVO	02
3.	ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO	03
4.	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DE SÃO PAULO	06
4.1	Caracterização Geológica	06
4.1.1	Grupo Bauru	10
4.1.1.1	Formação Marília	11
4.1.1.2	Formação Adamantina	11
4.1.1.3	Formação Santo Anastácio	11
4.1.1.4	Formação Caiuá	12
4.1.2	Grupo São Bento	12
4.1.2.1	Formação Serra Geral	12
4.1.2.2	Formação Botucatu	13
4.1.2.3	Formação Pirambóia	13
4.2	Caracterização Hidrogeológica	14
4.3	Caracterização Hidrogeoquímica	17
4.3.1	Aquífero Fissurado	17
4.3.2	Aquífero Sedimentar	17
5.	METODOLOGIA	20
5.1	Critérios de Implantação da Rede de Monitoramento	20
5.2	Critérios de seleção de poços para a Rede de Monitoramento	20
5.3	Seleção de Parâmetros Analíticos	32
5.4	Coleta, Preservação e Acondicionamento de Amostras	34
5.5	Significado Sanitário e Formas de Ocorrência	36
5.5.1	Parâmetros Físicos e Químicos	36
5.5.2	Parâmetros Biológicos	41
6.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	43
6.1	Análise dos Resultados no Grupo Bauru	54
6.1.1	Cloreto	54
6.1.2	Ferro Total	54
6.1.3	Dureza Total	55

6.1.4	Nitrato	55
6.1.5	Sólidos Totais Dissolvidos	56
6.1.6	Condutividade Elétrica	56
6.1.7	pH	57
6.1.8	Temperatura	57
6.1.9	Oxigênio Consumido	57
6.1.10	Coliformes Totais e Coliformes Fecais	57
6.2	Análise dos Resultados na Formação Adamantina	60
6.2.1	Cloreto	60
6.2.2	Ferro Total	60
6.2.3	Dureza Total	60
6.2.4	Nitrato	60
6.2.5	Sólidos Totais Dissolvidos	60
6.2.6	Condutividade Elétrica	61
6.2.7	pH	61
6.2.8	Temperatura	61
6.2.9	Oxigênio Consumido	61
6.2.10	Coliformes Totais e Coliformes Fecais	61
6.3	Análise dos Resultados na Formação Adamantina-Santo Anastácio	63
6.3.1	Cloreto	63
6.3.2	Ferro Total	63
6.3.3	Dureza Total	63
6.3.4	Nitrato	63
6.3.5	Sólidos Totais Dissolvidos	63
6.3.6	Condutividade Elétrica	63
6.3.7	pH	64
6.3.8	Temperatura	64
6.3.9	Oxigênio Consumido	64
6.3.10	Coliformes Totais e Coliformes Fecais	64
6.4	Fomação Botucatu - Pirambóia	66
6.4.1	Cloreto	66
6.4.2	Ferro Total	66
6.4.3	Dureza Total	66
6.4.4	Nitrato	66
6.4.5	Sólidos Totais Dissolvidos	66
6.4.6	Condutividade Elétrica	66
6.4.7	pH	67
6.4.8	Temperatura	67
6.4.9	Oxigênio Consumido	67
6.4.10	Coliformes Totais e Coliformes Fecais	67
7.	CONCLUSÃO	72

8.	ANEXOS	
8.1.	Anexo I - Recomendações para coleta, preservação e análise dos parâmetros pelas Regionais	73
8.2.	Anexo II - Legislação e regulamentação sobre o uso e preservação das águas subterrâneas	76
9.	BIBLIOGRAFIA	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Rede de Monitoramento das Águas Subterrâneas	05
Figura 2:	Secção geológica esquemática sudeste-noroeste do Estado de São Paulo	07
Figura 3:	Afloramento das principais unidades aquíferas no Estado de São Paulo	08
Figura 4:	Exemplo de Perfil Geológico	22
Figura 5:	Distribuição dos teores de cloreto no Sistema Aquífero Bauru, Formação Adamantina - Santo Anastácio, de 1990 a 1994, no Estado de São Paulo	69
Figura 6:	Distribuição dos teores de nitrato no Sistema Aquífero Bauru, Formação Adamantina - Santo Anastácio, de 1990 a 1994, no Estado de São Paulo	70
Figura 7:	Distribuição dos teores de Sólidos Totais Dissolvidos no Sistema Aquífero Bauru, Formação Adamantina - Santo Anastácio, de 1990 a 1994, no Estado de São Paulo	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Unidades hidrogeológicas na Bacia do Paraná	9
Quadro 2:	Características e Condições de Ocorrências dos Sistemas Aqüíferos	15
Quadro 3:	Indicadores selecionados, padrão adotado e vias de determinação de cada parâmetro	33
Quadro 4:	Tipos de frasco, volume necessário e preservação por parâmetro	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Descrição dos poços pertencentes à Rede de Monitoramento de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, 1994	25
Tabela 2:	Resultado das análises das águas subterrâneas, dos poços tubulares profundos da Rede de Monitoramento, de 1990 a 1994, no Estado de São Paulo	44
Tabela 3:	Resultados das análises das águas subterrâneas, e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, no Grupo Bauru, no Estado de São Paulo, de 1990 a 1994	59
Tabela 4:	Resultados das análises das águas subterrâneas e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Adamantina, de 1990 a 1994	62
Tabela 5:	Resultados das análises das águas subterrâneas e porcentagem e atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Adamantina - Santo Anastácio de 1990 a 1994	65
Tabela 6:	Resultados das análises das águas subterrâneas e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Botucatu - Pirambóia, de 1990 a 1994	68

1. INTRODUÇÃO

Estudos já realizados por diversos autores, no Brasil e em outros países, evidenciam que a mudança da qualidade das águas subterrâneas pela disposição de resíduos líquidos e sólidos é um processo lento, que deve ser gerenciado e controlado adequadamente, necessitando de informações sobre a qualidade dessas águas e das características hidrogeológicas do aquífero, como também, os recursos necessários para implementar políticas preventivas e/ou corretivas.

Em 1984, o DAEE efetuou o balanço hídrico do Estado. Em termos globais, de acordo com este levantamento, o território paulista dispõe de vazão média anual de longo prazo da ordem de 100 bilhões de metros cúbicos de água por ano, dos quais 45 bilhões de metros cúbicos por ano correspondem ao escoamento básico, provenientes de águas subterrâneas que transitam pelos aquíferos, e que alimentam os cursos de água.

No Estado de São Paulo, dos 924 núcleos urbanos, 561 (60 por cento) utilizam-se de aquíferos no fornecimento total ou parcial de água potável para uso público, atingindo em algumas bacias, na região oeste, cifras superiores a 90 por cento. Cidades como Ribeirão Preto, Bauru, Jacareí e Lins, dependem total ou parcialmente das águas subterrâneas.

Estudos disponíveis garantem que 70 por cento dos núcleos urbanos do Estado podem ser abastecidos por águas subterrâneas, que também são ampla e intensamente exploradas para o suprimento de áreas rurais, pois constituem em muitos casos, o recurso mais econômico e seguro.

Embora as águas subterrâneas sejam naturalmente mais protegidas dos agentes contaminantes do que as superficiais, os processos de poluição dos aquíferos existem e são lentos, havendo necessidade de serem bem administrados.

Estas águas movem-se muito lentamente em comparação com as águas superficiais. Uma alta velocidade de água subterrânea está na faixa de 1 metro/dia, enquanto um rio rápido move-se a velocidade de 1 metro/segundo. Como exemplo, podemos citar a parte confinada dos aquíferos Botucatu e Pirambóia, em que estudos dão indicações de uma velocidade média variando de 2,0 m/ano à 2,5 m/ano.

Esse fato, torna as águas subterrâneas uma reserva confiável a longo prazo, efetivamente imune às flutuações anuais de precipitação. Significa também, que um aquífero, uma vez poluído, pode levar séculos ou mais, até que consiga promover uma autodescontaminação, através de mecanismos de fluxo natural.

Neste contexto, o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, em poços selecionados no Estado, destaca-se como uma ferramenta eficaz na política de preservação deste importante manancial, e por isso, precisa ser intensificada.



2. OBJETIVO

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de caracterizar e avaliar as condições da qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo, assim como de fornecer subsídios para a prevenção e controle do ponto de vista qualitativo, visando atender a Lei nº 6134, de 02 de junho de 1988, regulamentada pelo Decreto nº 32955, de 7 de fevereiro de 1991, Artigo 8º, Seção III (Atribuições).

Este estudo possibilitará também, informar a qualidade das águas subterrâneas dos principais aquíferos do Estado de São Paulo, à comunidade técnica e à população em geral.

3. ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO

O monitoramento iniciou-se em julho de 1990, quando foram selecionados os primeiros poços para compor a rede de monitoramento, sendo que este relatório apresenta a avaliação de 76 poços tubulares profundos, da rede de monitoramento, do Estado de São Paulo.

Naquela data, priorizando-se o conceito de vulnerabilidade, que se refere à maior ou menor resistência oferecida por determinada unidade litológica à contaminação de seus aquíferos, possibilitando com isso uma possível alteração física, química ou bacteriológica das águas, foi iniciado, na CETESB, o Projeto de Monitoramento das Águas subterrâneas no Estado de São Paulo.

Com base nas informações existentes nos cadastros do DAEE Departamento de Águas e Energia Elétrica, de São Paulo e Araraquara, e da colaboração do geólogo Lázaro Zuquette, professor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, foi realizada uma primeira seleção de poços tubulares profundos, localizados nas regiões sob jurisdição de controle das regionais da CETESB de Ribeirão Preto Araraquara e Piracicaba

Já nesta primeira seleção surgiram dificuldades. Embora houvesse um bom número de poços cadastrados a quantidade de poços dos quais foram obtidos perfis geológicos e descrição litológica, era relativamente pequena

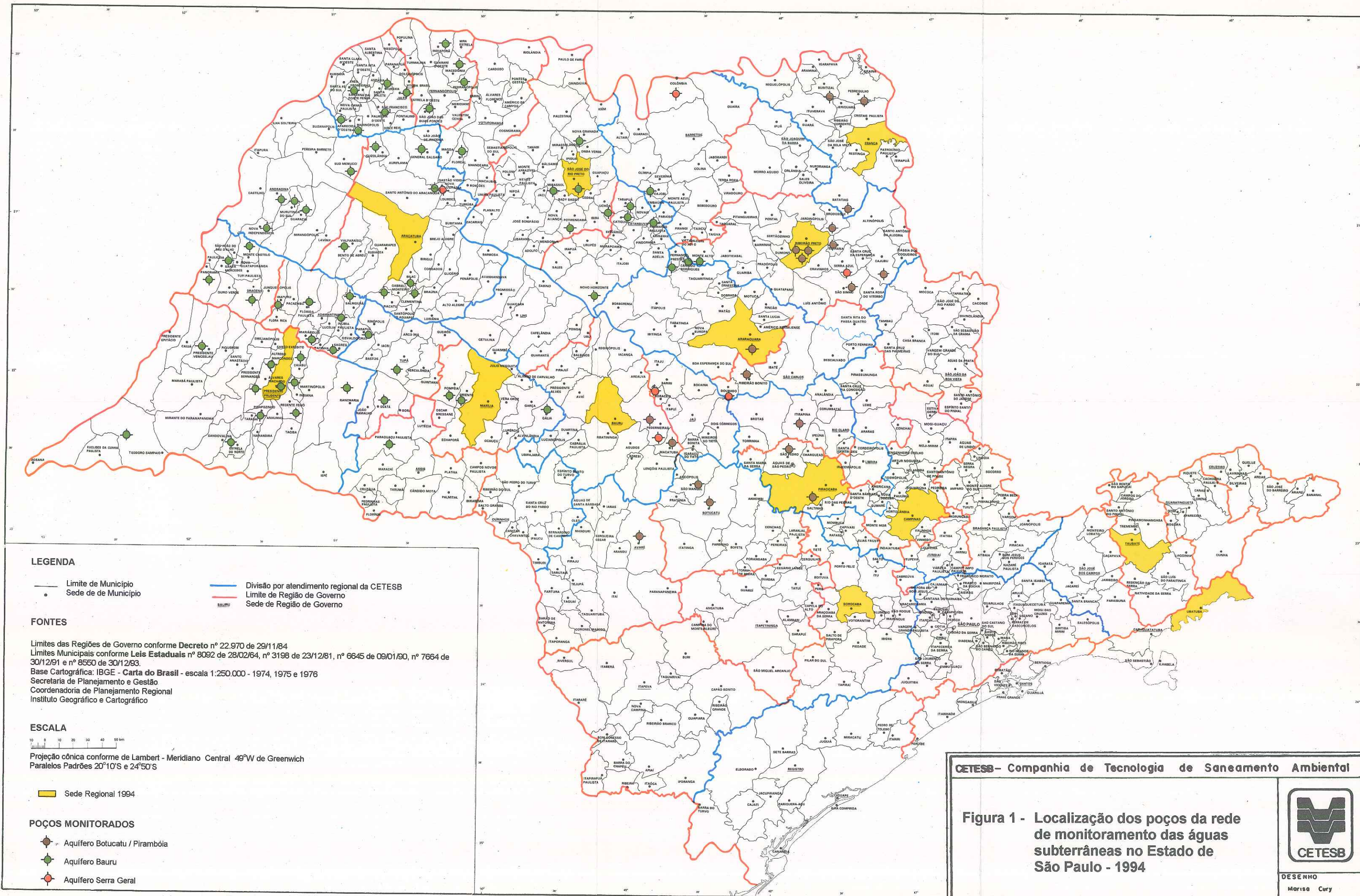
Em 1992 dando continuidade ao projeto novos poços foram selecionados utilizando-se além dos cadastros do DAEE, os cadastros da SABESP Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo das Prefeituras Municipais e também dos Serviços Autônomos de Água e Esgoto dos municípios

Em função dos critérios adotados para a seleção dos poços e das dificuldades encontradas que serão discutidos no item 5 deste relatório foram visitados cerca de 200 sistemas de captação de água de abastecimento sendo que 90 deles foram escolhidos para constituir a rede de monitoramento os quais estão distribuídos pelas regiões de Araçatuba, Bauru, Presidente Prudente, Ribeirão Preto, Araraquara, Franca, São José do Rio Preto, Piracicaba, Sorocaba e Marília. Cabe salientar que visando a prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas do Estado que é um processo dinâmico e interativo foi e será indispensável um permanente ajuste e adequações da Rede de Monitoramento onde os poços em função de situações específicas podem ser acrescentados ou retirados da mesma

A figura 1 ilustra a distribuição espacial dos poços pertencentes a rede de monitoramento atual do Estado de São Paulo

Está previsto para o ano de 1995, a seleção de 30 novos poços tubulares profundos, os quais serão inseridos na atual rede.

Salienta-se, que este trabalho está sendo desenvolvido com a participação das Regionais da CETESB do Interior, nas coletas das amostras, bem como com os serviços de laboratórios da Central e Interior.



4. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

4.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Segundo informações colhidas nos relatórios da CETESB (1977), DAEE (1974, 1976, 1979), Campos (1987) e Soares (1973), sobre as características geológicas, o Estado de São Paulo é constituído por rochas do Embasamento Cristalino que corresponde a 25% do território, enquanto que parte restante é coberta por rochas sedimentares da Bacia do Paraná e pelas pequenas bacias terciárias de São Paulo e Taubaté, além das zonas restritas de depósitos sedimentares litorâneos e de outros, aluvionares, próximos a vales de grandes rios. Essas rochas constituem reservatórios naturais de água subterrânea que mantêm o fluxo de base dos rios, e formam os aquíferos de interesse regional.

Os 90 poços tubulares profundos selecionados até junho de 1994, com perfis geológicos definidos e bem construídos, exploram água de diversas unidades aquíferas de importância variada, de acordo com sua localização, extensão do potencial hídrico e condições de exploração, a saber:

- Aquíferos Regionais: Grupo Bauru, Botucatu e Pirambóia;
- Aquíferos Eventuais: Serra Geral.

O modelo hidrogeológico geral do Estado de São Paulo, pode ser acompanhado pela secção geológica esquemática do Estado (Figura 2), afloramento das principais unidades aquíferas (Figura 3), unidades hidrogeológicas na bacia do Paraná (Quadro 1), como também pela descrição dos aquíferos monitorados que se segue, baseado nos vários trabalhos já realizados, principalmente pelo DAEE, no campo das Águas Subterrâneas.

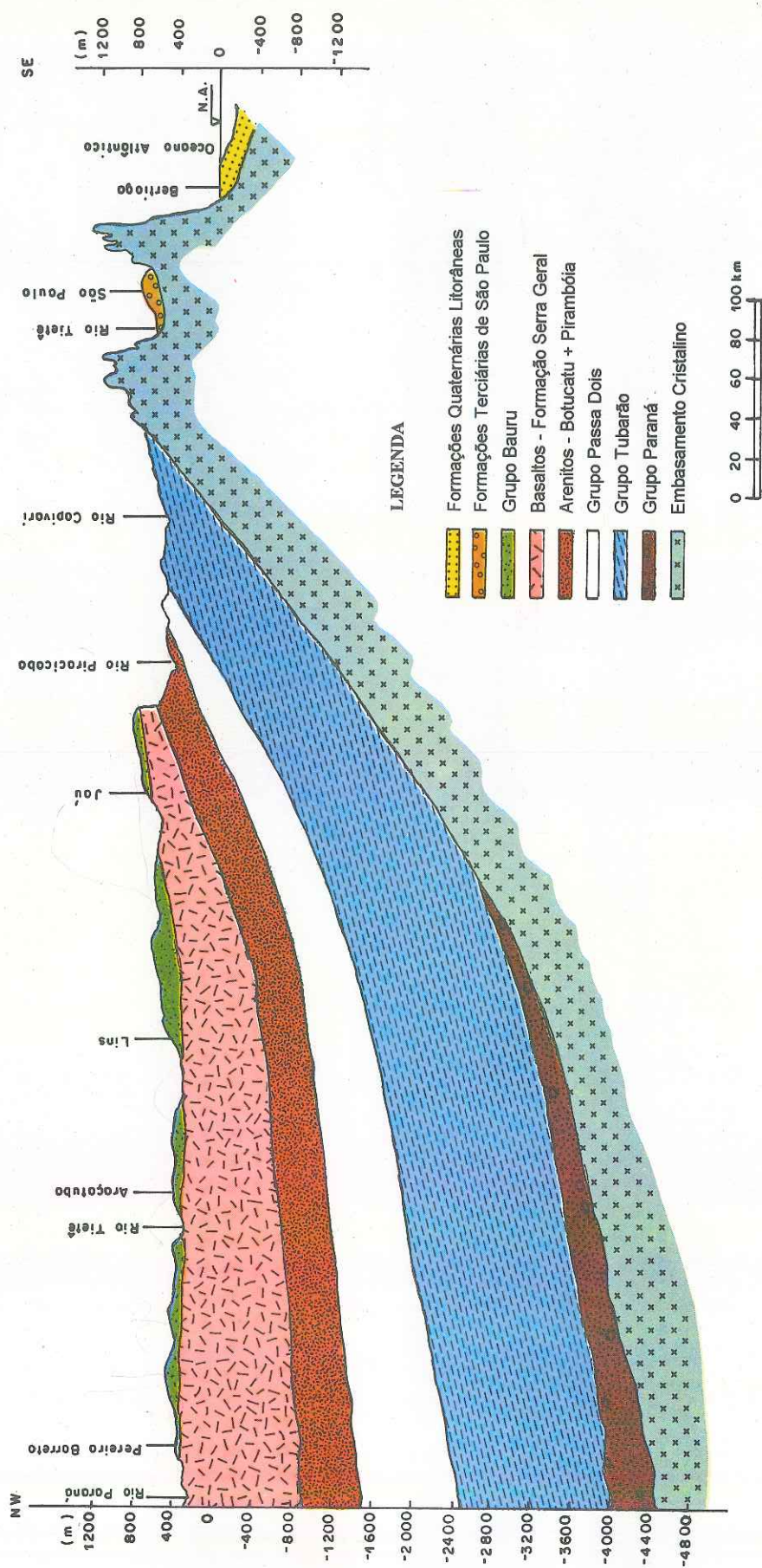
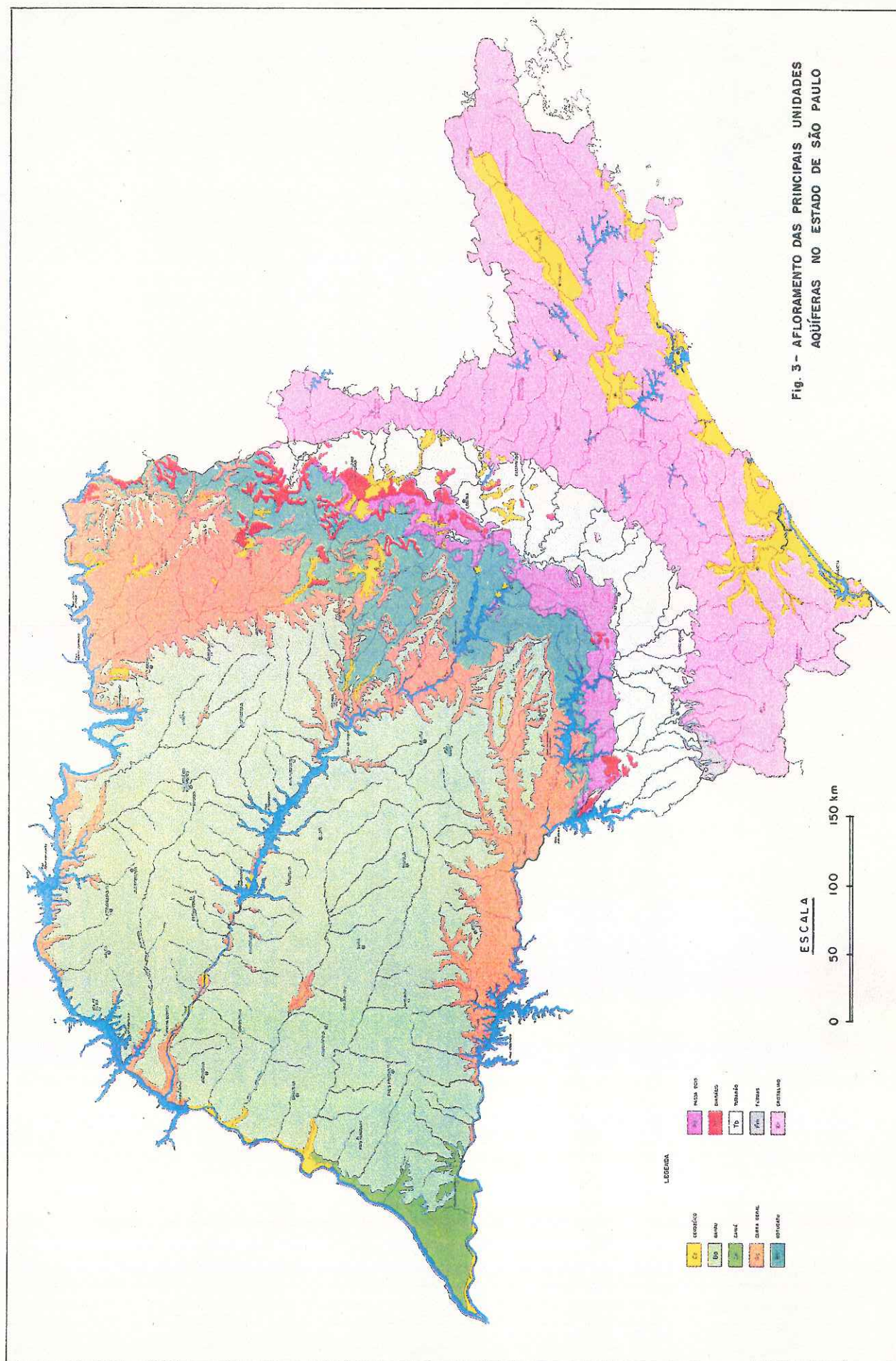


FIGURA 2 -Secção geológica esquemática sudeste-nordeste do Estado de São Paulo

Figure 1. Geologic map of the study area showing the distribution of the various geological units.





QUADRO 1: Unidades hidrogeológicas na Bacia do Paraná.

ERA	SISTEMA AQUÍFERO	UNIDADE	LITOESTRATIGRÁFICA	FORMAÇÃO
Mesozóica	Bauru	Grupo Bauru	Formação Marília	Km
			Formação Adamantina	Ka
			Formação Santo Anastácio	Ksa
			Formação Caiuá	Kc
	Serra Geral	Grupo São Bento	Formação Serra Geral	JKsg
	Botucatu		Formação Botucatu	JKb
			Formação Pirambóia	TJp

* Fonte: Mapa Geológico do Estado de São Paulo, IPT, 1981
 (K) Cretáceo (J) Jurássico (T) Triássico

GRUPO BAURU

Formação Marília (Km): Arenitos de granulação fina a grossa, compreendendo bancos maciços com tênues estratificações cruzadas de médio porte, incluindo lentes e intercalações subordinadas de siltitos, argilitos e arenitos muito finos, com estratificação plano-paralela e frequentes níveis rudáceos. Presença comum de nódulos carbonáticos.

Formação Adamantina (Ka): Depósitos fluviais com predominância de arenitos finos e muito finos, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos, com lentes de siltitos arenosos e argilitos, ocorrendo em bancos maciços. Estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte.

Formação Santo Anastácio (Ksa): Arenitos muito finos a médios, mal selecionados, subordinadamente de caráter arcasiano, geralmente maciços, apresentando localmente cimento e nódulos carbonáticos.

Formação Caiuá (Kc): Arenitos finos a médios, bem arredondados, coloração arroxeada típica, portanto abundantes estratificações cruzadas de grande a médio porte, com ocorrência local de cimento e nódulos carbonáticos.

GRUPO SÃO BENTO

Formação Serra Geral (JKsg): Rochas vulcânicas toleíticas em derrames basálticos de coloração cinza a negra, textura afanítica, com intercalações de arenitos intertrapeanos, finos a médios, de estratificação cruzada tangencial e esparsos níveis vitrofrícos não individualizados.

Formação Botucatu (JKb): Arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média com estratificações cruzadas de médio a grande porte; depósitos fluviais restritos de natureza areno-conglomerática e câmaras.

Formação Pirambóia (TJp): Depósitos fluviais e de planícies de inundação, incluindo arenitos finos a médios, avermelhados, siltico-argilosos, de estratificação cruzada ou plano-paralela; níveis de folhelhos e arenitos argilosos de cores variadas e raras intercalações de natureza areno-conglomerática.

4.1.1 Grupo Bauru

O Sistema Aquífero Bauru apresenta maior extensão aflorante, ocupando pouco mais de 40% da área do Estado de São Paulo, e daí sua grande importância como manancial.

O embasamento do pacote de sedimentos do cretáceo do Grupo Bauru é constituído por derrames de rochas basálticas da Formação Serra Geral, que cobrem extensa área da Bacia do Paraná.

É constituído pelas Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Em estudos anteriores, as Formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília eram agrupadas como um único aquífero denominado de Aquífero Bauru, enquanto a Formação Caiuá era individualizada em uma unidade hidrogeológica, por apresentar um comportamento homogêneo e uma melhor produtividade dos poços.

Com a deposição da Formação Caiuá, inicia-se a "sedimentação Bauru", que de forma progressiva e transicional, progride tanto vertical como lateralmente. Sucodem ao "Arenito Caiuá" os sedimentos das Formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília, esta no topo da unidade, segundo Landim & Soares (1976).

Litologicamente, o Grupo Bauru é caracterizado por arenitos, arenitos argilosos e siltitos, com ou sem cimentação carbonática. A espessura dos sedimentos do Grupo Bauru varia bastante em função da estrutura geológica e da morfologia nos vales dos rios principais, o Bauru adelgaça-se, aflorando os basaltos subjacentes e, nos espigões e depressões estruturais do basalto, a espessura pode chegar até o máximo de 250 metros.

Do ponto de vista hidrogeológico, o pacote de sedimentos do cretáceo que constituem o sistema Aquífero Bauru comporta-se, regionalmente, como um sistema aquífero livre por toda a sua extensão, e está assentado sobre um substrato impermeável formado pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, que é bastante irregular, resultante tanto de falhamentos como de um ciclo erosivo pré-deposição Bauru; a tendência geral do caimento deste substrato é de leste para oeste.

Como aquífero freático, a recarga é feita diretamente pela precipitação pluvial, sendo sua base de drenagem os rios Paranapanema, Tietê, Grande e Paraná, e suas malhas de afluentes em toda a área de afloramento. O aquífero funciona, em geral, como reservatório regulador do escoamento dessa rede fluvial.

4.1.1.1 Formação Marília

A Formação Marília é uma unidade composta por arenitos grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis; ocorrem em bancos com espessura média entre 1 e 2 metros, maciços ou com acabamento incipiente subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos extratos cruzados; raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcário são encontradas. A espessura máxima da Formação Marília, no espigão Garça-Marília é de 180 metros.

4.1.1.2 Formação Adamantina

A Formação Adamantina é a de mais ampla distribuição aflorante dentre as formações do Grupo Bauru, no Estado. É um conjunto de facies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos muito fina, cor rósea a castanha, portando estratificação cruzada, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho-vermelhada a cinza-castanho, maciços ou com acabamento plano-paralelo grosseiro, frequentemente com marcas de onda e micro-estratificação cruzada.

De maneira geral, os depósitos da Formação Adamantina são bem selecionados, finos, frequentemente apresentam mica e mais raramente feldspato, e opacos, e exibem grande variedade de estruturas sedimentares.

As maiores espessuras da Formação Adamantina ocorrem geralmente nas porções ocidentais dos espigões entre os grandes rios. Atinge 160 metros entre os rios São José dos Dourados e Peixe, e 100 a 150 metros entre os rios Peixe e Turvo, adelgando-se dessas regiões em direção a leste e nordeste.

4.1.1.3 Formação Santo Anastácio

A Formação Santo Anastácio é um pacote de arenitos de origem fluvial, com espessura máxima de 80 metros, com seleção regular, boa maturidade textural e mineralógica, exibindo características cíclicas de deposição com alternância de depósitos de canal e de transbordamento, passando para arenitos imaturos.

Segundo o IPT, citado por CAMPOS(1987), a litologia mais característica desta Formação é representada por arenitos marrom-avermelhados a arroxeados, de granulação fina a média, seleção geralmente regular a ruim, com grãos arredondados a subarredondados, cobertos por película limonítica. Mineralogicamente, constituem-se essencialmente de quartzo, ocorrendo subordinadamente feldspatos, calcedônia e opacos. Caráter subarcosiano é frequente. Localmente ocorrem cimento e nódulos carbonáticos preservados.

4.1.1.4 Formação Caiuá

A Formação Caiuá é constituída por arenitos finos, eólicos, uniformes, de cor vermelha escura na parte inferior e rosa na superior; exhibe ainda, estratificação cruzada e não possui seixos ou materiais argilosos. Caracteriza-se, ainda, pela ausência de cimento calcífero, de silicificação e de fósseis.

A composição dos arenitos apresenta quartzo, feldspatos, calcedônia e opacos, definindo tipos quartzosos, ocasionalmente com caráter subarcosiano. É muito comum ocorrer pequena quantidade de matriz fina, enquanto só ocasionalmente se apresenta com cimento carbonático ou silicoso.

A espessura máxima conhecida do arenito Caiuá, no Estado de São Paulo, é de cerca de 200 metros, no Morro do Diabo.

4.1.2 Grupo São Bento

O Sistema Aquífero Botucatu - Pirambóia, dadas as suas características e hidrodinâmica, constitui-se no principal potencial de águas subterrâneas no Estado de São Paulo, englobando as formações geológicas Botucatu e Pirambóia. Da sua área total, 90% apresenta-se confinada pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, imprimindo um caráter de artesianismo em 80% desse sistema aquífero.

As duas Formações se constituem numa única unidade aquífera, semelhantes do ponto de vista litológico e divergindo quanto à gênese, como se descreve a seguir.

4.1.2.1 Formação Serra Geral

O Grupo São Bento de idade Jurássico-Cretáceo, divide-se em dois pacotes distintos: Formação Serra Geral, com basaltos toleíticos e a Formação Botucatu/Pirambóia, mais antiga de natureza eólica e fluvial, já descrita anteriormente.

A Formação Serra Geral compreende o conjunto de derrames de lavas basálticas e intrusivas, associadas (diques e soleiras), contendo intercalações de lentes e camadas arenosas, que capeiam as formações Gonduânicas da Bacia do Paraná.

A recarga para este aquífero dá-se através da precipitação pluvial sobre os solos basálticos, que vão atingir as zonas fissuradas e de alteração da rocha matriz. Além disso, ocorre um grande intercâmbio de água com o aquífero Bauru sobrejacente, e também com o aquífero inferior, constituído pelos arenitos Botucatu e Pirambóia; porém, as principais saídas de drenagem do aquífero basalto são os rios.

4.1.2.2 Formação Botucatu

A Formação Botucatu, definida conforme proposição de Soares (1973), designa um pacote de arenitos avermelhados, de granulação muito fina a média, friáveis, quartzosos, bem arredondados, bem selecionados, de origem eólica.

Devido a completa ausência de fósseis na Formação Botucatu, sua idade é determinada apenas por relações estratigráficas, sendo então estimada entre os Períodos Jurássico Superior e Cretáceo Inferior.

Sua espessura é bastante variada, tanto pelo fato de seu contato superior não ter uma superfície regular, quanto por apresentar freqüentemente interdigitamentos com os basaltos.

De um modo geral, porém, a Formação Botucatu estende-se como um lençol, ora mais, ora menos espesso.

4.1.2.3 Formação Pirambóia

A Formação Pirambóia, constituída de arenitos esbranquiçados amarelados, avermelhados e róseos, de granulação muito fina a média, muito a pouco argilosos, intercalando finas camadas de lamitos argilosos, exibindo estratificação cruzada planar e acanalada e plano-paralelo.

Esta Formação representa por suas características litológicas estruturais, depósito de ambiente continental úmido, oxidante, predominantemente fluvial, em canais meandrantos e planícies de inundações com pequenas lagoas esparsas.

A recarga do aquífero está limitada às áreas de afloramento das Formações Botucatu e Pirambóia, e através da drenagem de zonas de fissuras dos basaltos, em alguns altos estruturais, situados no interior da bacia. A água infiltrada para o aquífero apresenta um fluxo geral para oeste, e para os basaltos sobrejacentes; porém a maior parte do escoamento subterrâneo é drenada para os rios como escoamento básico, ainda na área de recarga.

4.2 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

Aqüíferos são rochas permeáveis, saturadas de água, capazes de transmitir essa água aos poços em quantidades suficientes que permitam sua exploração de forma econômica. São definidos pelos seus limites, pelas suas características hidrodinâmicas, fluxos de entrada e saída (escoamento de água extraída), bem como pelas variáveis de estado que descrevem a situação do aqüífero em cada instante.

Os aqüíferos desempenham duas importantes funções, quais sejam: a de armazenamento e a de transmissão. Assim, funcionam como reservatórios e como condutores. Os interstícios e poros de um aqüífero servem tanto para a acumulação de água como para o seu movimento, funcionando como uma rede de condutos. Na realidade, a água subterrânea acha-se em constante movimento formando por vezes extensos percursos, desde as zonas de reabastecimento até as de descarga, (CETESB, 1978).

Até o momento, os poços da rede de monitoramento estão situados no Grupo São Bento (Era Mesozóica), que está sub-dividido em Formação Pirambóia, Botucatu, Serra Geral e o Grupo Bauru.

Aqüífero Botucatu. Em sua quase totalidade confinado, mergulha em direção ao centro da bacia, subjacente aos derrames de basalto da Formação Serra Geral. Se essa situação lhe propicia de um lado uma excelente proteção contra os riscos de poluição, do outro lado é grande o aumento dos custos de captação. Porém, na área de afloramento, o aqüífero ocorre numa profundidade relativamente rasa, havendo possibilidade de certo risco de contaminação e também permite poços com vazões superiores à de outros aqüíferos (quadro 2).

Aqüífero Basáltico - Serra Geral. Destaca-se por sua extensão e funciona como material confinante do aqüífero "Botucatu". As zonas aqüíferas do basalto, podem estar localizadas nas juntas de resfriamento, nas descontinuidades sub-horizontais no topo e base dos derrames, nas zonas vesiculares, fraturas e falhas refletidas em trechos longos e retilíneos dos rios.

Aqüífero Bauru. Representa uma das principais fontes de exploração de água subterrânea do Estado de São Paulo, podendo ser relacionado no Estado como um aqüífero livre local e, ocasionalmente freático, e submetido a uma abundante recarga. É por conseguinte, um aqüífero com manancial acumulado, potencialmente muito vulnerável aos agentes poluidores.

QUADRO 2 - CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES DE OCORRÊNCIA DOS SISTEMAS AQUÍFEROS
(CAMPOS, 1993)

Sistemas Aquíferos Sedimentares	Litologia Predominante	Características Hidrogeológicas	Área de Afloram. Km ²	Espeç. Média m	Extensão Subsuperf. Km ²	Espeç. Confin. m	Vazão por Poço m ³ /h	Profund. Poços m	Capac. Especif. m ³ /h/m	Produtiv.
Vales Inferiores	Areias e argilas inconsolidadas	Extensão limitada, granular, livre, descontínuo heterogêneo	3,600	30	—	—	1 a 30	10 a 30	0,1 a 5	baixa
Litorâneo	Areias interdigitadas com argilas e siltitos	Extensão limitada, granular, livre, descontínuo heterogêneo	4,600	100	—	—	5 a 30	10 a 60	0,1 a 3	baixa
Taubaté	Argilas, folhelhos, arenitos	Extensão limitada, granular, livre a semiconfinado descontínuo e heterogêneo	2,200	500	—	—	5 a 250	100 a 300	0,01 a 4	média a alta
São Paulo	Argilas, siltes, arenitos argilosos finos, raras areias grossas	Extensão limitada, granular, livre a local. confin. descontínuo e heterogêneo	1,000	300	—	—	3 a 100	100 a 250	0,05 a 3	baixa a média
Botucatu	Arenitos finos a médios, arenitos lamíticos e lamitos arenosos	Extensão regional, granular livre e confinado, homogêneo e contínuo	16,000	250	136,800 (confinado)	500	50 a 800 10 a 200	200 a 170 50 a 250	2 a 16 0,5 a 10	muito alta média a alta
Bauru	Arenitos mal selecionados. Muito finos a conglomeráticos Bancos lamíticos siltitos e finas camadas calcáreas	Extensão regional, granular livre a semi-confinado. Heterogêneo contínuo	100,000	200	—	—	5 a 100	100 a 200	0,1 a 2	média
Caiuá	Arenitos finos com matriz siltico-argilosa variável; cimento limonítico.	Extensão limitada, livre a semiconfinado, homogêneo contínuo	3,500	200	13,000	160	50 a 200	100 a 200	2 a 5	média a alta
Passa-dois (aquífero)	Lamitos, siltitos arenosos, ritmicos, folhelhos e calcáreos	Extensão limitada, fissurado, caráter eventual livre heterogêneo, descontínuo	6,900	120	150,000	—	3 a 20	100 a 200	0,005 a 1	baixa

QUADRO 2 - continuação

Sistemas Aquíferos Sedimentares	Litologia Predominante	Características Hidrogeológicas	Área de Afloram. Km ²	Espess. Média m	Extensão Subsuperf. Km ²	Espess. Confin. m	Vazão por Poço m ³ /h	Profund. Poços m	Capacid. Específ. m ³ /h/m	Produtiv.
Tubarão	Arenitos finos a grosseiros com matriz lamítica lamitos arenosos, lamitos rítmicos e siltitos	Extensão regional, granular (local. fissurado), livre a semiconfinado, heterogêneo (local. descontínuo)	20,700	1,000	165,00	1,600	3 a 150	100 a 350	0,005 a 8,5	média
Furnas	Arenitos médios a muito grosseiros com matriz lamítica	Extensão limitada, granular, livre a confinado, homogêneo, contínuo	500	200	100,000	400	10 a 50	100 a 250	0,2 a 1	baixa a média
Sistemas Aquíferos Fraturados										
Serra Geral	Basaltos	Extensão regional, fraturado, caráter eventual livre e semi-confinado descontínuo	31,900	150	104,000		5 a 100	150	0,01 a 10	média
Diabásio	Diabásios	Extensão limitada, fraturado, caráter eventual, livre a semiconfinado, descontínuo, heterogêneo	3,300	150	—	—	5 a 30	150	0,01 a 4	baixa
Cristalino	Granitos, gnaisses migmatitos, filitos, xistos quartzitos e metassedimentos	Extensão regional, fraturado, caráter eventual livre a semiconfinado, heterogêneo descontínuo	53,400	150	190,400	—	5 a 120	150	0,001 a 7	baixa a média

4.3 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

CAMPOS (1993) efetuou uma revisão sobre os trabalhos de hidrogeoquímica dos principais sistemas aquíferos do Estado de São Paulo, datando-os desde 1957 até 1992, compreendendo em torno de 76 citações.

Numa análise sobre esta revisão e os resultados obtidos por este autor, verifica-se uma enorme gama de informações, destacando-se diversos aquíferos e formações, cuja precisão dos dados pode ser questionada quanto a sua validade para determinação dos valores naturais para cada um desses sistemas. Destaca-se que a maioria dos poços monitorados não possuía perfil geológico conhecido, o que poderia fornecer amostras que misturam água de diferentes aquíferos. Além disso, na época em que o monitoramento foi efetuado, não existia procedimento padronizado para coleta e preservação de amostras.

Em trabalho conjunto, o Instituto Geológico (IG), a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), desenvolveram o Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, ainda não publicado, que descreve a hidrogeoquímica das águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Segundo este trabalho, os aquíferos foram classificados, em termos de circulação da água subterrânea, as unidades hidroestratigráficas em dois grandes grupos: aquífero fissurado, cuja permeabilidade se dá por descontinuidades rúpteis e aquífero sedimentar, onde a permeabilidade ocorre por porosidade granular.

4.3.1 Aquífero fissurado

O Sistema Aquífero Cristalino ocupa toda a porção leste do Estado. A água subterrânea deste sistema possui um pH que varia de ácido a neutro, com resíduo seco inferior a 200 mg/l, classificando-se, em termos de composição, como bicarbonatadas cálcicas e secundariamente sódicas. Na região litorânea, as águas são cloretadas sódicas, com resíduo seco superior a 200 mg/l.

Na formação Serra Geral, as águas subterrâneas apresentam um conteúdo de sólidos totais dissolvidos entre 44 e 280 mg/l e o pH de 4,8 a 7,0; as temperaturas variam de 22 a 29 °C. Quanto à classificação química, podem ser bicarbonatadas cálcicas, secundariamente magnesianas ou sódicas e bicarbonatadas sódicas.

4.3.2 Aquífero sedimentar

No Estado de São Paulo, ocupando dois terços de sua área total, predominam os aquíferos sedimentares, representados pelos Sistemas Aquíferos Tubarão, Botucatu-Pirambóia e Bauru, e pelos aquíferos Furnas, Taubaté, São Paulo e Coberturas Cenozóicas.

O aquífero Furnas ocorre em uma extensão limitada e existem poucas informações a seu respeito, até o momento.

Sobrepostos ao Furnas, repousam os sedimentos glaciais, continentais e marinhos do Grupo Tubarão, onde se destacam as formações Aquidauana e Itararé. Este sistema é extremamente heterogêneo. suas águas classificam-se quimicamente como bicarbonatadas sódicas, secundariamente cálcicas, com pH entre 4,8 e 9 e resíduo seco de 20 a 420 mg/l.

O grupo Passa-Dois separa os aquíferos Tubarão e Botucatu-Pirambóia; suas águas têm caráter básico, com pH variando entre 7,6 e 8,7, apresentam muitas vezes teores de sulfato, fluoreto e carbonato acima dos padrões de potabilidade.

As águas da formação Botucatu são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e cálcico-magnesianas, com resíduo seco inferior a 294 mg/l e com pH inferior a 7,5; ressalta-se, ainda, que as águas bicarbonatadas sódicas apresentam resíduo seco entre 61 e 650 mg/l e pH alcalino, compreendendo valores de 8,15 a 10,35.

O autor ainda destaca que na porção livre do aquífero, a leste, predominam águas bicarbonatadas magnesianas e cálcico-magnesianas, ácidas, com resíduo seco inferior a 100 mg/l; a temperatura varia de 22 a 25 °C.

Na região de contato dos sedimentos das formações Botucatu e Pirambóia, as águas são bicarbonatadas cálcicas e cálcico-magnesianas, com resíduo seco às vezes superior a 200 mg/l e com temperatura de até 30 °C e com aumento do pH.

Na zona francamente confinada, as águas tornam-se bicarbonatadas sódicas, evoluindo para cloro-sulfatadas sódicas no extremo sudeste de São Paulo, com temperaturas de até 63 °C, pH alcalino e resíduo seco atingindo 650 mg/l.

As águas do Grupo Bauru, que compreende as formações Marília, Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá, foram classificadas como sendo bicarbonatadas cálcicas e bicarbonatadas sódicas. A temperatura é maior que o normal regional e o pH varia de neutro a levemente básico. Possuem baixa salinidade com valores de resíduo seco inferiores a 240 mg/l, sendo predominante a faixa de 100 a 200 mg/l. Caracterizam-se por apresentar dois tipos químicos dominantes, ou seja, águas bicarbonatadas cálcicas e bicarbonatadas cloretadas, ressaltando-se áreas com águas bicarbonatadas sódicas.

As águas dos aquíferos Marília e Adamantina, distinguem-se quimicamente em relação à topografia nos espigões e interflúvios, são bicarbonatadas cálcicas, enquanto que nos vales predominam águas bicarbonatadas cálcico-magnesianas. No Aquífero Santo Anastácio, as águas são fracamente bicarbonatadas cálcico-magnesianas.

Na formação Caiuá, as águas apresentam-se fracamente bicarbonatadas cálcicas e cálcico-magnesianas, com teores de bicarbonato entre 0,1 e 0,3 meq/l, o pH é ácido, encontrando-se entre 5,5 e 6,5.

Saindo da Bacia Sedimentar do Paraná, e avançando sobre o embasamento cristalino, ocorrem as bacias tectônicas de Taubaté e São Paulo e sedimentos litorâneos, de idade cenozóica.

Na formação Taubaté, constatou-se que o resíduo seco de suas águas varia de 20 a 683 mg/l, com uma média de 120 mg/l; o pH geralmente é ácido, inferior a 6,5, mas podendo chegar a 8,5, segundo o trabalho do IG/CETESB/DAEE. A alcalinidade encontra-se entre 1 e 782 mg/l CaCO_3 e dureza total de 0 a 273 mg/l CaCO_3 . As águas podem ser classificadas de bicarbonatadas sódicas e, às vezes, bicarbonatadas cálcicas, secundariamente sódicas; a temperatura oscila no intervalo de 22-24 °C.

Na formação São Paulo, constata-se que cerca de 85 % das águas possuem resíduo seco inferior a 250 mg/l, o pH encontra-se na faixa de 5,5 a 6,5 e dureza menor ou igual a 65 mg/l CaCO_3 ; destaca-se, entre os diversos parâmetros analisados, a concentração de nitrato mais nitrito maior que 10 mg/l como N.

O aquífero Litorâneo distribui-se por toda a costa do Estado de São Paulo. De caráter livre, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico, possui águas bicarbonatadas sódicas, secundariamente cloretadas cálcicas, com pH ácido e resíduo seco inferior a 250 mg/l.

5. METODOLOGIA

5.1 CRITÉRIOS DE IMPLANTAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO

Além do critério básico de vulnerabilidade, também foram observados os seguintes critérios para a implantação da rede:

1. Início: pela Formação Botucatu, por se tratar de aquífero com ampla área de afloramento, e melhor potencial de abastecimento.
2. Seguida pelo Grupo Bauru em função de:
 - . Tratar-se de um aquífero superficial e sua qualidade estar associada aos demais aquíferos;
 - . Ser um aquífero de formação porosa, sendo vulnerável à contaminação associada a fontes dispersas como fertirrigação com efluentes industriais, e uso intenso de agroquímicos;
 - . Ocupar 42% do Estado de São Paulo;
 - . Ser aquífero livre, constituindo-se em importante fonte de abastecimento de água para pequenas e médias comunidades;
 - . Apresentar infraestrutura de apoio;
3. Seguida pela Formação Serra Geral, que em função da sua profundidade e formação, constitui-se em uma opção segura e econômica de abastecimento.

5.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE POÇOS PARA A REDE DE MONITORAMENTO

Uma seleção adequada de poços para a amostragem permitirá obter conclusões sobre a origem, presença, concentração e variação do conteúdo das substâncias dissolvidas na água subterrânea. Este conhecimento, além de ser útil para definir a composição química física e bacteriológica da água contida em um aquífero, possibilitará avaliar a evolução da qualidade da água ao longo do tempo.

Os critérios que nortearam a seleção dos poços foram:

1. Distribuição espacial dos poços no aquífero em estudo, procurando-se evitar a escolha de vários poços num mesmo local;
2. Necessidade do poço selecionado ser bem construído e ter "perfil geológico confiável", representativo de cada aquífero. Um exemplo de perfil geológico pode ser observado na figura 4;
3. Preferência de amostragem para os poços com contribuição de águas de apenas uma Formação ou "horizonte aquífero" (este critério é particularmente difícil de ser aplicado no Grupo Bauru, porque a grande maioria dos poços captam águas de distintas profundidades) e;
4. Necessidade do poço estar em funcionamento, durante as campanhas de amostragem.

Inúmeros problemas dificultaram a execução do projeto o que levou à exclusão de vários poços desta rede de monitoramento. Entre eles, podemos destacar:

1. Falta de atualização do cadastro de poços, pois muito deles estavam abandonados;
2. Existência de um número reduzido de poços com perfis conhecidos e confiáveis;
3. Existência de poços sem proteção, revestimento, filtro e selo sanitário;
4. Referências inadequadas de localização registradas no cadastro;
5. Dificuldade de acesso devido às más condições das estradas, ou dificuldades da tomada da amostra, em vista da saída de água estar localizada fora do alcance manual.



Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Relatório Final de Poço

FL

POÇO SABESP Nº

1131

OI

POÇO LOCAL Nº

02

IDENTIFICAÇÃO DO POÇO

IDENTIFICAÇÃO DO POÇO			
MUNICÍPIO Estrela do Norte	LOCALIDADE Sede	REFERÊNCIA Área da Sabesp	
COORDENADAS 432,05 + 7513,20	COTA DO TERRENO (m) 410,00	PROFUNDIDADE TOTAL DO POÇO (m) 169,0m	
PROFUNDIDADE NÍVEL DINÂMICO (m) 152,80	COTA (m) 257,20	PROFUNDIDADE NÍVEL ESTATICO (m) 84,00	COTA (m) 326
VAZÃO DE TESTE (m ³ /h) 12,85	VAZÃO EXPLORAÇÃO (m ³ /h) 8,00	TIPO DE POÇO Exploração	MEDICÃO - DATA E APARELHO 12/10/88 AL-10

PERFURAÇÃO

INÍCIO 07, 09, 88	TÉRMINO 13, 10, 88	DE (m) 0,0	A (m) 172,0	SISTEMA Rotativo	MÁQUINA P350-R
FIRMA PERFURADORA Corner S/A Perf.de Poço					

PERFIS GEOMÉTRICOS

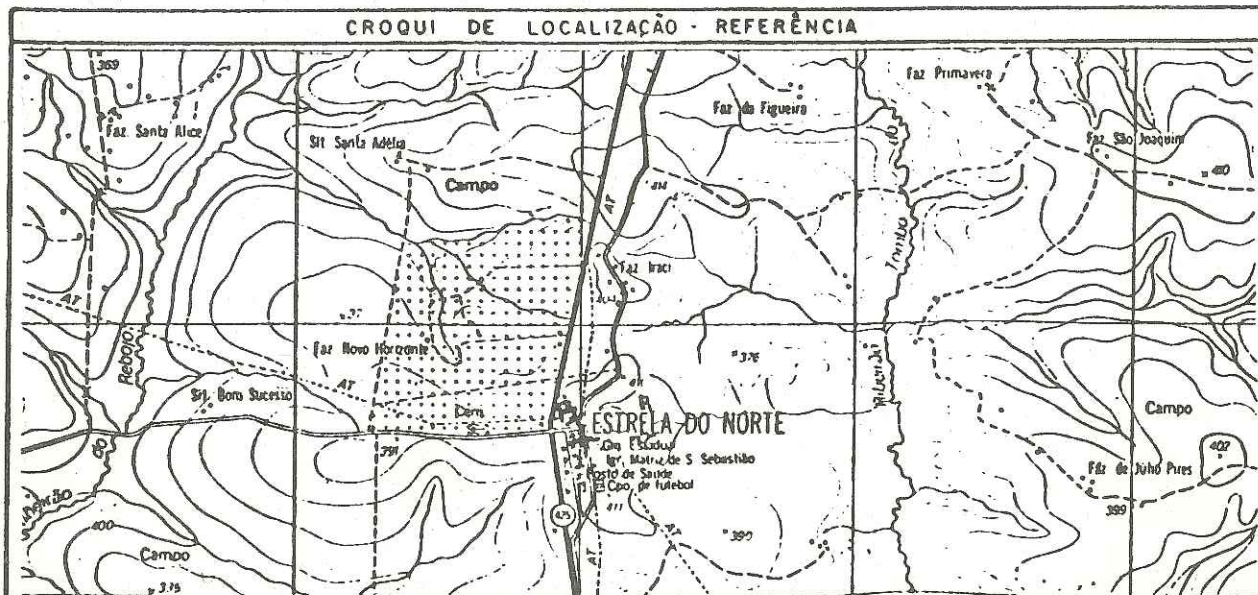
PERFIL GEOLÓGICO

TIPO Raios Gama	DE (m) 0,0	A (m) 169,0	DE (m) 0,0	A (m) 163,0	FORMAÇÃO Adamantina
Potenc. Espont.	0,0	169,00	163,0	172,0	Serra Geral
Resistividade	0,0	169,00			

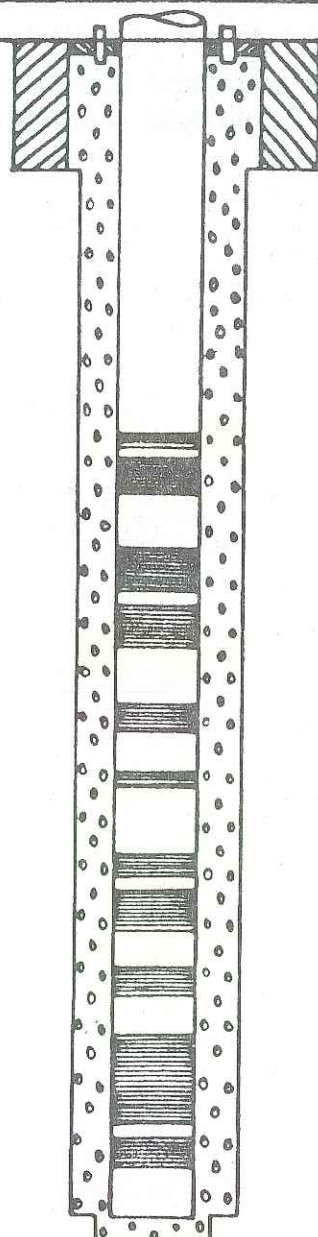
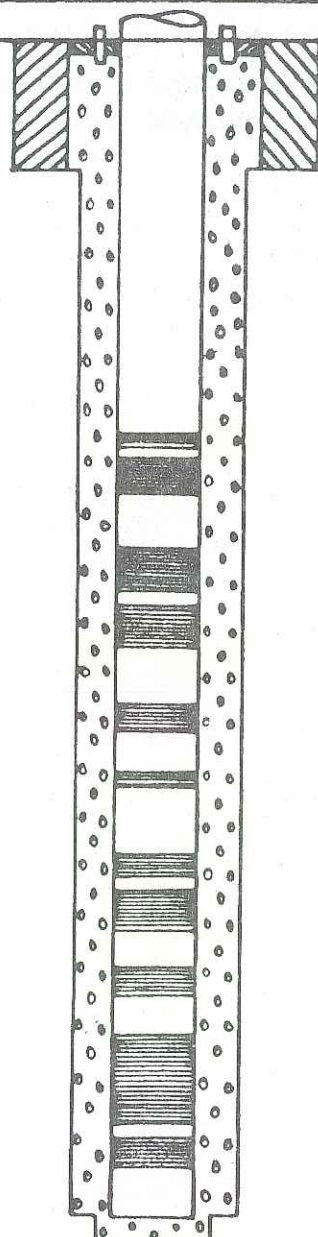
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

PERFURAÇÃO			REVESTIMENTO			FILTROS (VER OBS. TÉCNICAS-FL.02/04)		
DE (m)	A (m)	Ø (pol)	DE (m)	A (m)	Ø (pol)	DE (m)	A (m)	Ø (pol)
0,0	18,0	22	+ 0,77	56.03	6	56.03	58,03	6
			58,03	60.03	6	60.03	65.03	6
18,0	169,0	12 1/4	65.03	73.03	6	73.03	79.03	6
			79.03	81.03	6	81.03	87.03	6
169,0	172,0	8 1/2	87.03	95.02	6	95.02	99.02	6
			99.02	105.02	6	105.02	107.02	6
			107.02	117.03	6	117.03	120.03	6

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO - REFERÊNCIA



 sabesp	companhia de saneamento básico do estado de são paulo Relatório Final de Poço - Perfis -	FL.	POÇO SABESP Nº
		02	1131 POÇO LOCAL Nº 02

PROFUNDIDADE	PERFIL GEOLÓGICO		PERFIL TÉCNICO		VAR. NÍVEL D'ÁGUA	PENE. TRACÃO (m/h)
		FORMA SÍMB.				
16	arenito fino a médio, marrom matriz argilosa, boa seleção arredondado.	A D A M A N T I N A				
26	siltito esverdeado, denso, compacto, com carbonato disseminado.					
58	arenito fino a médio, marrom pouco argiloso, boa seleção, arredondamento e porosidade de aparente, c/presença de carbonato disseminado.					
66	argilito marrom, denso, pastoso c/lentes arenosas associadas.					
70	idem 16 - 26m.					
165	intercalação de argilito avermelhado, denso, pastoso a compacto, com arenito fino a médio, c/pouca matriz argilosa boa seleção e arredondamento c/carbonato disseminado.	S E M I C O N F I N A D O				
172	basalto cinza-escuro, alterado no início denso e compacto					

OBS. HIDROGEOLÓGICAS		OBSERVAÇÕES TÉCNICAS		
FORMAÇÃO AQUIFERA	Adamantina	TUBO DE BOCA 0 a 18m TUBO chapa, aço, 14" x 3/16"	TUBOS LISOS	FILTROS
TIPO DE AQUIFERO	Semi-Confinado	TUBO DE RECARGA 2 x 3m, Ø 1 1/2" galv. c/R/LUVA PVG	120.03-122.03m	122.03-128.03m
ENTRADAS D'ÁGUA	Nos Filtros		128.05-132.99m	132.99-136.99m
ESCALAS			136.99-143.52m	143.52-149.52m
VERTICAL	1:1.000		149.52-150.02m	150.02-156.02m
HORIZONTAL	1" = 2m m		156.02-158.01m	158.01-162.01m
			162.01-169.00m	
			115.77m TUBOS DIN 2440, Ø6" Preto, Esp. 3/16"	54.00m Filtros Esp. Galv. Ø6" AB. 0.75m m

Diante dos problemas citados, vários poços não foram considerados, e novos poços foram levantados nos arquivos da SABESP, nas Prefeituras Municipais e nos Serviços Autônomos de Água e Esgoto, sendo posteriormente visitados "in situ" para avaliar as condições.

A Tabela 1 apresenta os 90 poços selecionados para rede de monitoramento, bem como sua localização e nome do proprietário, descrito por Unidade Regional da CETESB.

Tabela 1: Descrição e localização dos poços pertencentes à rede de monitoramento de águas subterrâneas, relativas às várias regionais, no Estado de São Paulo, 1994.

MUNICÍPIO	IDENTIFICAÇÃO	COORD. UTM		ENDEREÇO
		N-S	L-W	
REGIONAL: ARAÇATUBA				
Andradina	P63 - DAEE	7687.35	459.60	Jardim das Águas, Rua Rio Grande do Sul esquina com a Rua Rodrigues Alves.
Bilac	P7 - DAEE - Prefeitura Municipal	7633.85	553.65	Trevo de acesso à Bilac, junto ao reservatório.
Clementina	P4 - DAEE	7615.65	557.35	Travessa da Rua Mato Grosso, ao lado do Estádio Municipal.
General Salgado	P9 - DAEE - Prefeitura Municipal	7716.35	566.95	Avenida Paulo Constantino, atrás da Creche Municipal, na Av. Paulo Constantino.
Guaraçai	P9 - DAEE - Prefeitura Municipal	7674.25	477.90	Junto ao Centro Comunitário Roberto Muriyama, Rua Lauro Falch nº 741.
Guzolândia	P3 - SABESP	7716.10	535.10	Esquina da Av.Pascoal Guzzo com a Rua Feliciano Salles Cunha.
Muritinga do Sul	P5 - Prefeitura Municipal	7678.65	471.75	Rua General Glicério nº 26 - Almoxarifado da Prefeitura.
Nova Independência	P26 - DAEE - Prefeitura Municipal	7665.75	449.10	Bairro Lagoa do Sapo, P26 DAEE - Prefeitura.
Nova Luzitânia	P4 - SABESP	7693.20	576.50	Saída para Vicentinópolis.
Nova Luzitânia	P6 - SABESP	7695.80	577.25	Margem esquerda do Ribeirão Guabiobas.
Piacatu	P4 - SABESP	7611.75	542.25	Esquina da Rua Alex Fleming com a Av. Nações Unidas.
Sud Menucci	P2 - SABESP	7721.20	519.50	Próximo ao reservatório Elevado e do Laticínio Lalis.
Valparaíso	P42 - DAEE	7653.45	512.70	Jardim Flamboyant, próximo à Rua Ettore Bertola, fim da Travessa 2.

Tabela 1 - continuação

MUNICÍPIO	IDENTIFICAÇÃO	COORD. UTM		ENDEREÇO
		N-S	L-W	
REGIONAL: BAURU				
Boracéia	P1 - SABESP	7544.30	728.50	Rua José Afonso Pereira, junto ao Córrego Boracéia.
Macatuba	P3 - SABESP - Matadouro Municipal	7411.75	735.50	Av. Coronel Virgílio Rocha, ao lado do Matadouro Municipal.
Pederneiras	P1 - SABESP - Distrito Vanglória	7516.05	728.85	Estrada para Vanglória, em frente ao Posto Ipiranga (15 km) seguir mais 2 km em estrada de terra, próximo margem direita do Ribeirão Anhumas.
Pederneiras	P2 - SABESP	7543.90	718.95	Poço SABESP nº 895 - Santelmo.
REGIONAL: MARÍLIA				
Gália	P2 - SABESP	7534.45	649.40	Final da Rua 8, travessa da Rua 13.
Oriente	DAEE - Antonio Reis	7548.80	594.65	Final da Rua Antonio Reis, próximo à Rodovia SP-294.
Paraguaçu Paulista	DAEE - Maurilio Gobbi	7521.55	543.00	Rua Maurilio Gobbi 982, ao lado da Estação de Tratamento de Água do SAEE.
Parapuã	P5 - SABESP	7592.80	523.70	Rua Fortaleza, próximo ao Estádio.
Pompéia	DAEE - Lojas Rodrigues	7554.95	585.77	Rua Maranhão esquina com a Rua Dr. Luís Miranda, fundos da Loja Rodrigues Materiais para Construção.
Quatá	SABESP - Açucareira	7537.80	536.40	Açucareira Quatá, ao lado do reservatório.
Tupã	P1 - SABESP	7577.65	541.70	Poço SABESP nº 798, Distrito Universo.

Tabela 1 - continuação

MUNICÍPIO	IDENTIFICAÇÃO	COORD. UTM		ENDEREÇO
		N-S	L-W	
REGIONAL: PRESIDENTE PRUDENTE				
Alfredo Marcondes	P3 - SABESP	7571.70	457.50	Chácara Santo Antonio, Rua José Antonio Afonso s/n.
Álvares Machado	P7 - SABESP	7557.50	450.60	Próximo ao cemitério (300 m).
Caiabu	P2 - SABESP	7565.80	475.25	Terreno de Alcione A. dos Santos.
Dracena	P16 - DAEE - Pref.Municipal	7624.50	444.40	Em frente ao Hospital Santa Casa.
Estrela do Norte	P2 - SABESP	7513.20	432.05	SABESP, embaixo da caixa d'água, R. Pref. José Carlos, 254.
Flórida Paulista	P7 - SABESP	7609.60	482.25	Final da Rua Osvaldo Ferracini, esquina da Rua São José, próximo ao reservatório.
Indiana	P5 - Prefeitura Municipal	7547.69	474.11	Junto à caixa d'água, ao lado da estação rodoviária.
Inubia Paulista	P4 - Rua Tupinambás	7592.75	504.05	Rua Tupinambás, próximo à Cooperativa de Inubia Paulista.
Irapuru	P13 - Pref. Municipal	7615.50	464.00	P13, terreno da Prefeitura.
Mariápolis	P2 - SABESP	7589.55	490.15	Av. Conceição, Ginásio Estadual.
Monte Castelo	DAEE	7644.55	441.40	Próximo ao reservatório Metálico.
Panorama	DAEE - Av. K	7636.95	410.80	Av. K, com a Av. Prestes Maia.
Pirapozinho	P5 - SABESP	7536.65	447.80	Final da Rua Monteiro Lobato, entre a R. Antonio Ferreira e R. Frederico Horly, 100 m da rodovia.
Presidente Prudente	P12 - SABESP	7555.75	454.35	Sede da SABESP.
Presidente Venceslau	DAEE - Prefeitura Municipal	7580.90	414.10	Junto ao reservatório elevado da Vila Sumaré.
Rancharia	DAEE - Prefeitura Municipal	7530.70	502.50	Balneário Municipal de Rancharia, próximo da caixa d'água.
Regente Feijó	P11- SABESP	7543.05	469.45	Perto do estádio, atrás do ASCOM (Centro Comunitário).

Tabela 1 - continuação

MUNICÍPIO	IDENTIFICAÇÃO	COORD. UTM N-S L-W		ENDEREÇO
REGIONAL: PRESIDENTE PRUDENTE (continuação)				
Sagres	P2 - SABESP	7580.00	504.25	Rua Ver. Francisco Rodrigues Alves, ao lado da Casa da Agricultura.
Salmourão	P14 - SABESP	7608.65	514.15	Av. Castelo Branco (antiga pedreira).
Santa Mercedes	SABESP	7638.20	422.30	Rua Marcilio Dias, esquina com a Rua Campos Sales.
Teodoro Sampaio	P5 - SABESP	7507.75	379.15	Praça próxima à CESP.
REGIONAL: RIBEIRÃO PRETO				
Brodosqui	P7 - DAEE - Prefeitura	7677.45	225.97	Próximo ao córrego das Contendas.
Cajobi	P2 SABESP Monte Verde	7693.90	729.75	Monte Verde Paulista, próximo ao barracão da Prefeitura, Rua José Parro.
Cajuru	P2 SABESP Santa Cruz da Esperança	7643.75	247.80	Distrito Santa Cruz da Esperança, ao lado do Grupo Escolar (EEPG), próximo à Praça Rita Caseli.
Colombia	P1 SABESP Laranjeira	7754.10	738.50	Próximo à ponte córrego das Laranjeiras.
Monte Alto	P1 SABESP Ibitirama	7652.20	765.25	Ibitirama, ao lado da captação
Ribeirão Preto	P111 DAERP			São José.
Ribeirão Preto	P125 DAERP			Quintino 1
Ribeirão Preto	P137 DAERP			Alexandre Balbo
São Simão	P2 Prefeitura Municipal	7622.10	234.95	Distrito de São Luiz.
Serra Azul	P1 Prefeitura Municipal	7643.00	234.23	Próximo à estação de recalque
Serrana	P1 Prefeitura Municipal	7652.50	230.50	Rua Duque de Caxias

Tabela 1 - continuação

MUNICÍPIO	IDENTIFICAÇÃO	COORD. UTM		ENDEREÇO
		N-S	L-W	
REGIONAL: ARARAQUARA				
Araraquara	P6 - SABESP - Poço do Ouro	7586.25	797.30	Pontilhão da estrada Araraquara - Ribeirão Preto.
Cândido Rodrigues	P4 - SABESP - Serrinha	7639.40	746.35	Saída para Taquaritinga (Serrinha).
Dourado	P3 - SABESP	7550.80	777.50	Estrada do Matadouro.
Fernando Prestes	P2 - SABESP	7636.80	733.95	Agulha.
Ribeirão Bonito	Prefeitura Municipal Jardim Centenário	-		Praça dos Três Poderes s/nº.
REGIONAL: FRANCA				
Batatais	P1 - DAEE - Santa Cruz	7690.22	236.05	Estrada do Aeroporto, próximo ao ribeirão dos Batatais.
Buritizal	P3 - SABESP - Pedra Branca	7766.00	214.00	Fazenda Santa Branca.
Pedregulho	P1 - SABESP - Igaçaba	7771.80	245.20	Distrito de Igaçaba.

Tabela 1 - continuação

MUNICÍPIO	IDENTIFICAÇÃO	COORD. UTM		ENDEREÇO
		N-S	L-W	
REGIONAL: SÃO JOSÉ DO RIO PRETO				
Aparecida D'Oeste	P3 - SABESP	7739.65	514.75	Às margens do córrego do Boi.
Catigua	P3 - Pref. Munic.	7670.00	701.35	Av. José Zancaner nº 104.
Floreal	P1 - SABESP	7714.05	589.20	Margem esquerda do córrego Grotão, próximo à Estação Valentim Gentil.
Indiaporã	P1 - SABESP	7785.50	579.50	Nº SABESP 284, Vila Tupinamba.
Jales	P4 - SABESP	7760.90	547.80	Almoxarifado da Prefeitura.
Macedônia	P3 - SABESP	7771.30	583.99	Chácara Santa Rita, Sr. Serafini.
Mariápolis	P2 - SABESP	7739.80	518.35	Área da Prefeitura, na entrada da cidade, do lado esquerdo.
Mirassol	P23 - DAEE - Pref. Municipal	7695.50	655.50	Atrás do campo de futebol, Bairro Aparecida.
Nova Granada	P1 - SABESP	7740.05	674.05	Próximo do córrego Mangaratú, lado direito da Estrada Mangaratú - Vila Ingai.
Novo Horizonte	P1 - SABESP - Vale Formoso	7624.95	666.00	Vale Formoso, próximo ao Posto de Saúde.
Palmares Paulista	P3 - SABESP	7666.75	727.35	Próximo ao reservatório da SABESP.
Pedranópolis	P5 - SABESP	7760.90	593.80	Sede SABESP, ao lado do poço 4.
Potirendaba	P10 - DAEE	7671.45	669.20	Cooperativa - próximo ao ginásio de esportes.
São Francisco	P2 - SABESP	7737.10	541.10	Bairro Dirce Reis, ao lado do reservatório da SABESP.
São João Duas Pontes	P1 - SABESP	7745.30	564.70	Saída para General Salgado, terceira quadra a partir da R. da Matriz.
São José do Rio Preto	P219 - DAEE	7695.94	668.80	Av. Otávio Pinto Cesar nº 1400 - Sede do DAEE.
Tabapuã	DAEE - Prefeitura	7676.50	716.60	Rua Dr. Álvaro Soares, próx. à esq. da Rua João Luciano Alves.

Tabela 1 - continuação

MUNICÍPIO	IDENTIFICAÇÃO	COORD. UTM		ENDEREÇO
		N-S	L-W	
REGIONAL: SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (continuação)				
Três Fronteiras	P1 - SABESP	7747.75	511.00	Socimbra, próximo ao campo de futebol.
Uchoa	DAEE - Prefeitura Municipal	7681.00	689.75	Bairro São José, Rua Brasil nº 303, esquina com a Rua Marechal Deodoro.
Urânia	P1 - SABESP	7761.20	532.60	Distrito de Santa Salete.
REGIONAL: PIRACICABA				
Itirapina	DER - Poço Pedágio	7549.20	210.90	Rodovia Washington Luis, km 216 - pedágio.
Itirapina	P1 - Prefeitura Municipal	7536.55	210.20	Poço da Prefeitura de Itirapina.
São Pedro	P15 - Prefeitura Municipal	7504.55	210.35	Esquina da Rua Mario Zeca com a Rua Fernando Palu.
REGIONAL: SOROCABA				
Avaré	P6 - SABESP	7442.95	712.60	Número SABESP 1001, P6 local, próximo ao córrego da Água Branca.
Botucatu	P1 - SABESP	7478.85	767.00	Número SABESP 100, P1 local, Distrito de Vitoriana.
São Manoel	P2 - SABESP	7484.30	749.00	Vicinal Tarcílio Baroni, saída Aparecida S.M., margem esquerda do córrego Santo Antonio.

5.3 SELEÇÃO DE PARÂMETROS ANALÍTICOS

O estabelecimento da seleção de parâmetros para uma rede de monitoramento de águas subterrâneas nem sempre é fácil, uma vez que estas são menos acessíveis do que as águas superficiais, aliada à integridade da amostra, além da complexidade hidrogeológica.

Esta seleção foi definida também em função da variada gama de elementos potencialmente presentes nas águas subterrâneas, do custo relativamente alto das análises de laboratório, e dos recursos financeiros disponíveis serem bastante limitados.

Vários elementos químicos, tais como; sódio, cloreto, magnésio, sulfato, ferro, manganês, fluor, bário, cromo, etc., podem estar presentes naturalmente nas águas subterrâneas, como um resultado da interação geoquímica água-solo-rocha, como um resultado da interação geoquímica água-solo-rocha, em alguns tipos de ambiente hidrogeológico.

Desta forma, na escolha de um indicador de qualidade deve ser considerado se o procedimento analítico é simples, rápido e econômico, bem como não apresentar problemas de interferentes durante a amostragem em função de modificações físico-químicas.

Os parâmetros analisados, indicadores da qualidade de água, são os seguintes:

- Parâmetros Físicos e Químicos: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH e Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Cálcio (Ca^{2+}), Cloretos (Cl^{-}), Dureza Total (DURT), Ferro Total (Fe_{Total}), Nitrogênio Amoniacoal (NH_4^{+}), Nitrato (NO_3^{-}), Nitrito (NO_2^{-}), Nitrogênio Kjeldahl Total (N_{Total}), Oxigênio Consumido (OC), Potássio (K^{+}), Sólidos Totais Dissolvidos (S.T.D.)
- Parâmetro Bacteriológico: Contagem Padrão de Bactérias (Cbact), Coliformes Totais (Coli Tot), Coliformes Fecais (Coli Fec).

Os indicadores selecionados, os métodos analíticos de determinação e os padrões adotados, estão descritos no quadro 3.

Quadro 3: Indicadores selecionados, métodos analíticos de determinação e padrão adotado de cada parâmetro.

PARÂMETROS INDICADORES	UNIDADE	MÉTODO ANALÍTICO		PADRÃO PORT 36 M.S. 19/01/90
		LAB. SÃO PAULO	LAB.REG.INTERIOR	
Temperatura	°C	Termômetro	Termômetro	-
pH	-	pHmetro	pHmetro	6,5 - 8,5
Dureza	mg/l CaCO ₃	Tíbulometria	Tíbulometria	500
Cond. Eletr. a 25°C	µS/cm	Condutividade de Eletrodo	Condutividade de Eletrodo	-
Oxig. Consum.	mg/l O ₂	Tíbulometria	Tíbulometria	-
S.T.D.	mg/l	Gravimetria	Gravimetria	1000
Nitrog. Amoniacal	mg/l N	Colorimetria	Colorimetria	-
Nitrog. Nitrato	mg/l N	Colorimetria	Colorimetria	10
Nitrog. Nitrito	mg/l N	Colorimetria	Colorimetria	-
Nitrog. K. Total	mg/l N	Colorimetria	Colorimetria	-
Potássio	mg/l K	Absorção Atômica	-	-
Cálcio	mg/l Ca	Tíbulometria	Tíbulometria	-
Cloreto	mg/l Cl	Colorimetria	Tíbulometria	250
Ferro Total	mg/l Fe	Colorimetria	Colorimetria	0,3
Cont. P. Bact.	Col/ml	Tubos Múltiplos Membrana Filtrante	Tubos Múltiplos	-
Coli Total	N.M.P./100 ml	Tubos Múltiplos Membrana Filtrante	Tubos Múltiplos	0
Coli Fecal	N.M.P./100 ml	Tubos Múltiplos Membrana Filtrante	Tubos Múltiplos	0

5.4 COLETA, PRESERVAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS

Com uma frequência semestral em 1993 e anual nos demais anos, a tomada de amostras foi realizada diretamente na saída de água do poço, com a bomba em funcionamento, precavendo-se para evitar a sua oxigenação antes da análise, além de manter o frasco de amostra para exame bacteriológico fechado até o instante da coleta.

Em campo, foram determinadas as medições de pH, temperatura da água e condutividade elétrica.

Na operação de coleta é imprescindível que o coletor mantenha registro de todas as informações de campo, preenchendo uma ficha de coleta por amostra, ou conjunto de amostras contendo os seguintes dados:

- data da coleta
- número de identificação da amostra;
- identificação do poço de amostragem;
- tipo de amostra (água subterrânea);
- resultados das medições de campo (temperatura do ar/água, pH, condutividade elétrica);
- indicação dos parâmetros a serem analisados no laboratório;
- nome do responsável pela coleta;
- ocorrências anormais durante a coleta e nas imediações do local de amostragem que podem eventualmente interferir nos resultados;
- nome do programa e do coordenador, com telefone para contato.

Devido ao intervalo existente entre a coleta das amostras e a determinação das análises, sempre é necessário adotar métodos específicos para preservar e armazenar as amostras (quadro 4).

Isso ocorre pelo fato de as águas naturais serem misturas de diversas substâncias químicas, podendo conter espécies biológicas em equilíbrio dinâmico.

As mudanças físicas de temperatura e pressão que podem ocorrer durante a amostragem, são suficientes para romper esse equilíbrio.

Levando-se em conta o tempo de preservação para determinação da análise de certos parâmetros, as amostras coletadas nos diversos poços foram enviadas aos laboratórios da Regional da CETESB, de cuja jurisdição, a região onde o poço amostrado faz parte.

Assim, para os poços localizados nas regiões sob a influência das regionais de Marília, Ribeirão Preto e de suas unidades subordinadas, as amostras ali coletadas foram, respectivamente enviadas aos laboratórios de Marília e Ribeirão Preto.

As amostras coletadas nas áreas de influência de Piracicaba foram enviadas para o laboratório de Campinas.

As análises de potássio de todos os pontos de coleta do Estado foram realizadas no laboratório da sede.

Os despachos das amostras para os seus respectivos destinos foram efetuados através do transporte rodoviário, após a devida preservação e acondicionamento em caixas de poliestireno expandido (tipo isopor), refrigeradas com gelo e etiquetadas.

Quadro 4: Tipos de frasco, volume necessário e preservação por parâmetro

PARÂMETROS	TIPOS DE FRASCO	VOLUME NECESSÁRIO	PRESERVAÇÃO
Carbono Orgânico Total, N. Amoniacal, N. Nitrato, N. Kjeldahl	Polietileno	1000 ml	H ₂ SO ₄ pH<2 Refrigeração a 4 °C
Cloreto, N. Nitrito, Sólidos Totais Dissolvidos, Dureza, Condutividade Elétrica, Oxigênio Consumido e Cálcio	Polietileno	1500 ml	Refrigeração a 4 °C
Potássio e Ferro Total	Polietileno	500 ml	HNO ₃ pH<2
Coli Fecal, Coli Total, Contagem Padrão de Bactérias	Polycarbonato ou auto Polipropileno clavável	100 ml	Refrigeração a 4 °C

5.5 SIGNIFICADO SANITÁRIO E FORMAS DE OCORRÊNCIA DOS PARÂMETROS ANALISADOS

5.5.1 Parâmetros Físicos e Químicos

Como principais características da água, importantes para sua caracterização, temos: a dureza, a condutividade elétrica, a concentração do íon hidrogênio (pH) e o dos sólidos totais dissolvidos (S.T.D.).

Na água, a matéria orgânica é proveniente da matéria vegetal em decomposição e dejetos humanos. Os exames que usualmente se fazem para detectar matéria orgânica na água são: nitrogênio albuminóide, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, cloreto, coliforme total e coliforme fecal.

a) Temperatura

Em geral a temperatura das águas subterrâneas varia muito pouco para determinada profundidade e lugar, tendo pouca incidência as alterações de temperatura ambiente. A medição de temperatura da água pode indicar seu grau de correlação com a profundidade de extração, dado que a mesma é muito dependente do gradiente geotérmico (aproximadamente 1 °C para cada 33 metros de profundidade).

b) pH

O pH é uma medida que se relaciona à concentração dos íons hidrogênio em solução, e indica o caráter ácido, alcalino ou neutro da água.

Possíveis reações químicas em rochas e solos, ocorrem em função do valor do pH da água.

As águas naturais em geral têm pH compreendido entre 4,0 e 9,0 , e na maioria das vezes, são ligeiramente alcalinas, devido à presença de carbonatos e bicarbonatos.

Valores diferentes, em algumas situações, podem ser atribuídos à presença de despejos industriais ácidos ou alcalinos.

O pH da maior parte das águas subterrâneas é controlado pelo seu teor de dióxido de carbono dissolvido, carbonatos e bicarbonatos.

O sistema dióxido de carbono-bicarbonatos não é estável, sendo afetado por mudanças de pressão ou de temperatura. A redução de pressão, por exemplo, permite o desprendimento de gás carbônico. O bombeamento de um poço pode causar liberação de gás carbônico, desde que a pressão na massa da água subterrânea seja reduzida em virtude do abaixamento do lençol.

Em consequência disso, uma amostra de água colhida em um poço pode não representar a verdadeira qualidade química da água do aquífero.

O frasco da amostra, se hermeticamente fechado, retém todo o gás carbônico contido na água no momento da coleta, entretanto, parte pode ser desprendido por ocasião do bombeamento. Isso faz com que a determinação do pH no campo seja mais desejável que a dos testes em laboratório.

Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição de água, ocorrendo com isso, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas.

c) Dureza

Dureza de uma água é definida como a soma dos cátions polivalentes, expressos como a quantidade equivalente de carbonato de cálcio, entre os quais os mais comuns são cálcio e magnésio. Poderia ser definida como sendo a capacidade de precipitar sabão, visto que em uma água dura a espuma não se forma enquanto os sais minerais causadores da dureza não houverem sido removidos pela sua combinação com o sabão.

Não se demonstrou todavia efeitos adversos ou benéficos da dureza sobre a saúde.

A dureza está ligada a outros parâmetros como o pH e a alcalinidade e, dependendo destes, pode formar depósitos nos dutos e até obstruí-los completamente.

Em termos gerais, pode-se considerar uma água branda quando contém menos de 100 mg/l como CaCO_3 , medianamente dura com 100 - 200 mg/l e dura quando tem de 200 a 300 mg/l.

d) Condutividade Elétrica

Condutividade elétrica é uma expressão numérica da capacidade da água conduzir uma corrente elétrica. A condutividade de uma solução aquosa é influenciada por diversos fatores que incluem a natureza e concentração dos solutos presentes, o grau no qual eles se dissociam em íons, a quantidade de carga elétrica em cada valência do íon, a mobilidade do íon e a temperatura da solução.

A água quimicamente pura tem uma condutividade elétrica muito baixa, porém, uma pequeníssima quantidade de mineral dissolvido passa a torná-la condutora, quando esse se dissocia em cations e anions. Quanto mais íons presentes, maior será a condutividade.

Este parâmetro fornece uma boa indicação nas mudanças da composição da água, especialmente em sua concentração mineral. É particularmente sensível às variações de sólidos dissolvidos e o CO_2 , mas não dá uma indicação das quantidades relativas dos vários componentes.

e) Oxigênio Consumido (O C)

Estima o teor de material orgânico presente em águas de abastecimento público. Possui um significado semelhante à DQO (Demanda Química de Oxigênio), porém a condição de sua determinação é menos enérgica.

Na Portaria 36, do Ministério da Saúde, não consta um valor padrão para este parâmetro, porém o Decreto Estadual 12.486, de 20/10/78, define o valor de 2,5 mg/l (O_2), acima do qual, considera-se a água poluída por matéria orgânica.

f) Sólidos Totais Dissolvidos (S.T.D.)

A concentração de sais nas águas subterrâneas varia em função de diversos fatores. A concentração inicial nas águas que percolam do solo para o aquífero é influenciada pelos fatores climáticos (chuva, temperatura, evaporação, etc.) e pelas propriedades químicas e físicas do solo.

As águas dissolvem sais na parte não saturada e saturada do subsolo, durante seu percurso. A concentração nesta parte depende principalmente dos tipos de rochas do aquífero e do tempo de escoamento (CETESB, 1977).

A água com demasiado teor de minerais dissolvidos, não é conveniente para certos usos. Contendo menos de 500 mg/l de sólidos dissolvidos é, em geral, satisfatória para usos domésticos e para muitos fins industriais.

Águas com elevado teor de S.T.D. devem ser encarados como potencialmente corrosivos para os filtros e outras partes da estrutura dos poços, mesmo abstraindo-se outras características da água.

g) Série Nitrogenada

Nitrato

A presença de Nitrato indica que a matéria orgânica existente na água foi oxidada e também que a origem do material orgânico está a alguma distância do ponto em que a amostra foi coletada. Vale ressaltar que o tipo de rocha não influi substancialmente na variação do teor de nitratos e graças a isso, trata-se de um elemento, cuja elevação do teor nas águas subterrâneas, indica a influência de fatores externos, tais como: esgoto doméstico (fossas), lixo, fertilizantes agrícolas ou despejos industriais.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, as águas que apresentam concentrações superiores a 10 mg/l de Nitrogênio, o que equivale a aproximadamente a 45 mg/l de Nitrato (NO_3^-), são impróprias para o consumo humano. Para isso, é necessário que o NO_3^- se reduza a NO_2^- no organismo. Esta última substância possui a capacidade de causar metahemoglobinemia.

O surgimento dessa enfermidade se dá, segundo autores, como Catalán (1981), Attaway (1980) e Martin (1979), da seguinte forma: o íon nitrito oxida o ferro existente na hemoglobina, que passa de Fe^{++} a Fe^{+++} , transformando-a desta forma em metahemoglobina, a qual é incapaz de transportar o oxigênio às células; (E. M. Figueiredo, 1990).

Nitrogênio Amoniacal

A formação do nitrogênio amoniacal marca o primeiro passo na decomposição de matéria orgânica. A amônia em águas de abastecimento indica a ocorrência de compostos de nitrogênio originários de resíduos agrícolas, domésticos e industriais.

Quando a poluição é recente, o nitrogênio em geral está presente na forma de nitrogênio orgânico ou amoniacal; se houver condições aeróbias, com o passar do tempo, o nitrogênio orgânico e a amônia passam às formas de nitrito e de nitrato.

Nitrito

Nitrito é uma fórmula intermediária do nitrogênio, que pode resultar tanto da oxidação da amônia pelos nitrossomas em condições aeróbias, como de redução de nitratos em condições anaeróbias. Dificilmente a concentração de nitritos em águas naturais passa de 1 mg/l, e em geral as águas naturais têm menos de 0,1 mg/l.

Os nitritos estão presentes apenas em pequenas quantidades, porque são compostos transitórios, que logo são convertidos em nitratos.

Nitrogênio Total Kjeldahl

O Nitrogênio Kjeldahl é a soma dos nitrogênios orgânicos e amoniacal. Ambas as formas estão presentes em detritos de nitrogênio orgânico de atividades biológicas naturais. O nitrogênio Kjeldahl total pode contribuir para a completa abundância de nutrientes na água e sua eutrofização. Os nitrogênios amoniacal e orgânico são importantes para avaliar o nitrogênio disponível para as atividades biológicas.

h) Potássio

Este elemento não apresenta restrições do ponto de vista sanitário, inclusive é considerado elemento essencial para o corpo humano, a utilização do mesmo objetiva a busca de um traçador (indicador) para registrar alteração na qualidade das águas subterrâneas, provocadas pelas atividades de ferti-irrigações com restilo.

i) Cálcio

A presença de cálcio nas águas resulta de sua passagem por depósitos de pedra calcária, dolomita e gipso.

Pequenas concentrações de cálcio na forma de carbonato protegem as canalizações contra corrosão; concentrações elevadas, entretanto, formam incrustações prejudiciais em tubulações e caldeiras.

j) Cloreto

Cloreto é um dos ânions mais comuns em águas naturais, nos esgotos e despejos industriais.

O registro contínuo do teor de cloretos das amostras de água dos poços fornece informação da ocorrência ou não da contaminação do aquífero.

A água que contém menos de 150 mg/l de cloretos é satisfatória para muitos fins. Um teor de mais de 250 mg/l torna-se em geral objetável para um serviço de abastecimento público. Contendo mais de 350 mg/l é contra indicada para a maior parte das irrigações e usos industriais. Com 500 mg/l o sabor da água torna-se desagradável. Entretanto, os animais podem beber água com teores de cloretos superiores a esses, sabendo-se por alguns especialistas, que é satisfatória para o gado uma água com 3.000 a 4.000 mg/l de cloretos (Águas Subterrâneas e Poços Tubulares, 1978).

I) Ferro Total

O ferro é um elemento essencial para plantas e animais. Faz parte do mecanismo de transporte do oxigênio no sangue de todos os vertebrados e de alguns animais invertebrados.

A objeção quanto ao ferro ou sais ferrosos está relacionada aos problemas da cor e sabor, manchar roupas e favorecer o desenvolvimento das "bactérias do ferro", que obstruem canalizações.

Os padrões, como por exemplo, os da OMS e Portaria 36 do Ministério da Saúde (19/01/90), estabelecem para a água potável um valor de 0,3 mg/l para o teor de ferro. Este limite é fixado, não por razões fisiológicas, considerando que muitas vezes esse teor não é nocivo aos homens e animais.

O corpo humano requer 5 a 6 mg de ferro por dia, correspondentes a um volume de 17 a 20 litros de água com 0,3 mg/l. Valores superiores a 0,3 mg/l podem causar problemas em águas de abastecimento público, ocasionando manchas em roupas e ferrugem em aparelhos e instalações sanitárias, incrustações nos filtros e poços, e obstrução nas canalizações.

5.5.2 Parâmetros Biológicos

No caso de contaminações microbiológicas das águas subterrâneas, as características requeridas se restringem à seleção do organismo indicador a coliformes totais, coliformes fecais, e a contagem de bactérias heterotróficas.

a) Coliformes Totais

São bactérias presentes no intestino do homem e de animais de sangue quente, podendo também ocorrer associadas à vegetação e ao solo. Algumas espécies podem se multiplicar no solo ou na água.

Grupo de bactérias constituído por bacilos gram-negativos, aeróbicos ou anaeróbicos facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros componentes ativos de superfície (surfactantes), com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de ácido e gás a 35 °C em 24 - 48 horas. No caso da técnica de tubos múltiplos, são considerados coliformes os organismos que fermentam a lactose com produção de gás a 35 °C. O grupo inclui os seguintes gêneros: Escherichia, Citrobacter, Enterobacter e Klebsiella.

b) Coliformes Fecais

Constituindo subgrupo das bactérias coliformes, são comumente utilizados como indicador de contaminação fecal, dada a sua ocorrência ser restrita à fezes humanas e às de outros animais de sangue quente.

A detecção destas bactérias indica o risco da presença de organismos patogênicos.

Coliformes fecais ou coliformes termotolerantes são os coliformes capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas. O principal componentes deste grupo é Escherichia coli, sendo que alguns coliformes do gênero Klebsiella apresentam também essa capacidade.

c) Contagem de Bactérias Heterotróficas

Com densidades elevadas de bactérias heterotróficas na água pode determinar deterioração de sua qualidade com o desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis, e também a formação de limo ou películas.

Com relação à água potável, a presença de grande número de bactérias pode representar um risco à saúde do consumidor.

6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados das campanhas de monitoramento, em execução, de poços de abastecimento, permitirão o conhecimento da realidade atual da qualidade natural das águas subterrâneas, bem como efetuar uma avaliação das alterações que possam ocorrer ao longo do tempo.

As análises físico-químicas obtidas, num total de 3.112 amostragens, 17 parâmetros analisados em 76 poços tubulares profundos, até agosto de 1994, são apresentadas na Tabela 2.

A seguir, serão comentados os parâmetros analisados nos poços do Grupo Bauru, sendo discutida separadamente a Formação Adamantina e poços que captam em ambas as Formações : Adamantina e Santo Anastácio, devido ao número significativo de poços selecionados nestes aquíferos. Serão comentados também os parâmetros analisados nos poços que captam águas das Formações Botucatu - Pirambóia e Serra Geral.

Os resultados das análises dos poços pertencentes à Formação Serra Geral, somente serão abordados no próximo relatório, pois no momento, na rede de monitoramento, o número desses poços é bastante reduzido, estando previsto para 1995 a escolha de novos poços desta Formação.

Com o incremento da rede de monitoramento, outras Formações do Sistema Aquífero Bauru serão analisadas, podendo-se citar a Formação Caiuá, que apresenta características distintas das demais formações.

TABELA 2 : RESULTADO DAS ANALISES DAS AGUAS SUBTERRANEAS, DOS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS DA REDE DE MONITORAMENTO, DE 1990 A 1994, NO ESTADO DE SAO PAULO

MUNICIPIO	NOME POÇO	REG. PROP.	AQUIFERO PROF. (m)	DATA ANALISE	CL- K+ Fe tot mg/l	Ca+ Mg/DRT mg/l	NH4+ NO3- mg/l	NO2- mg/l	STD COND. mg/l uS/cm	pH	Temp. qC	OC mg/l	Cbac Coli Coli

BORACEIA	R. J AFONSO PEREIRA BAUR SAB	SG	F 203	AGO/92 JUL/93 JUN/94	0.5 2.3 (0.005) 1.4 1.3 (0.092) 1.3 1.34 (0.03)	11.4 36.7 3 6 14 26	0.21 0.27 0.19 0.117 0.03 0.107	0.01 0.6 (0.002 0.22 (0.002 0.069	118 168 138 178 106 197	8.31 27 8.28 24 8.15 21	(1 (1 (1	(1 (1 (1	1 0 0 0 0 0 6500 16 2.2

MACATUBA	MATA DOURA	BAUR SAB	BO/PI C 238	AGO/92 JUL/93 JUN/94	0.5 3.7 (0.005) 0.9 1.8 (0.061) 0.7 2.04 (0.03)	19.8 75 21 53 23 73	0.75 0.15 0.04 0.107 0.02 0.156	0.01 2.6 (0.002 0.062 0.002 0.053	111 158 136 176 96 143	6.88 24 7.31 23 7.61 22	(1 (1 1	(1 (1 (1	3 0 0 0 0 0 0 0 0

PEDERNEIRAS	DISTR. VANGLORIA	BAUR SAB	BU C 170	AGO/92 JUL/93 JUN/94	(0.5 1.2 (0.005) 0.5 2.9 (0.03) 0.5 1.46 (0.03)	18.2 56.6 21 45 22 51	0.09 0.03 0.05 0.169 0.03 0.079	0.01 0.6 0.002 0.069 (0.002 0.069	91 113 118 118 74 102	7.28 26 7.29 23 7.51 22	(1 1 (1	(1 1 (1	17 0 0 0 0 0 40 0 0

PEDERNEIRAS	SANTOLMO P-02	BAUR SAB	SG F 237	AGO/92 JUL/93 JUN/94	2 2.2 (0.005) 3.3 1.2 (0.045) 2.5 3.36 (0.157)	15.5 51.2 19 42 18 47	0.15 1.39 0.06 1.35 0.01 0.787	0.01 0.7 (0.002 0.076 (0.002 0.040	92 131 149 152 110 132	6.77 23 6.77 24 7.54 22	(1 (1 (1	(1 (1 (1	13 0 0 510 2.2 2.2 10 0 0

LEGENDA

REGIONAIS

- ARAC Aracatuba
- ARAR Araraquara
- BAUR Bauru
- FRAN Franca
- MARL Marília
- PIUB Piracicaba
- PRUD Presidente Prudente
- RBPT Ribeirão Preto
- SURP São José do Rio Preto
- SUCC Sorocaba

PROPRIETARIOS

- SAB SABESP
- DMEE Departamento de Águas e Energia Elétrica
- PART Particular
- PREF Prefeitura
- DMEE - Prefeitura Municipal
- DER Departamento de Estrada e Rodagem
- DMENP Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto

AQUIFEROS

- SG Serra Geral
- BO Botucatu
- PI Pirambóia
- MA Marília
- AD Adamantina
- AN Santo Anastácio
- CA Caiua
- L Livre
- F Freatico
- C Confinado
- S Semi-confinado

MUNICIPIO	NOME POÇO	REG. PROP.	AQUÍFERO PROF.	(m)	DATA ANALISE	Cl- mg/l	K+ mg/l	Fetot mg/l	Ca2+ mg/l	NH4+ mg/l	NO3- mg/l	NO2- mg/l	Ntot mg/l	STD COND. mg/l uS/cm	pH	Temp. °C	OC mg/l	Chac Coli	Coli Tot	Fec	Col/ml NWP/100 ml
GALIA	RUA 8 P-02	MARL SAB	MA/AD L 250		SET/92 OUT/93 JUN/94	0.2 0.2 0.4	2.4 2.3 2.72	0.076 0.03 0.108	25 24 24	0.02 0.01 0.01	0.112 0.029 0.052	<0.002 <0.002 <0.002	0.041 0.041 0.048	207 156 122	7.79 8.32 8.15	24 24 23	1 <1 <1	0 5 10	0 0 0	0	
ORIENTE	DAEE ANTONIO REIS	MARL DAEE	MA/AD L 264		NOV/92 OUT/93 MAI/94	1.9 2.7 1.6	3 3.4 2.42	0.03 0.03 0.076	42 34 43	0.05 0.01 0.03	0.396 0.155 0.612	<0.002 <0.002 <0.002	0.063 0.045 0.055	259 168 197	7.3 7.58 7.64	27 24 26	<1 <1 <1	0 60 0	0 0 0	0	
PARAGUACU PTA.	R. MAURILIO GORBI	MARL DAEE	AN L 80		NOV/92 OUT/93 MAI/94	0.2 0.3 0.4	0.6 0.4 0.6	0.053 0.03 0.061	0.8 0.9 1	0.03 0.01 0.01	0.047 0.036 0.042	<0.002 <0.002 <0.002	0.056 0.041 0.048		4.74 5.25 5.17	25 22 26	<1 <1 <1	0 0 0	0 0 0	0	
PARAPUA	P-05 R. FORTALEZA	MARL SAB	AD L 130.3		AGO/92 OUT/93 MAI/94	2.6 3 3.4	7.2 6.8 10	0.03 0.03 0.137	11 10 11	0.02 0.01 0.02	2.51 3.66 3.3	<0.002 <0.002 <0.002	0.041 0.045 0.041	96 116 124	6.2 5.91 6.03	26 26 26	1 <1 <1	0 10 0	0 0 0	0	
POMPEIA	ESQ. RUA NARANHAO	MARL DAEE	MA/AD L 259		NOV/92 OUT/93 MAI/94	4.6 5.8 5.8	3.2 4 2.68	0.03 0.03 0.038	66 48 76	0.01 0.01 0.02	2.51 2.4 2.16	<0.002 <0.002 <0.002	0.034 0.045 0.055	421 286 290	7.11 7.08 7.4	26 24 26	<1 <1 <1	0 30 50	0 0 0	0	
QUATA	SABESP/ACUCANEIRA	MARL PART	AD/AN L 148		SET/92 JUN/94	1 2.5	3.8 0.5	0.061 0.03	24 32	0.01 0.03	2.06 1.9	<0.002 <0.002	0.045 0.048	174 145	6.77 7.72	25 28	<1 <1	0 1900	0 0	0	
TUPA	P-01 U. UNIVERSO	MARL SAB	AD L 122.5		AGO/92 OUT/93 MAI/94	4.4 4.2 4	7 6.4 9	0.03 0.036 0.141	10 14 15	0.02 0.01 0.03	4.69 4.68 3.73	<0.002 <0.002 <0.002		102 148 163	5.5 5.61 5.61	26 24 26	1 <1 <1	410 115 200	>16 16 2.2	0	

MUNICIPIO	NOME POÇO	REG. PROP.	AQUIFERO PROF.	DATA	CL- K+ Fetot	Ca2+ DURT	NH4+ NO3-	NO2- Ntot	STD COND.	pH	Temp.	OC	Coli Coli
ARARAQUARA	POÇO OURO	ARAR DAEE	B0 L 256	01/70	0.5 2.1	5.2 30	0.04 0	0 0.4	43	23	23	mg/l	Coli Coli
				ABD/94	1 4.2 0.02	1.5 1.2 0.01	0.06 0.02	0.005 0.06	48	5.7	25	mg/l	Coli Coli
CANDIDO RODRIGUES	POÇO DA SERRINHA	ARAR SAB	AD L 110	ABD/94	1 1.6 0.01	12.8 36	0.06 0.24	0.05 0.06	196	7.8	20	mg/l	Coli Coli
DOURADO	P3, ESTR. MATAOURO	ARAR SAB	S6 L 120	ABD/94	1 1.6 0.01	15.2 66	0.03 0.32	0.05 0.03	124	6.6	25	mg/l	Coli Coli
FERNANDO PRESTES	P2, AGULHA	ARAR SAB	AD/S6 L 180	ABD/94	1 3.5 0.07	3.2 25	0.01 0.07	0.05 0.02	188	7.7	20	mg/l	Coli Coli
RIBEIRAO BONITO	JU. CENTENARIO	ARAR PREF	B0 L 85	ABD/94	4 6.2 0.01	0.01 4.7	0.01 4.7	0.05 0.01	88	5.7	24	mg/l	Coli Coli
MUNICIPIO	NOME POÇO	REG. PROP.	AQUIFERO PROF.	DATA	CL- K+ Fetot	Ca2+ DURT	NH4+ NO3-	NO2- Ntot	STD COND.	pH	Temp.	OC	Coli Coli
PEUREBULHO	IGACABA P-01	FRAN DAEE	B0 L 122	NAO									Coli Coli
BATAIS	POÇO STA. CRUZ/PREF.	FRAN SAB	B0 C 266	NAO									Coli Coli
BURITIZAL	FAZ. PEDRA BRANCA	FRAN SAB	B0/P1 C 262	NAO									Coli Coli
MUNICIPIO	NOME POÇO	REG. PROP.	AQUIFERO PROF.	DATA	CL- K+ Fetot	Ca2+ DURT	NH4+ NO3-	NO2- Ntot	STD COND.	pH	Temp.	OC	Coli Coli
BRODOSQUI	P7, DAEE/PREF.	RPT D/P	B0 C 450	NAO									Coli Coli
CAJURI	P2, MONTE VERDE	RPT SAB	AD L 126	NAO									Coli Coli
CAJURU	P2, CRUZ ESP.	RPT SAB	P1 S 202	NAO									Coli Coli
COLOMBIA	P1, 177 LARANJ.	RPT SAB	S6 F 150	NAO									Coli Coli
MONTE ALTO	P1, IBITIRAMA	RPT SAB	AD L 140	NAO									Coli Coli
RIBEIRAO PRETO	P-111, SAO JOSE	RPT DAERP		NAO									Coli Coli
RIBEIRAO PRETO	P-125, QUINTINO I	RPT DAERP		NAO									Coli Coli
RIBEIRAO PRETO	P137, ALEXAND. BALBO	RPT DAERP		NAO									Coli Coli
SAO SIMAO	P2, S. LUIZ	RPT PREF	PI L 230	NAO									Coli Coli
SERRA AZUL	P1, EST. DE RECALQUE	RPT DAEE	S6 F 196	NAO									Coli Coli
SERRANA	PREFEITURA	RPT PREF	B0 C 170	ABD/90	1 1.7 0	0.04 0.72	0.04 0.72	0 0.3	73	24	24	mg/l	Coli Coli

MUNICIPIO	NOME POÇO	REG. PROP.	AQUÍFERO PROF. (m)	DATA	ANÁLISE	CL- K+ Fe tot mg/l	Ca2+ DURT mg/l	NI4+ mg/l	NI2- mg/l	NI2- Ntot mg/l	STD COND. mg/l	pH	Temp. qC	OC mg/l	Cbac Coli Coli Nq Tot Fec Col/ml NMP/100 ml
ALFREDO MARCONDES	P3, SABESP	PRUD SAB	AD/AN L 234.1	JUN/94	0.5 (0.04 0.03	0.5 (0.04 0.03	0.5 2	0.03 (0.029	(0.002 0.069	(0.002 0.069	172 206	9.2 22	(1	(1	0 0 0
ALVARES MACHADO	P7, SABESP	PRUD SAB	AD/AN L 260	NOV/92 SET/93 JUN/94	2.6 2.1 0.03 2 1.5 0.092 2.9 1.6 0.108	2.6 2.1 0.03 2 1.5 0.092 2.9 1.6 0.108	14 33 14 35 18 49	0.02 0.27 (0.01 0.226 (0.01 0.262	(0.002 0.034 (0.002 0.048 (0.002 0.055	(0.002 0.034 (0.002 0.048 (0.002 0.055	231 182 210 160 196	7.52 7.8 7.59 24	(1 (1 (1	(1 (1 (1	10 0 0 540 16 0 100 2.2 2.2
CATAPU	P2, SABESP	PRUD SAB	AD/AN L 189.5	NOV/92 SET/93 JUN/94	0.4 0.7 0.03 0.6 1 (0.03 0.7 0.4 0.03	0.4 0.7 0.03 0.6 1 (0.03 0.7 0.4 0.03	7 10 7 9 9 10	0.01 0.056 (0.04 0.029 0.06 0.061	(0.002 0.028 (0.002 0.055 (0.002 0.076	(0.002 0.028 (0.002 0.055 (0.002 0.076	172 167 180 107 151	8.41 9.3 25 8.37 22	(1 (1 (1	(1 (1 (1	3250 9.2 0 0 0 0 110 0 0
DRACENA	P16, DAEE/PREF	PRUD D/P	AD/AN L 180.1	JUN/93 SET/93 JUN/94	1.4 5.2 0.125 0.6 3 (0.03 9.4 4.6 0.03	1.4 5.2 0.125 0.6 3 (0.03 9.4 4.6 0.03	30 81 32 96 36 127	0.09 0.236 0.03 0.149 (0.01 0.207	(0.002 0.112 (0.002 0.055 (0.002 0.055	(0.002 0.112 (0.002 0.055 (0.002 0.055	149 177 164 184 240 247	8.05 26 7.4 22 6.7 22	(1 (1 (1	(1 (1 (1	300 9.2 0 40 0 0 0 0 0
ESTRELA DO NORTE	P21, SEDE/SABESP	PRUD SAB	AD L 172	JUN/94	1.8 3.56 0.061	1.8 3.56 0.061	19 52	0.01 0.176	(0.002 0.048	(0.002 0.048	96 118	7.74 22	(1	(1	0 0 0
FLORIDA PAULISTA	P7, OSVALDO FERRACINI	PRUD SAV	AD L 200	JUN/93 SET/93 JUN/94	2.8 1.4 0.157 2.6 1.3 0.124 2.3 0.7 0.03	2.8 1.4 0.157 2.6 1.3 0.124 2.3 0.7 0.03	18 45 19 43 16 49	0.01 1.16 0.05 1.05 (0.01 0.745	(0.002 0.034 (0.002 0.069 (0.002 0.048	(0.002 0.034 (0.002 0.069 (0.002 0.048	159 196 163 170 134 186	8.37 27 8.4 26 8.1 21	(1 (1 (1	(1 (1 (1	200 9.2 0 0 0 0 10 0 0
INDIANA	JUNTO CAIXA D'AGUA	PRUD PREF	AD/AN L 151	NOV/92 SET/93 JUN/94	14 12 0.157 19.7 9.5 0.045 17.8 6.5 0.174	14 12 0.157 19.7 9.5 0.045 17.8 6.5 0.174	7 50 10 73 8 84	0.01 7.07 0.07 6.02 0.03 6.36	(0.002 0.028 (0.002 0.083 (0.002 0.048	(0.002 0.028 (0.002 0.083 (0.002 0.048	178 217 215 136 262	5.40 6 23 6.26 22	(1 (1 (1	(1 (1 (1	310 5.1 0 0 0 0 6500 16 16
INDURIA PAULISTA	RUA TUFINANDA	PRUD SAB	AD/AN L 220	AGO/92 SET/93 JUN/94	23.5 8 (0.03 23.4 5.8 0.076 21.9 4.6 0.03	23.5 8 (0.03 23.4 5.8 0.076 21.9 4.6 0.03	61 190 47 179 60 179	0.03 6.34 0.05 6.36 0.01 5.7	(0.002 0.056 (0.002 0.069 (0.002 0.048	(0.002 0.056 (0.002 0.069 (0.002 0.048	353 350 328 276 358	7.1 25 7.2 26 7.92 21	(1 (1 (1	(1 (1 (1	0 0 0 110 2.2 0 0 0 0
IRAPURU	PREFEIT. MUNIC.	PRUD DAEE	AN L 196.1	JUN/93 SET/93 JUN/94	1.5 5.2 0.092 0.8 3 0.108 0.8 2.6 (0.03	1.5 5.2 0.092 0.8 3 0.108 0.8 2.6 (0.03	45 150 38 156 40 132	0.03 0.122 0.09 0.075 0.03 0.052	(0.002 0.055 (0.002 0.112 (0.002 0.055	(0.002 0.055 (0.002 0.112 (0.002 0.055	221 277 225 102 212 265	8.19 25 7.9 24 8.23 21	(1 (1 (1	(1 (1 (1	740 16 2.2 40 16 0 100 9.2 0
MARIAPOLIS	AV. CONCEICAO	PRUD SAB	AN L 231.5	AGO/92 SET/93 JUN/94	1.1 0.7 0.092 1.3 0.6 0.166 1.6 0.5 (0.03	1.1 0.7 0.092 1.3 0.6 0.166 1.6 0.5 (0.03	4 6 0	0.03 0.193 0.03 0.372 0.04 0.186	(0.002 0.041 (0.002 0.048 (0.002 0.069	(0.002 0.041 (0.002 0.048 (0.002 0.069	170 194 190 145 204	8.9 25 9 24 8.64 20	(1 (1 (1	(1 (1 (1	0 0 0 100 2.2 0 0 0 0
MONTE CASTELO	PROXIMO RESERV.	PRUD DAEE	AN/CA L 100	JUN/93 SET/93 JUN/94	5.6 6 (0.03 7.3 5.9 0.045 6.4 4 (0.03	5.6 6 (0.03 7.3 5.9 0.045 6.4 4 (0.03	45 132 47 143 47 142	0.01 1.19 0.03 1.04 (0.01 1.35	(0.002 0.048 (0.002 0.048 (0.002 0.055	(0.002 0.048 (0.002 0.048 (0.002 0.055	197 257 235 272 190 259	7.32 25 7.8 24 7.66 22	(1 (1 (1	(1 (1 (1	0 0 0 0 0 0 360 16 0
PANDARAHA	AV. K	PRUD DAEE	CA L 107	JUN/93 SET/93 JUN/94	3.3 5.8 0.03 3.1 5.2 (0.03 2.9 3.4 (0.03	3.3 5.8 0.03 3.1 5.2 (0.03 2.9 3.4 (0.03	18 40 20 56 20 60	0.01 0.851 0.01 0.468 (0.01 0.703	(0.002 0.055 (0.002 0.048 (0.002 0.055	(0.002 0.055 (0.002 0.048 (0.002 0.055	122 130 154 140 129 130	7.28 26 7.4 26 7	(1 (1 (1	(1 (1 (1	10 0 0 50 0 0 0 0 0
PRES. PRUDENTE	P12, SABESP	PRUD SAB	AN L 200	NAO											
PRES. VENESLAU	RESERV. VILA SUMARE	PRUD PREF	AN/CA L 238.5	JUN/93 SET/93 JUN/94	1.4 4.8 0.125 1 4.3 0.053 1.2 3.76 0.174	1.4 4.8 0.125 1 4.3 0.053 1.2 3.76 0.174	24 69 25 75 25 76	0.04 0.112 0.02 0.029 0.26 0.176	(0.002 0.062 (0.002 0.041 (0.002 0.353	(0.002 0.062 (0.002 0.041 (0.002 0.353	144 158 160 167 132 146	8.1 7.9 24 7.95 25	(1 (1 (1	(1 (1 (1	0 0 0 0 0 0 30 0 0

MUNICIPIO	NOME PUCO	REG. PROP.	AQUIFERO PROF. (m)	DATA ANALISE	CL- mg/l	K+ mg/l	Fetot mg/l	Ca2+ mg/l	NH4+ mg/l	NO3- mg/l	NH2- mg/l	STD COND. mg/l	PH	Temp. qC	OC mg/l	Chac Coli	Coli Tot	Fet
PIRAPOZINHO	R. MONTEIRO LOBATO	PRUD SAB	AD/AN L 228	ABD/92 SET/93 JUN/94	13.5 6.6 12.3	4.5 1.9 2.1	0.108 0.108 0.061	35 19 36	0.01 0.01 0.01	0.949 0.438 0.578	0.002 0.002 0.002	240 166 222	6.6 7.1 7.44	20	1	0	0	0
RANCHARIA	BALNEARIO	PRUD D/P	AN L 100.5	NOV/92 SET/93 MAI/94	0.2 0.4 0.4	3.6 2.0 3.3	0.004 0.045 0.092	7 6.5 7	0.01 0.03 0.01	0.702 0.426 0.541	0.002 0.002 0.002	56 76 42	5.57 6.4 5.88	26	1	60	16	0
REBENTE FELJO	P11, SABESP	PRUD SAB	AD/AN L 255.5	ABD/92 SET/93 JUN/94	0.2 0.3 0.8	3.8 2.4 1.8	0.061 0.279 0.03	23 24 23	0.01 0.06 0.03	0.065 0.16 0.156	0.002 0.002 0.002	128 129 108	7.4 7.7 7.6	22	1	10	0	0
SAGRES	P2, SABESP	PRUD SAB	AD L 140.3	ABD/92 SET/93 JUN/94	7.3 6.2 5.1	6 4.4 1.3	0.03 0.141 0.174	25 24 19	0.03 0.04 0.02	0.683 0.878 2.61	0.002 0.002 0.002	172 152 157	7 7.6 6.76	25	1	0	0	0
SALMOURAO	SABESP P14 C. BRANCO	PRUD SAB	AD L 150	ABD/92 SET/93 JUN/94	2.4 3 2.9	4.4 3 0.7	0.03 0.045 0.03	17 15 13	0.02 0.01 0.03	0.356 0.595 0.545	0.002 0.002 0.002	116 114 128	6.9 6.8 6.46	26	1	0	0	0
SANTA MERCEDES	R. MARCILIO DIAS	PRUD SAB	AD L 160	JUN/90 SET/93 JUN/94	3.4 3.6 3.1	5.8 5.3 3.5	0.682 0.03 0.141	6 8 8	0.01 0.01 0.01	1.42 0.437 1.2	0.002 0.002 0.002	92 131 100	6.6 6.6 6.1	28	1	0	5.1	0
TEODORO SAMPAIO	P5, SABESP	PRUD SAB	CA L 155.7	JUN/94	1.5	2.72	0.03	0.7	0.01	0.229	0.002	24	6.54	21	1	0	0	0

MUNICIPIO	NOME POÇO	REG. PROP.	ANQUIERO PROF. (m)	DATA ANALISE	CL- K+ Fe tot mg/l	Ca2+ DURT mg/l	NH4+ NO3- mg/l	NUR- Ntot mg/l	STD COND. mg/l	pH Temp. qC	OC mg/l	Coli Tot Fec Col/ml NRP/100 ml
ANDARAÍNA	JARDIM DAS ÁGUAS	ARAC DAEE	AN/CA L 105	MAT/93 ABO/93 ABO/94	19.4 6.4 0.03 19.7 6.8 0.076 26.4 6.6 0.03	50 188 53 195 52 228	0.01 5.24 0.05 5.4 0.03 4.7	0.002 0.034 0.002 0.062 0.002 0.055	350 372 373 397 345 416	7.2 26 7.14 26 7.38 24	1 1 1	0 0 200
BILAC	TREVO CIDADE P-07	ARAC D/P	AD L 126.5	MAT/93 ABO/93 ABO/94	1.8 2.4 0.208 1.4 4.5 0.03 1.7 4.1 0.03	20 49 20 54 21 58	0.03 0.977 0.26 0.772 0.05 1.9	0.002 0.036 0.002 0.302 0.002 0.076	124 143 144 137 134 147	7.3 7.4 20 7.61 24	1 1 1	30 0 750
CLEMENTINA	PA/TRAV. MATO GROSSO	ARAC DAEE	AD L 94.5	MAT/93 ABO/93 ABO/94	11.2 7 0.045 5 7.4 0.141 9.6 5.5 0.03	22 65 29 98 32 96	0.01 3.61 0.23 3.51 0.01 2.99	0.002 0.034 0.002 0.26 0.002 0.048	182 200 206 206 200 210	7 6.98 20 7.36 24	1 1 1	0 0 10
GENERAL SALGADO	P9/CRECHE MUNICIPAL	ARAC D/P	AD L 169.5	MAT/93 ABO/93 ABO/94	2.5 3.6 0.061 3.9 6 0.03 3.2 3 0.03	8 9 22 54 11 28	0.01 1.82 0.06 2.61 0.02 2.33	0.002 0.034 0.002 0.076 0.002 0.055	189 170 146 172 162 166	7 27 6.97 27 7.15 25	1 1 1	100 2.2 0 30 2.2
GUARACAI	CENTRO COMUNITARIO	ARAC D/P	AD/AN L 172	JUN/93 ABO/93 ABO/94	0.7 6 0.03 0.2 5.8 0.092 1 4.4 0.03	24 67 24 68 24 69	0.03 0.029 0.07 0.029 0.01 0.029	0.002 0.034 0.002 0.091 0.002 0.048	167 135 139 129 161 145	7.98 28 8.29 28 8.06 23	1 1 1	150 10 0
GUZOLANDIA	P-03 ZONA RURAL	ARAC SAB	AD/AN L 211	SET/92 ABO/93 ABO/94	5.4 3 0.053 2.2 2.1 0.03 1.7 1.1 0.061	20 69 11 27 0 22	0.01 1.73 0.05 0.297 0.01 0.403	0.002 0.034 0.002 0.062 0.002 0.048	214 162 123 123 129	7.79 26 8.02 27 8.14 23	1 1 1	0 0 10
MURITINGA DO SUL	P5/GENERAL GLICERIO	ARAC PREF	AD/AN L 140	MAT/93 ABO/93 ABO/94	16.2 7.8 0.03 18.5 8.8 0.092 17.1 6.9 0.279	26 95 25 92 30 108	0.05 5.38 0.03 5.25 0.01 5.55	0.002 0.07 0.002 0.055 0.002 0.048	270 245 203 242 251 242	6.9 26 6.7 27 6.83 24	1 1 1	0 0 30
NOVA INDEPENDENCIA DAEE/PREFEITURA	ARAC D/P	AN L 91	MAT/93 ABO/93 ABO/94	2 2.2 0.03 2.5 5 0.124 2 3.9 0.061	36 106 30 101 32 91	0.02 0.565 0.07 0.981 0.01 1.27	0.002 0.041 0.002 0.076 0.002 0.048	182 225 173 196 178 184	7.6 26 7.18 26 7.22 26	1 1 1	0 0 0	
NOVA LUZITANIA	P6/RIB. GUABIROBAS	ARAC SAB	SG L 230	ABO/94	0.2 1.6 0.297	31 97	0.03 0.029	0.002 0.062	171 202	8.16 25	1	30 5.1
NOVA LUZITANIA	P4 SAUDA P/ VICENT.	ARAC SAB	AD L 100.3	ABO/94	2.1 1.7 0.076	34 103	0.04 0.029	0.002 0.069	170 204	8.16 24	1	0
PIACATU	PA/R. ALEX FLEINING	ARAC SAB	AD/AN L 150	ABO/94	3.1 3.8 0.03	12 25	0.05 0.724	0.002 0.069	129 162	6.81 24	1	30
SUD MENNUCCI	P2/PANDEIR. OESTE	ARAC SAB	AN L 179	SET/92 ABO/93 ABO/94	1.1 2.6 0.061 5.6 0.03 1.2 2.3 0.045	19 57 41 133 42 145	0.19 0.043 0.06 1.99 0.01 0.285	0.002 0.221 0.002 0.083 0.002 0.048	152 349 149 154	7.05 25 7.89 27 8.16 25	1.5 1 1	180 2.2 50 50 2.2
VALPARAISO	TR. 2/JD. FLAMBOYANT	ARAC DAEE	AD/AN L 186.8	JUN/93 ABO/93 ABO/94	10.6 16 0.108 5.5 6 0.045 6 5.3 0.061	55 165 41 133 42 145	0.04 3.83 0.09 1.42 0.03 1.58	0.002 0.043 0.002 0.112 0.002 0.055	330 333 232 239 244 277	7.44 27 8.07 27 7.82 23	1 1 1	160 5.1 180 2.2 100 2.2

MUNICIPIO		REG. PROP. AQUIFERO PROF.		DATA		CL- K+ Totot		Ca2+ DUKT		NH4+ NH3-		NO2- Nitot		STD COND.		pH Temp.		OC		Coli/ml	
NOME POCO		REG. PROP. AQUIFERO PROF.		ANALISE		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		qC		mg/l		Coli/ml	
(m)																					
ITIRAPINA	PEDAGIO NM 216	PICB DER	BO	L	100	OUT/90	1.5	3.5	0.06	0	0	0	0	28	10.4	23	460	0	0	0	0
						AGO/91	0	2.2	0.13	0	0	0	0	3.7	6.63	23	84	0	0	0	0
						MAI/94	2	0.12	4.2	2.7	0.04	0.03	<0.005	26	12	5.4	20	11	0	0	0
ITAPICUA	PL. PREFEITURA	PICB PREF	PI	L	110	OUT/90	15	0	0.03	0.32	0	0.7	0	36	24	24	100	0	0	0	0
						AGO/91	0	2.6	0.12	0.08	0	0.2	0	11	6.4	23.5	0	0	0	0	0
						MAI/94	21.5	0.13	3.8	2.6	0.14	0.05	<0.005	20	13	5.1	22	11	0	0	0
SAO PEDRO	P15, PREFEITURA	PICB PREF	PI	L	150	FEV/91	0.5	2.1	0	0.66	0	0	0	22	25	25	110	0	0	0	0
						AGO/91	0	2.3	0	0.12	0.64	0	0.2	24	12	5.36	0	0	0	0	0

MUNICIPIO	NOME POÇO	REG. PROF.	ANILISE	DATA	CL-	K+	Fetot	Ca2+	DUR1	NH4+	NO3-	NO2-	NTot	STD COND.	pH	Temp.	QC	Chac	Coli
			(m)		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		gC	mg/l	Nq	Tot Fec
																		Col/ml NMP/100 ml	
AFARECIDA D'ESTE	SABESP P-03	SURP SAB	AN	L 116	JUN/93	1	1.9	0.08	17.6	63	(0.01	0.05	(0.005	(0.01	164	143	6.5	0.5	0
					OUT/93	1	2.5	0.01	16.8	73	(0.01	0.07	(0.005	(0.01	108	155	7	24	0
					JUN/94	1.5	1.6	0.01	17.2	65	0.02	0.02	(0.005	0.03	168	151	7	26	0
CATIGUA	PREF. MUNICIPAL P-3	SURP PREF	AD	L 102	MAT/93	2	1.8	0.01	17.6	67	(0.01	0.37	(0.005	(0.01	131	186	8.23	24	0
					SET/93	1	1.9	0.08	14.4	55	(0.01	0.29	(0.005	(0.01	156	176	7	24	0
					MAT/94	1.5	1.4	0.01	17.2	66	0.02	0.28	(0.005	0.02	136	151	6.5	26	0
FLOREAL	SABESP P-01	SURP SAB	AD	L 113	MAT/93	2.5	1.3	0.01	31.2	136	(0.01	1.2	(0.005	(0.01	100	245	6	25	0
					OUT/93	2	3	0.04	30.4	140	(0.01	0.85	(0.005	(0.01	256	269	6.5	24	0
					MAT/94	3	8	0.06	30.4	127	(0.01	0.52	(0.005	(0.01	195	233	7	23	0
INDIAIPORA	SABESP P-01	SURP SAB	AD	L 98	MAT/93	1.5	3.8	0.02	30	118	(0.01	0.32	(0.005	(0.01	150	211	6	25	0
					OUT/93	4	2.3	0.01	24.8	103	(0.01	0.2	(0.005	(0.01	200	212	6.5	25	0
					MAT/94	3	6.8	0.01	25.2	99	(0.01	0.14	(0.005	(0.01	163	193	7	22	0
JALES	P-04 ALMOXARIFADO	SURP SAB	AD/AN	L 145	JUN/93	5	1.7	0.08	15.2	64	(0.01	5.05	(0.005	(0.01	177	170	7	20	0
					OUT/93	5	1.4	0.01	15.6	59	(0.01	6.8	(0.005	(0.01	216	193	7	25	0
					JUN/94	11.5	3.3	0.01	24.4	100	0.04	5.7	0.005	0.04	244	213	7	24	0
MACEDONIA	SABESP P-03	SURP SAB	AD	L 178	MAT/93	1.5	4	0.16	22.8	89	(0.01	1.1	(0.005	(0.01	147	166	6	23	0
					OUT/93	1.5	2.2	0.02	19.2	76	(0.01	0.76	(0.005	(0.01	184	175	6.5	25	0
					MAT/94	2	2.6	0.04	18.8	73	0.02	0.49	(0.005	0.02	121	142	7	26	0
MARINOPOLIS	SABESP P-02	SURP SAB	AD	L 156	JUN/93	6.5	4.4	0.01	37.6	167	(0.01	5.05	(0.005	(0.01	306	299	7	7	0
					OUT/93	1.5	0.7	0.01	3.2	14	(0.01	0.1	(0.005	(0.01	396	396	8	25	0
					JUN/94	1.5	1.2	0.01	3.2	33	0.04	0.04	(0.005	0.04	388	232	7	26	0
MIRASSOL	P23/BAIRRO APARECIDI	SURP D/P	AD	L 221	MAT/93	3	2.9	0.01	16.4	76	(0.01	1.85	(0.005	(0.01	135	176	7.95	22	0
					SET/93	1.5	3	0.01	16.4	74	(0.01	1.01	(0.005	(0.01	156	167	7	24	0
					MAT/94	3.5	2.5	0.01	20	78	0.02	1.04	(0.005	0.02	121	143	6.5	25	0
NOVA GRANADA	PL, MANGARATU	SURP SAB	AD	L 84.5	MAT/94	2.5	2.3	0.02	18.8	66	0.02	0.19	(0.005	0.02	138	142	6.5	24	0
NOVO HORIZONTE	PL, VALE FORMOSO	SURP SAB	AD	L 121.5	MAT/94	5	0.8	0.02	13.6	43	0.03	0.03	(0.005	0.01	308	361	7	26	0
PALMARES PAULISTA P3, SEDE		SURP SAB	AD	L 120	MAT/94	2.5	0.9	0.08	7.2	39	0.01	0.21	(0.005	0.02	152	174	6.5	24	0
PEDRANAPOLIS	SABESP P-05	SURP SAB	AD	L 90	MAT/93	2	4.1	0.01	6.4	49	0.01	2.2	(0.005	0.01	112	94	6.5	23	0
					OUT/93	2	2.8	0.01	8.8	42	0.01	3	(0.005	0.01	136	106	6.5	25	0
					MAT/94	1	7.2	0.01	9.2	42	0.02	0.05	(0.005	0.02	112	90	7	26	0
POTIRENDA	P-10 COOPERATIVA	SURP D/EE	AD	L 120.4	MAT/93	3	2.3	0.01	13		0.01	1.01	(0.005	0.01	136	186	7.84	25	0
					MAT/94	3.5	8	0.64	9.6	47	0.02	2	(0.005	0.02	150	119	7	24	0
SAO FRANCISCO	P2/8 DIRCE REIS	SURP SAB	AD/AN	L 101.5	JUN/93	1	4.6	0.04	22	126	0.01	0.18	(0.005	0.01	261	235	7	7	0
					OUT/93	1.5	2.6	0.08	21.2	113	0.01	0.24	(0.005	0.01	252	260	7	25	0
					JUN/94	1.5	2.7	0.01	20.8	127	0.03	0.25	(0.005	0.04	238	260	7	26	0

MUNICIPIO	NOME PUCO	REG. PROP.	AQUIFERO PROF. (m)	DATA ANALISE	Cl- mg/l	K+ FeTot mg/l	Ca2+ DURT mg/l	NH4+ mg/l	NO3- mg/l	NO2- mg/l	STV COND. mg/l	pH	Temp. qC	OC mg/l	Chac Coli No	Coli Tot	Coli Fec
S. JOAO DUAS PONTES SARESP-01		SJRP SAB	AD L 120	Mai/93	2 4.4 0.04	6.8 30	0.01 0.27	0.005 0.01	129 143	6.5 25	0.4	26	2	0			
				Out/93	2.5 3.8 0.27	23.2 98	0.01 2.9	0.005 0.01	220 218	6.5 25	0.2	29	0	0			
				Mai/94	3 1.4 0.01	6.8 28	0.02 0.23	0.005 0.02	119 142	6.5 24	0.3	24	0	0			
S. J. RIO PRETO	SEDE DAEE P-219	SJRP DAEE	AD L 130	Mai/93	2 4.8 0.01	7.2 28	0.01 2.4	0.005 0.01	76 76	6.81 24	0.3	15	0	0			
				Set/93	0.5 4.5 0.01	2.4 15	0.01 5.2	0.005 0.01	88 54	7 25	0.8	3	0	0			
				Mai/94	1 8.6 0.06	4 24	0.01 0.92	0.005 0.01	67 46	7 25	0.1	43	0	0			
TARAPUA	DAEE NOVAIS	SJRP D/P	AD L 160	Mai/93	2 4.3 0.01	20.2 78	0.01 3.2	0.005 0.01	156 165	7.58 22	0.4	46	2.2	2.2			
				Set/93	0.5 2.3 0.01	13.2 53	0.01 0.52	0.005 0.01	152 168	7 24	0.3	0	0	0			
				Mai/94	3 7.8 0.01	20.8 88	0.02 1.2	0.005 0.02	151 169	7 25	0.6	13	0	0			
TRES FRONTEIRAS	P1, SUCIMBRA	SJRP SAB	AN L 96	JUN/93	1 4.8 0.06	36 180	0.01 0.07	0.005 0.01	263 281	7	0.5	0	13	0			
				Out/93	1.5 2.3 0.04	34.8 161	0.01 0.14	0.005 0.01	304 306	7 24	0.7	20	2	2			
				JUN/94	1 2.8 0.01	36.4 166	0.02 0.16	0.005 0.03	272 296	7 26	0.8	1800	80	80			
UCHOA	PREFEITURA MUNIC.	SJRP PREF	AD L 130	Mai/93	3 3.8 0.01	31 105	0.01 5	0.005 0.01	191 189	7.86 24	0.3	120	50	50			
				Set/93	3.5 4.5 0.01	32 103	0.01 9.8	0.005 0.01	232 244	7 24	0.5	6500	0	0			
				Mai/94	3 6.4 0.08	29.2 104	0.02 3.7	0.005 0.02	184 193	7 26	0.2	130	2	0			
URANIA	P-01 SARESP	SJRP SAB	AD L 130.5	JUN/93	2 4.2 0.01	13.2 54	0.01 1.6	0.005 0.01	120 102	7	0.3	0	2	2			
				Out/93	4 1.4 0.14	6.4 33	0.01 1.45	0.005 0.01	176 173	7 25	0.5	6500	2	0			
				JUN/94	5.5 1.4 0.01	9.6 46	0.03 2.65	0.005 0.03	180 196	7 26	0.1	1300	0	0			

MUNICIPIO		NOME POÇO		REG. PROP.		AQUÍFERO PROF.		DATA		ANÁLISE		Cl-	K+	Fetot	Ca2+	DURT	NH4+	NO3-	NO2-	Ntot	STD COND.	pH	Temp.	OC	Coli/ml	
						(m)						mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	qC	mg/l	OC	Coli	Fec
AVARE	P-06 CORR. ASUA BCA.	SUCB SAB	BO/PI C	4L6	ABD/92	ABD/94	0.5	1.4	0.005	29.2	97.6	0.005	0.05	0.01	0.05	171	200	7.82	27	1	0	0	0	0	0	0
							1.5	(0.005)	32.1	106	0.02	0.06	(0.005)	0.3	164	220	7.3	28	(1	3	0	0	0	0	0	
BOUCATU	SABESP FI VITÓRIANA	SUCB SAB	BO L	7%	ABD/94		4.7	(0.005)	10.7	35.6	0.02	4.8	(0.005)	0.2	99	112	5.9	24	(1	2	0	0	0	0	0	
SAO MANOEL	ACESSO APAR. DE S.M.	SUCB SAB	BO/PI S	3M6	ABD/92	ABD/94	0.5	3	0.005	18.9	58.4	0.04	0.05	0.01	0.1	88	123	8.21	25	1	4	0	0	0	0	
							0.8	(0.005)	5.42	21.8	0.03	1.18	(0.005)	0.2	41	39	5.8	25	(1	0	0	0	0	0	0	

6.1 GRUPO BAURU (FORMAÇÕES MARÍLIA, ADAMANTINA, SANTO ANASTÁCIO E CAIUÁ)

Os valores que estão colocados à frente dos parâmetros analisados representam os padrões de potabilidade.

6.1.1 Cloreto (250 mg/l Cl)

Foram realizadas 159 amostras para determinação de cloreto, os teores variaram de 0,2 - 26,4 mg/l, sendo 142 valores (89%) abaixo de 10 mg/l, bem aquém do padrão recomendado e 17 valores (11%) no intervalo 10,6 - 26,4 mg/l. Figura 5.

Cabe mencionar que, mesmo estando bem aquém do padrão recomendado, é um parâmetro indicador de contaminação, e alguns resultados obtidos merecem atenção, observação esta comentada no item 6.1.4.

A profundidade dos poços varia de 40 - 264 metros.

6.1.2 Ferro Total (0,3 mg/l Fe)

Das 161 análises realizadas para determinação do parâmetro ferro total, 83%, ou seja 133 análises, obtiveram valores iguais e menores que 0,092 mg/l.

É oportuno, no momento, mencionar que, a água acumulada em um poço que permaneceu inativo acusa maior teor de ferro que o da água do aquífero.

Na coleta de amostras, portanto, se a bomba estiver desligada por algum motivo, deverá ser operada durante um certo tempo para remover toda a água estagnada do poço, de tal forma que a água do aquífero substitua a água estacionária, assunto abordado no anexo 1, deste relatório.

Concentrações mais elevadas de ferro total, como nos poços localizados nos municípios de: Gália, Parapuã, Tupã (Região de Marília); Álvares Machado, Dracena, Flórida Paulista, Indiana, Irapuru, Mariápolis, Presidente Venceslau, Pirapozinho, Regente Feijó, Sagres (Região de Presidente Prudente); Bilac, Clementina, Muritinga do Sul, Nova Independência, Valparaíso, (Região de Araçatuba); São José das Duas Pontes, Urania (Região de São José do Rio Preto); levam à interpretação de que provavelmente o bombeamento não tenha sido suficiente para renovar a água estacionária e coletar realmente a água do aquífero.

Como pode ser observado na Tabela 2, o poço localizado no município de Dracena (Região de Presidente Prudente), na campanha de amostragem de junho/93, o teor de ferro total foi de 0,125 mg/l, em setembro/93 foi < 0,03 mg/l, e junho/94 foi de 0,03 mg/l, e assim sucessivamente com os demais poços citados anteriormente.

Somente em duas amostras, os valores ultrapassaram o padrão recomendado (0,3 mg/l), os poços localizados em Santa Mercedes (Região de Presidente Prudente) e Potirendaba (Região de São José do Rio Preto), embora nas outras duas análises realizadas no poço de Santa Mercedes, em setembro/93 e junho/94, os valores obtidos foram 0,03 mg/l e 0,141 mg/l, respectivamente, bem abaixo do padrão estabelecido, o mesmo ocorreu com o poço de Potirendaba, o que leva a mesma interpretação observada anteriormente.

6.1.3 Dureza Total (500 mg/l CaCO₃)

Foram realizadas 155 análises de dureza total (dureza cálcio + dureza magnésio), embora os valores encontraram-se abaixo do padrão estabelecido, 15 análises obtiveram valores maiores que 150 mg CaCO₃, isto significa que a dureza da água é perceptível (água dura), apresentando inúmeros inconvenientes à população, desperdício de sabão e dificuldade de sua remoção, incrustações e corrosão de tubulações, caldeiras, etc..

Uma dureza de 50 a 150 mg/l não é objetável para a maioria dos usos da água, não obstante, a quantidade de sabão gasto, que cresce com a dureza. Neste limite (água moderadamente dura), foram constatados 89 valores (57%) das amostras.

A uma dureza abaixo de 50 mg/l, a água é considerada mole (branda), 51 valores encontraram-se neste intervalo.

6.1.4 Nitrato (10 mg/l N)

Dos 76 poços cujas águas foram analisadas, nenhuma amostra ultrapassou o padrão recomendado.

Foram realizadas 160 amostragens, e os valores variaram de <0,029 a 9,8 mg/l, sendo que 92 (57,5% dos valores) encontraram-se abaixo de 1,0 mg/l; 51 (32% dos valores) estavam entre 1,0 e 5,0 mg/l; 16 (10% dos valores) estavam entre 5 e 7,0 mg/l e 1 (0,5% dos valores) foi igual a 9,8 mg/l. Figura 6.

A presença de nitrato em águas subterrâneas é considerado como indicativo de contaminação proveniente de esgotos públicos, lixo, fertilizantes agrícolas ou despejos industriais.

As análises químicas demonstram que houve um aumento dos ânions nitrato e cloreto em alguns poços.

Observando o resultado das análises químicas dos poços localizados nos municípios de: Indiana e Inubia Paulista (Região de Presidente Prudente); Andradina e Muritinga do Sul (Região de Araçatuba) e Jales (Região de São José do Rio Preto), os teores de nitrato, como também de cloreto não correspondem aos valores encontrados na região, podendo ser interpretados como indício de contaminação.

Novas campanhas serão realizadas para constatar a evolução desses valores.

6.1.5 Sólidos Totais Dissolvidos (1000 mg/l)

De um modo geral, pode-se dizer que no sistema aquífero Bauru, as águas subterrâneas apresentam um conteúdo baixo de sais.

Das 140 amostras analisadas, os valores variaram de 10 - 396 mg/l, sendo que, 10 resultados (7%) apresentaram valores menores que 100 mg/l; 92 resultados (66%) encontraram-se no intervalo entre 100 a 200 mg/l e 38 (27%) no intervalo de 200 a 396 mg/l. Figura 7.

As maiores concentrações de sólidos totais dissolvidos encontraram-se nas regiões de: São José do Rio Preto (município de Marinópolis, Três Fronteiras) e Araçatuba (município de Andradina).

A concentração variável de S.T.D. encontrada neste aquífero pode ter sido causada pelas heterogeneidades dos solos, da litologia e do subsolo. A dissolução aumenta localmente por causa do cimento calcário.

6.1.6 Condutividade Elétrica

Foram realizadas 157 análises de condutividade elétrica, os resultados revelaram que as águas são fracamente salinas, com teores inferiores a 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em 93% das amostras.

Do total das amostras analisadas, os valores variaram de 22 a 421 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Destes, 14 valores (19%) estavam abaixo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 85 valores (54%) variaram de 100 a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 58 valores (37%) estavam no intervalo de 200 a 421 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Valores acima de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ foram encontrados nas regiões de Marília (município de Pompéia); Presidente Prudente (município de Inúbia Paulista); Araçatuba (município de Andradina); São José do Rio Preto (município de Três Fronteiras).

Como já foi mencionado no item 6.3.5 (S.T.D.), verificou-se uma concentração maior de sais nas águas dos aquíferos Adamantina - Santo Anastácio.

6.1.7 pH (6,5 - 8,5)

O valor do potencial hidrogeniônico nas águas naturais varia de 4 a 9, dependendo do equilíbrio de carbonatos.

Nos estudos da qualidade das águas subterrâneas, somente os valores de pH de campo foram considerados.

Num total de 160 análises realizadas, o pH variou de 4,7 a 9,2, portanto de ácido a alcalino, com predomínio de águas alcalinas, sendo que, 33 valores (21%) foram iguais a 7,0; 49 valores (31%) se encontraram abaixo de 7,0 e 78 valores (48%) foram maiores que 7,0.

Apenas 7 valores de pH foram menores que 5,5 e 25 valores tiveram pH maior que 8,0; destes, 4 valores ficaram acima de 8,5 portanto fora do padrão recomendado, e 19 valores encontraram-se abaixo de 6,5.

As águas subterrâneas com pH menor que 7,0 são consideradas agressivas, podendo surgir problemas depreciativos com a água em questão, tais como ataque a metais, provocando a corrosão de equipamentos (tubo de revestimento, filtros, bombas, etc.), turbidez e presença de ferro na água. Estas águas poderão causar problemas em uso industrial, devendo para este fim, receber um tratamento para neutralizar seu pH.

6.1.8 Temperatura

Foram realizadas 143 análises de temperatura, os valores variaram de 20 - 28 °C, sendo que os valores mais freqüentes encontraram-se no intervalo de 24 a 26 °C em 68% das análises, ou seja, 98 valores.

6.1.9 Oxigênio Consumido

Todas as análises apresentaram valores inferiores a 2,5 mg/L, sendo que a grande maioria ficou abaixo de 1,0 mg/L.

6.1.10 Coliformes Totais e Coliformes Fecais (zero NMP/100 ml)

Utilizou-se como índice de medida da característica bacteriológica das águas subterrâneas, zero NMP/100 ml de coliformes totais, coliformes fecais e densidade bacteriana (nº de colônias/ml).

Foram realizadas 162 análises para determinação do parâmetro coliformes totais. Os teores variaram de 0 a 80 NMP/100 ml, sendo que, 50 valores (31%), não atenderam ao padrão bacteriológico de potabilidade.

Quanto ao parâmetro coliformes fecais, foram realizadas 162 análises, e os teores variaram de 0 a 80 NMP/100 ml. Destas análises, 19 (12%) não atenderam ao padrão bacteriológico de potabilidade.

Observando a Tabela 2, verifica-se que em muitos poços, foi realizada somente uma coleta, portanto a interpretação da análise desses poços não é conclusiva, visto que em poços onde já foram realizadas 3 campanhas de amostragens, como por exemplo, Indiana, Inúbia Paulista, Santa Mercedes (região de Presidente Prudente), a primeira e a terceira coleta, atenderam aos padrões de potabilidade; a segunda amostra não atendeu ao padrão, daí a necessidade de outras análises para se ter, realmente uma série de dados, que sejam conclusivos.

Vale ressaltar, que 4 poços localizados nos municípios de Tupã, Irapuru, Valparaíso e Três Fronteiras, apresentaram coliformes totais e/ou fecais nas 3 campanhas já realizadas.

Para o ano de 1995, as análises bacteriológicas serão realizadas com maior frequência, assim os resultados serão mais elucidativos e de mais fácil interpretação.

A Tabela 3, a seguir, apresenta o resultado das análises das águas e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, no Grupo Bauru.

Tabela 3: Resultados das análises das águas subterrâneas, e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, no Grupo Bauru, no Estado de São Paulo, de 1990 a 1994.

PARÂMETRO	PADRÃO E UNIDADE	Nº DE ANÁLISES REALIZADAS	AMPLITUDE DE VARIAÇÃO	VALORES FORA DO PADRÃO	% ATENDIMENTO AO PADRÃO
Cloreto	250 mg/ Cl	159	0,2 - 26,4	0	100
Ferro Total	0,3 mg/l Fe	161	<0,03 - 0,64	2	99
Dureza total	500 mg/l CaCO ₃	155	2 - 261	0	100
Nitrato	10 mg/l N	160	<0,029 - 9,8	0	100
S.T.D	1000 mg/l	140	10 - 396	0	100
Condut. Elétrica	µS/cm	157	22 - 421	-	-
pH	6,5 - 8,5	160	4,74 - 9,2	23	86
Temperatura	°C	143	20 - 28	-	-
Colif. Totais	0 NMP/100 ml	162	0 - 80	50	69
Colif. Fecais	0 NMP/100 ml	162	0 - 80	19	88

Nº de análises realizadas : 2.695

Nº de poços analisados : 61

Profundidade dos poços : 40 a 264 metros

6.2 FORMAÇÃO ADAMANTINA

6.2.1 Cloreto (250 mg/l Cl)

Foram efetuadas 71 análises de cloreto. Os valores estiveram na faixa de 0,5 a 11,2 mg/l, em poços com profundidade de 40 a 200 metros. Os menores valores deste parâmetro, 41 análises, encontraram-se na região de São José do Rio Preto, variando de 0,5 a 6,5 mg/l. Desses valores, 36 análises (88%), foram menores que 3,5 mg/l.

A Figura 5, mostra a distribuição dos teores de cloreto desta formação.

6.2.2 Ferro Total (0,3 mg/l Fe)

Foram realizadas 71 amostragens para determinação de ferro total, e os valores variaram de <0,01 a 0,64 mg/l, sendo que 57 valores (80%) foram iguais ou menores que 0,092 mg/l, e somente 2 valores estiveram acima do padrão recomendado, valores estes, abordados no item 6.1.2, deste relatório.

6.2.3 Dureza Total (500 mg/l CaCO₃)

Foram realizadas 69 análises de dureza total, sendo que 30 valores (43%) foram menores que 50 mg/l CaCO₃, e a água considerada mole; 38 valores (55%) encontraram-se no intervalo 50 - 150 mg/l (água moderadamente dura), e somente 1 (um) valor ficou acima de 150 mg/l, o que significa água dura. Este parâmetro foi detalhado no item 6.1.3.

6.2.4 Nitrato (10 mg/l N)

Foram realizadas 71 análises de nitrato. Os valores variaram de <0,029 a 9,8 mg/l, sendo que a maior incidência de valores encontrou-se no intervalo <0,029 a 2,0 mg/l, ou seja 65%; do total das amostragens, 21 valores (30%) variaram entre 2 e 5 mg/l, e 4 valores (5%) encontraram-se entre 5 e 9,8 mg/l. Figura 6. Resultados comentados no item 6.1.4.

6.2.5 Sólidos Totais Dissolvidos (1000 mg/l)

Foram realizadas 65 análises de S.T.D.. Os valores variaram de 67 a 396 mg/l, sendo que 5 valores (8%), apresentaram-se menores que 100 mg/l; 51 valores (78%) encontraram-se no intervalo de 100 a 200 mg/l e 9 valores (14%) variaram de 200 a 396 mg/l. Figura 7. A maior concentração de S.T.D. foi constatada no poço do município de Marinópolis, região de São José do Rio Preto.

6.2.6 Condutividade Elétrica

Foram realizadas 70 análises de condutividade elétrica. Os valores variaram de 46 a 361 $\mu\text{S/cm}$, sendo 9 valores (13%) menores que 100 $\mu\text{S/cm}$, 48 valores (68%) entre 100 e 200 $\mu\text{S/cm}$ e 13 valores (19%) no intervalo de 200 a 361 $\mu\text{S/cm}$.

6.2.7 pH (6,5 - 8,5)

O pH destas águas variou de 5,5 a 8,4; portanto de ácido a alcalino.

Das 71 análises realizadas, 31 valores (44%) foram menores que 7; 18 valores (25%) foram maiores que 7,0; e 22 valores (31%) iguais a 7,0.

Segundo o padrão recomendado, nenhum valor ultrapassou 8,5 e 8 valores foram menores que 6,5.

6.2.8 Temperatura

Foram realizadas 69 análises de temperatura. Os valores variaram de 20°C a 28°C. Os valores mais freqüentes encontraram-se no intervalo 24 °C a 26 °C em 74% das análises, ou seja, 51 valores.

6.2.9 Oxigênio Consumido

Todas as análises apresentaram valores inferiores a 2,5 mg/L, sendo que a grande maioria ficou abaixo de 1,0 mg/L.

6.2.10 Coliformes Totais e Coliformes Fecais (zero NMP/100 ml)

Foram realizadas 74 análises para determinação do parâmetro coliformes totais. Os teores variaram de 0 - 50 NMP/100 ml, sendo que 21 valores (28%), não atenderam ao padrão bacteriológico de potabilidade.

Quanto ao parâmetro coliformes fecais, foram realizadas 74 análises. Os valores variaram de 0 - 50 NMP/100 ml, sendo que 10 valores (13%), não atenderam ao padrão bacteriológico de potabilidade.

Vale ressaltar, que somente 1 poço da Formação Adamantina, localizado no município de Tupã, apresentou coliformes totais nas 3 campanhas de amostragem, já realizadas.

Para o ano de 1995, as análises bacteriológicas serão realizadas com maior freqüência, assim os resultados serão mais elucidativos e de mais fácil interpretação.

A Tabela 4, a seguir, apresenta o resultado das análises das águas e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Adamantina.

Tabela 4: Resultados das análises das águas subterrâneas e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Adamantina, de 1990 a 1994.

PARÂMETRO	PADRÃO E UNIDADE	Nº DE ANÁLISES REALIZADAS	AMPLITUDE DE VARIAÇÃO	VALORES FORA DO PADRÃO	% ATENDIMENTO AO PADRÃO
Cloreto	250 mg/ Cl	71	0,5 - 11,2	0	100
Ferro Total	0,3 mg/l Fe	71	<0,01 - 0,64	2	97
Dureza total	500 mg/l CaCO ₃	69	9 - 167	0	100
Nitrato	10 mg/l N	71	<0,029 - 9,8	0	100
S.T.D	1000 mg/l	65	67 - 396	0	100
Condut. Elétrica	µS/cm	70	46 - 361	-	-
pH	6,5 - 8,5	71	5,5 - 8,4	8	89
Temperatura	°C	69	20 - 28	-	-
Colif. Totais	0 NMP/100 ml	74	0 - 50	21	72
Colif. Fecais	0 NMP/100 ml	74	0 - 50	10	87

Nº de análises realizadas : 1.197

Nº de poços analisados : 28

Profundidade dos poços : 40 a 200 metros

6.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS NA FORMAÇÃO ADAMANTINA - SANTO ANTASTÁCIO

6.3.1 Cloreto (250 mg/l Cl)

Analizando esta Formação (43 análises), verificou-se que os valores variaram na faixa de 0,2 a 23,5 mg/l, sendo que, 30 valores (70%) encontraram-se abaixo de 10 mg/l, e 13 valores (30%), no intervalo 10 - 23,5 mg/l. Figura 5.

A profundidade dos poços varia de 101 - 260 metros.

6.3.2 Ferro Total (0,3 mg/l Fe)

Foram realizadas 43 amostragens para determinação de ferro total. Os valores variaram de <0,03 a 0,279 mg/l, sendo que 34 valores (79%), foram iguais ou menores que 0,092 mg/l.

6.3.3 Dureza Total (500 mg/l CaCO₃)

Foram efetuadas 43 análises de dureza total, encontrando-se 11 valores (25%) menores que 50 mg/l Ca CO₃, onde a água é considerada mole; 30 valores (72%) no intervalo 50 a 150 mg/l; água moderadamente dura; e somente 2 (dois) valores ficaram acima de 150 mg/l, água dura. Este parâmetro foi detalhado no item 6.1.3.

6.3.4 Nitrato (10 mg/l N)

Foram realizadas 43 amostragens, e os valores de nitrato variaram de < 0,029 a 7,0 mg/l N, sendo que, 30 valores (70%) encontraram-se abaixo de 2,0 mg/l; 1 valor (2%) igual a 3,83 mg/l e 12 valores (28%) no intervalo de 5,0 a 7,0 mg/l. Figura 6.

6.3.5 Sólidos Totais Dissolvidos (1000 mg/l)

Foram realizadas 36 análises de S.T.D.. Os valores variaram de 102 a 350 mg/l, sendo que 20 valores (55%) encontraram-se no intervalo de 100 a 200mg/l e 16 valores (45%) variaram de 200 a 300 mg/l. Figura 7. Verificou-se portanto, uma concentração maior de sais nas águas do aquífero Adamantina - Santo Anastácio.

6.3.6 Condutividade Elétrica

Foram realizadas 43 análises de condutividade elétrica. Os valores variaram de 102 a 358 µS/cm, 21 valores (49%) no intervalo 100 - 200 µS/cm e 22 valores (51%) na faixa de 200 a 358 µS/cm.

6.3.7 pH (6,5 - 8,5)

O pH destas águas variou de 5,48 - 9,2, portanto de ácido a alcalino.

Das 43 análises realizadas, 10 valores (23%) foram menores que 7,0; 27 valores (63%) foram maiores que 7,0, portanto com predomínio de águas alcalinas. Destes valores 13 encontraram-se acima de 8,0 e somente 6 valores (14%) foram iguais a 7,0. De acordo com o padrão de potabilidade, 3 valores encontraram-se abaixo de 6,5 e somente 2 acima de 8,5.

6.3.8 Temperatura

Foram realizadas 36 análises de temperatura, e os valores variaram de 20 °C a 28°C. Os valores mais freqüentes encontram-se no intervalo 22 °C a 26 °C em 69% das análises, ou seja, 25 valores.

6.3.9 Oxigênio Consumido

Todas as análises apresentaram valores inferiores a 2,5 mg/L, sendo que a grande maioria ficou abaixo de 1,0 mg/L.

6.3.10 Coliformes Totais e Coliformes Fecais (zero NMP/100 ml)

Foram realizadas 43 análises para determinação do parâmetro coliformes totais. Os teores variaram de 0 - 34 NMP/100 ml, sendo que 12 valores (28%), não atenderam ao padrão de potabilidade.

Quanto ao parâmetro coliformes fecais, foram realizadas 43 análises, e os valores variaram de 0 a 16 NMP/100 ml, sendo que 4 valores (9%), não atenderam ao padrão bacteriológico de potabilidade.

Como já citado anteriormente, para o ano de 1995, as análises bacteriológicas serão realizadas com maior freqüência, assim os resultados serão mais elucidativos e de mais fácil interpretação.

A Tabela 5, a seguir, apresenta o resultado das análises das águas e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Adamantina - Santo Anastácio.

Tabela 5: Resultados das análises das águas subterrâneas e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Adamantina - Santo Anastácio, de 1990 a 1994.

PARÂMETRO	PADRÃO E UNIDADE	Nº DE ANÁLISES REALIZADAS	AMPLITUDE DE VARIAÇÃO	VALORES FORA DO PADRÃO	% ATENDIMENTO AO PADRÃO
Cloreto	250 mg/ Cl	43	0,2 - 23,5	0	100
Ferro Total	0,3 mg/l Fe	43	<0,03 - 0,279	0	100
Dureza total	500 mg/l CaCO ₃	43	2 - 190	0	100
Nitrato	10 mg/l N	43	<0,029 - 7,07	0	100
S.T.D	1000 mg/l	36	102 - 350	0	100
Condut. Elétrica	µS/cm	43	102 - 358	-	-
pH	6,5 - 8,5	43	5,48 - 9,2	5	88
Temperatura	°C	36	20 - 28	-	-
Colif. Total	0 NMP/100 ml	43	0 - 34	12	72
Colif. Fecal	0 NMP/100 ml	43	0 - 16	4	91

Nº de análises realizadas : 719

Nº de poços analisados : 16

Profundidade dos poços : 101 - 260 metros

6.4 FORMAÇÃO BOTUCATU-PIRAMBÓIA

6.4.1 Cloreto (250 mg/l Cl)

Foram realizadas somente 17 análises de cloreto, nos 11 poços da rede. Os teores variaram de < 0,5 a 15 mg/l, sendo que a maior incidência de valores encontrou-se no intervalo < 0,5 a 1,5 mg/l, ou seja, 15 valores.

6.4.2 Ferro Total (0,3 mg/l Fe)

Foram realizadas 21 análises para determinação do parâmetro ferro total. Os valores variaram de 0 a 0,13 mg/l, sendo que 18 valores (86% das amostras) obtiveram valores iguais ou menores que 0,03 mg/l.

6.4.3 Dureza Total (500 mg/l CaCO₃)

Foram realizadas 15 análises de dureza total, os valores encontraram-se no intervalo 2,6 a 106 mg/l; sendo que, 53%, ou seja, 8 dos valores foram menores que 50 mg/l. Neste limite a água é considerada mole (branda).

6.4.4 Nitrato (10 mg/l N)

Nas 23 amostras analisadas, os valores variaram de 0 a 4,8 mg/l, sendo que, 20 resultados (87%) encontraram-se no intervalo 0 - 0,72 mg/l.

6.4.5 Sólidos Totais Dissolvidos (1000 mg/l)

Foram realizadas 21 análises. Os valores variaram de 22 a 171 mg/l, sendo que a maior incidência de valores encontrou-se no intervalo 22 a 99 mg/l, ou seja, 76% dos resultados.

6.4.6 Condutividade Elétrica

Foram realizadas 19 análises para determinação do parâmetro condutividade elétrica. Os valores encontrados mostraram um conteúdo relativamente baixo de sais dissolvidos, com uma concentração que variou de 10,4 a 220 µS/cm, sendo 14 desses valores (74%) menores que 125 µS/cm.

6.4.7 pH (6,5 - 8,5)

Num total de 18 análises realizadas, o pH variou de 5,1 a 8,2, portanto de ácido a alcalino, sendo 8 valores (45%) maiores que 7,0 e 10 valores (55%) menores que 7,0; destes, 8 valores não atenderam ao padrão de potabilidade, pois foram inferiores a 6,5.

6.4.8 Temperatura

Foram realizadas 23 análises de temperatura. Os valores variaram de 20°C a 28°C, sendo os valores mais freqüentes encontrados no intervalo de 22°C a 25°C em 78% das análises, ou seja, 18 valores.

6.4.9 Oxigênio Consumido

Todas as análises apresentaram valores inferiores a 2,5 mg/L, sendo que a grande maioria ficou abaixo de 1,0 mg/L.

6.4.10 Coliformes Totais e Coliformes Fecais (zero NMP/100ml)

Foram realizadas 23 análises para determinação dos parâmetros coliforme total e coliforme fecal. Destas análises, somente 1 valor de coliforme total, não se encontrou dentro do padrão de potabilidade.

Em 96% dos valores, ou seja, 22 determinações, os padrões bacteriológicos de potabilidade foram atendidos.

A Tabela 6 apresenta o resultado das análises das águas e a porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Botucatu - Pirambóia.

Tabela 6: Resultados das análises das águas subterrâneas e porcentagem de atendimento ao padrão de potabilidade, na Formação Botucatu - Pirambóia, de 1990 a 1994.

PARÂMETRO	PADRÃO E UNIDADE	Nº DE ANÁLISES REALIZADAS	AMPLITUDE DE VARIAÇÃO	VALORES FORA DO PADRÃO	% ATENDIMENTO AO PADRÃO
Cloreto	250 mg/ Cl	17	< 0,5 - 15	0	100
Ferro Total	0,3 mg/l Fe	21	0 - 0,13	0	100
Dureza total	500 mg/l CaCO ₃	15	2,6 - 106	0	100
Nitrato	10 mg/l N	23	0 - 4,8	0	100
S.T.D	1000 mg/l	21	22 - 171	0	100
Condut. Elétrica	µS/cm	19	10,4 - 220	-	-
pH	6,5 - 8,5	18	5,1 - 8,2	8	56
Temperatura	°C	23	20 - 28	-	-
Colif. Total	0 NMP/100 ml	23	0 - 2	1	96
Colif. Fecal	0 NMP/100 ml	23	0	0	100

Nº de análises realizadas: 353

Nº de poços analisados: 11

Profundidade dos poços: 76 - 426 m

Figura 5: Distribuição dos teores de cloreto no Sistema Aquífero Bauru, Formação Adamantina e Formação Adamantina - Santo Anastácio, de 1990 a 1994, no Estado de São Paulo.

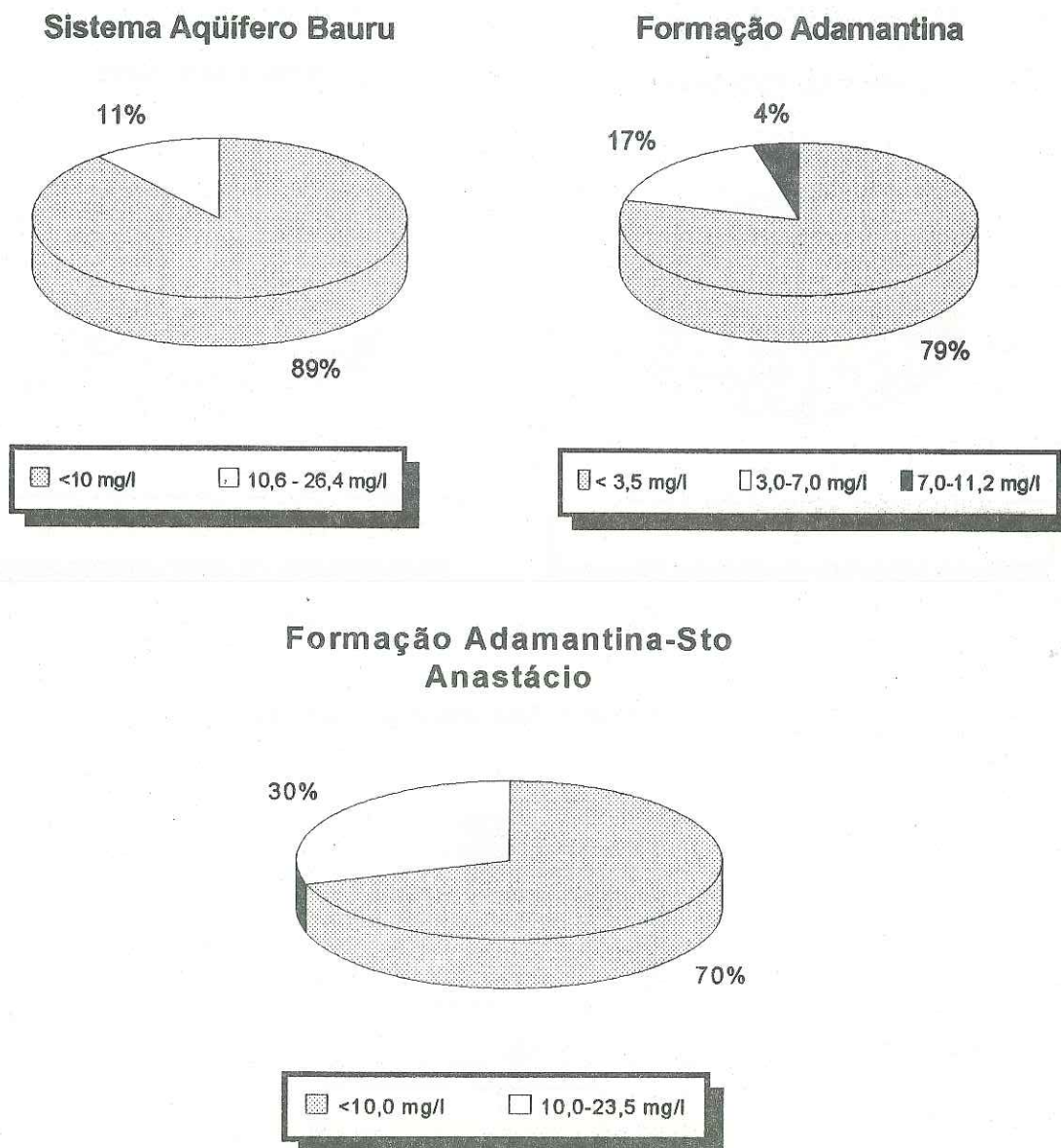


Figura 6: Distribuição dos teores de nitrato no Sistema Aquífero Bauru, Formação Adamantina e Formação Adamantina - Santo Anastácio, de 1990 a 1994, no Estado de São Paulo

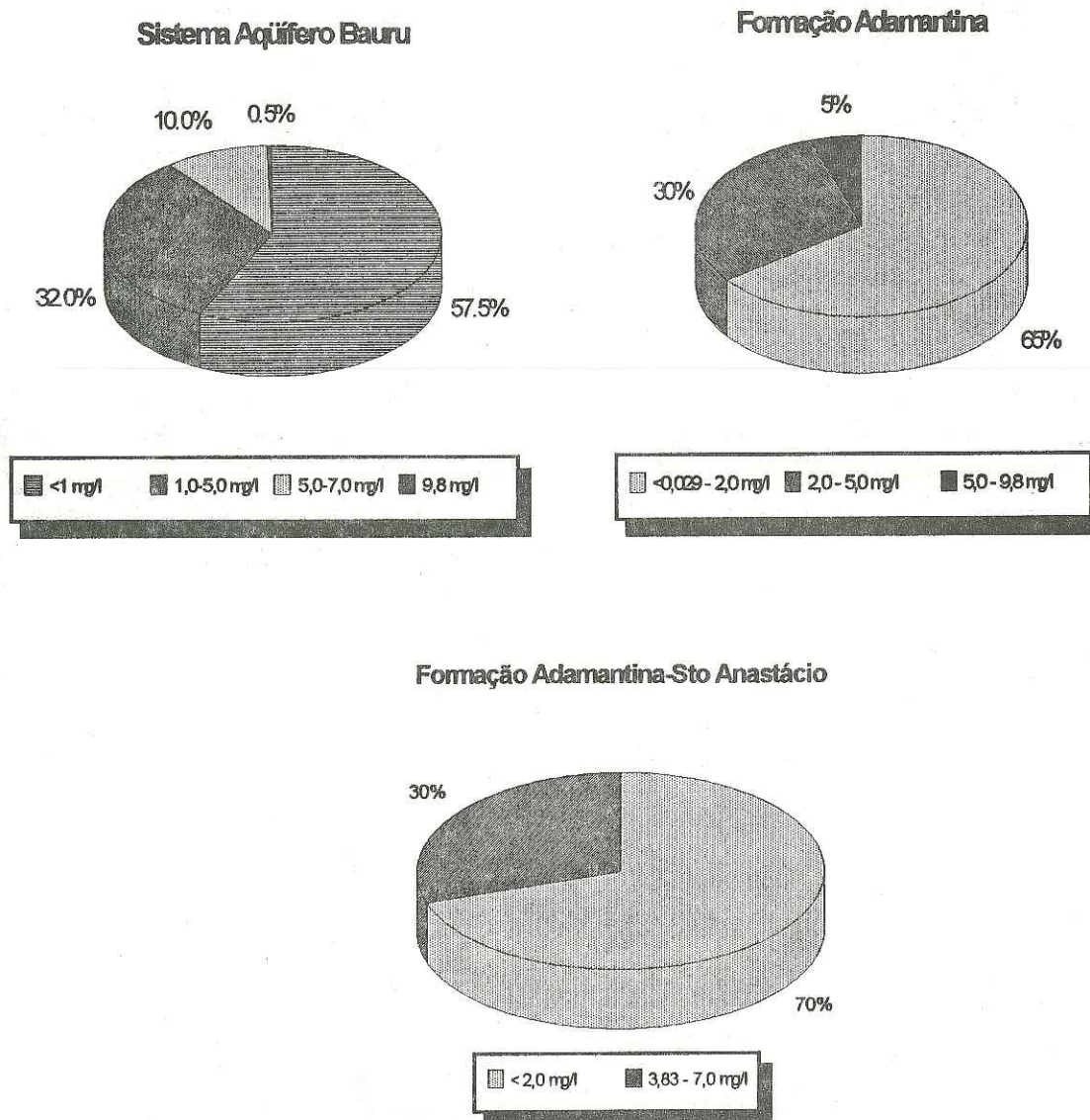
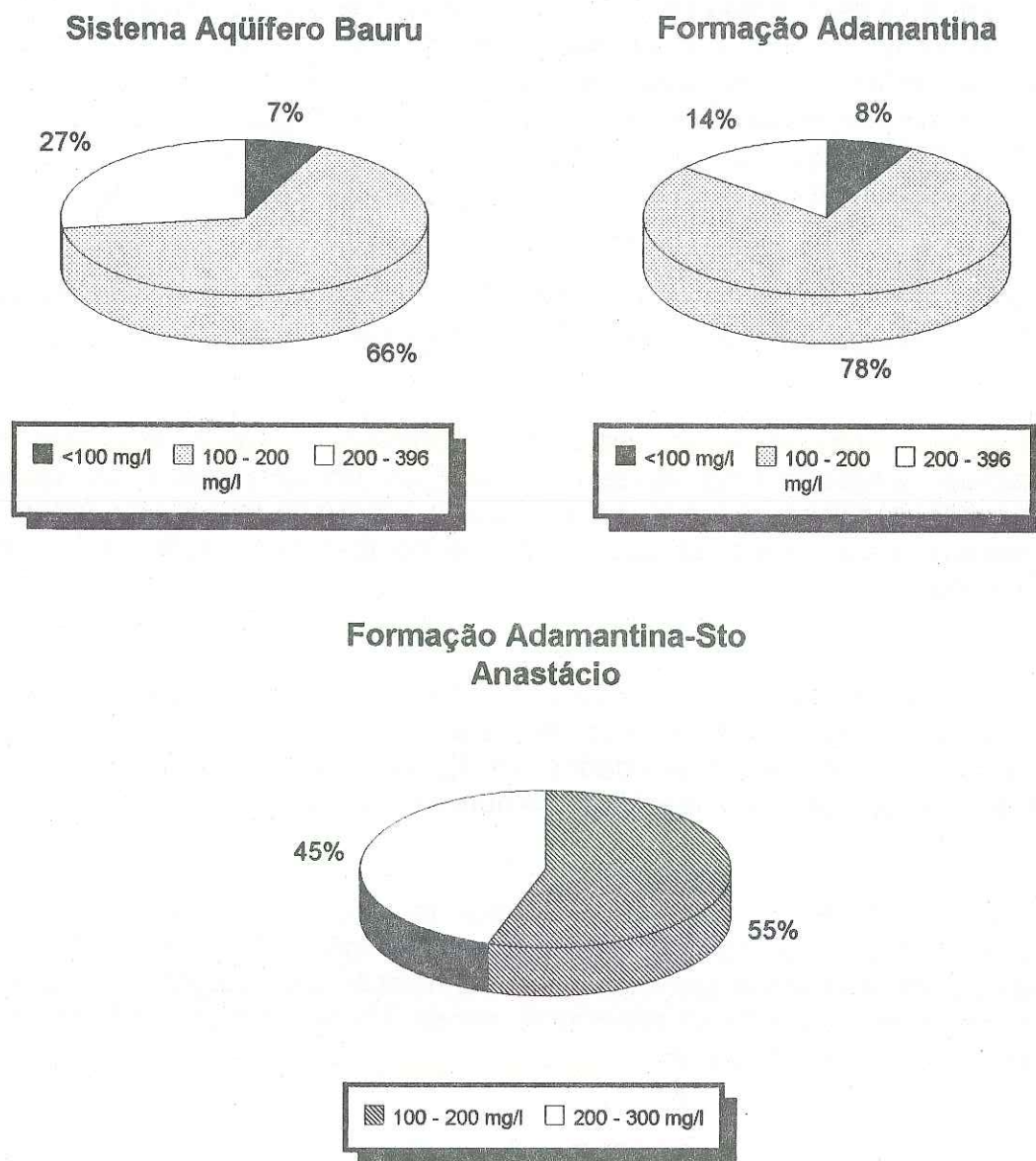


Figura 7: Distribuição os teores de Sólidos Totais Dissolvidos no Sistema Aquífero Bauru, Formação Adamantina e Formação Adamantina - Santo Anastácio, de 1990 a 1994, no Estado de São Paulo.



7. CONCLUSÃO

A conclusão obtida neste estudo de âmbito estadual foi que, com as análises físicas, químicas e bacteriológicas num total de 3112 amostragens, 17 parâmetros analisados em 77 poços (até agosto de 1994), revelam que, em relação a qualidade física e química, as águas subterrâneas dos poços tubulares utilizados para abastecimento nos aquíferos Grupo Bauru e Formação Botucatu-Pirambóia, cujo uso no Estado vem se intensificando, são ainda de excelente qualidade, sendo que esta pode e deve ser mantida para o benefício e bem estar da população do Estado de São Paulo. Em relação a qualidade bacteriológica (coliformes totais e fecais), somente os poços da Formação Botucatu e da Formação Pirambóia possuem excelente qualidade, enquanto que os poços do Grupo Bauru, 30% dos seus poços não atendem ao padrão de potabilidade. Desta forma, as águas destes poços devem passar por um processo de cloração antes do seu consumo, bem como avaliar as causas desta contaminação.

Esta contaminação, nos poços do Grupo Bauru, pode ser em consequência da captação de água no freático, estando assim, mais suscetíveis à poluição.

Quanto ao seu potencial de incrustação e/ou corrosão, as águas de alguns poços revelaram-se potencialmente ativas. Portanto, os novos projetos de captação próximas a estas áreas devem levar em conta a adequada seleção de materiais e equipamentos, assim como de seu regime de bombeamento a fim de minimizar estes processos.

No que se refere à utilização das águas, o estudo mostra que a qualidade natural atende, na sua maioria, aos padrões de potabilidade e irrigação. Quanto ao uso industrial, para determinadas atividades, as águas provenientes de alguns poços necessitam de correção, principalmente da dureza e do pH.

No Estado de São Paulo, os níveis naturais de nitrato das águas subterrâneas parecem não ultrapassar 2,5 mg/l expressos em nitrogênio (N). A partir deste teor, as águas podem apresentar um início de contaminação, pois foram constatados 11 poços onde estes valores foram superados, sendo 9 deles no aquífero Bauru e 2 no afloramento do Aquífero Botucatu.

Não foi observada uma grande variação dos parâmetros físicos, químicos, e bacteriológicos no tempo.

8. ANEXOS

ANEXO I

RECOMENDAÇÕES ÀS REGIONAIS PARA A COLETA, PRESERVAÇÃO E ANÁLISE DOS PARÂMETROS.

A - Parâmetros a serem determinados

A determinação dos parâmetros deverá atender a metodologia constante na 16ª, 17ª e 18ª edição do Standard Methods for Examination Water and Wastewater e nas normas técnicas L5201 e L5214.

Os parâmetros a serem determinados são: cloreto, potássio, ferro total, cálcio, dureza total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio kjedahl total, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, pH, temperatura, oxigênio consumido, contagem padrão de bactérias, coliformes totais, coliformes fecais.

B - Frascos necessários por ponto de coleta e preservação da amostra

1 (um) frasco de 500 ml para potássio (preservar com HNO_3 até pH = 2).

1 (um) frasco de 1000 ml para oxigênio dissolvido OD, nitrogênio amoniacal, nitrogênio kjeldahl, nitrogênio nitrato (preservar com H_2SO_4 até pH = 2).

1 (um) frasco bacteriológico para coliformes total e fecal, e contagem padrão de bactérias (refrigerar a 4°C).

1 (um) frasco de 1500 ml para os demais parâmetros (refrigerar 4°C).

O Quadro nº 3, neste relatório, contém dados resumidos sobre os frascos necessários à coleta.

C - Execução da coleta

O coletor deverá passar na sede da Regional da SABESP local, no DAEE, ou no Serviço Autônomo de Água e Esgoto do município, a fim de pedir para um funcionário abrir e ligar a bomba do poço, se esta estiver desligada no momento da coleta.

O início da coleta, horário da remessa dos frascos com água, a duração da determinação das análises dos parâmetros, deverão satisfazer o período de preservação das amostras.

A amostragem deverá ser realizada só com poços em produção.

A tomada da amostra deverá ser feita diretamente no poço, antes de seu armazenamento no reservatório de distribuição e/ou de qualquer tratamento da água (desinfecção).

A coleta da amostra deverá ser feita sempre com o poço em funcionamento.

No caso da bomba estar desligada no instante da amostragem, será necessário aguardar alguns minutos de bombeamento para renovar a água parada no sistema de bombeamento da água.

Para evitar a perda de gases dissolvidos e por conseguinte alterações na composição química original da amostra, é importante que sejam extraídas de forma rápida, que se encham bem os frascos coletores, evitando a formação de câmaras de ar, preservar, tampá-los de imediato e principalmente que sejam armazenados à temperatura adequada.

Os frascos de amostra deverão ser identificados com lápis dermatográfico ou de outra forma que a água do gelo não prejudique sua identificação.

As fichas de coleta devidamente preenchidas deverão ser colocadas dentro de um saco plástico, e este preso na parte interna da tampa da geladeira portátil, para não ficar boiando na água do gelo.

D - Parâmetros a serem analisados em campo

1. **Temperatura da água:** a temperatura da água deve ser medida no local e na boca do poço.
2. **pH:** a medição do pH deve ser executada com muito cuidado e rapidez, pois é altamente dependente da temperatura (varia aproximadamente de 6% a 8% para cada grau de temperatura) do sistema.
3. **Condutividade elétrica:** a condutividade elétrica é dependente da temperatura, aumentando aproximadamente 2% a 3% para cada grau de aumento da mesma.

Durante a execução das determinações dos parâmetros em campo, deve ser evitado a ação direta do sol e do vento.

E - Frequência

A frequência de amostragem será uma vez por ano ou mais, quando houver necessidade.

F - Determinação das análises

As amostras coletadas deverão ser analisadas nos laboratórios pertinentes à Regional que atenda aos locais onde os poços estão situados, e/ou enviadas ao laboratório da Sede em São Paulo, para a determinação dos parâmetros que não são realizados nas regionais.

Os métodos de determinação dos parâmetros por laboratório estão discriminados no quadro nº 2, deste relatório.

ANEXO II

LEI Nº 6.134 - DE 2 DE JUNHO DE 1988

Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, e dá outras providências.

Artigo 1º - Sem prejuízo do disposto na legislação específica vigente, a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo rege-se pelas disposições desta Lei e regulamentos dela decorrentes.

Parágrafo único - Para efeitos desta Lei são consideradas subterrâneas as águas que corram natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização pelo homem.

Artigo 2º - Nos regulamentos e normas decorrentes desta Lei serão sempre levados em conta a interconexão entre as águas subterrâneas e superficiais e as interações observadas no ciclo hidrológico.

Artigo 3º - (Vetado).

Artigo 4º - As águas subterrâneas deverão ter programa permanente de preservação e conservação, visando ao seu melhor aproveitamento.

§ 1º - A preservação e conservação dessas águas implicam em uso racional, aplicação de medidas contra a sua poluição e manutenção do seu equilíbrio físico, químico e biológico em relação aos demais recursos naturais.

§ 2º - Os órgãos estaduais competentes manterão serviços indispensáveis à avaliação dos recursos hídricos do subsolo, fiscalizarão sua exploração e adotarão medidas contra a contaminação dos aquíferos e deterioração das águas subterrâneas.

§ 3º - Para os efeitos desta Lei, considera-se poluição qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas das águas subterrâneas, que possa ocasionar prejuízo à saúde, à segurança e ao bem estar das populações, comprometer o seu uso para fins agropecuários, industriais, comerciais e recreativos e causar danos à fauna e flora naturais.

Artigo 5º - Os resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, provenientes de atividades agropecuárias, industriais, comerciais ou de qualquer outra natureza, só poderão ser conduzidos ou lançados de forma a não poluírem as águas subterrâneas.

Parágrafo único - A descarga de poluente, tais como águas ou refugos industriais, que possam degradar a qualidade da águas subterrânea, e o descumprimento das demais determinações desta Lei e regulamentos decorrentes sujeitarão o infrator às penalidade previstas na legislação ambiental, sem prejuízo das sanções penais cabíveis.

Artigo 6º - A implantação de distritos industriais e de grandes projetos de irrigação, colonização e outros, que dependam da utilização de águas subterrâneas, deverá ser precedida de estudos hidrogeológicos para a avaliação das reservas e do potencial de recursos hídricos e para o correto dimensionamento do abastecimento, sujeitos à aprovação pelos órgãos competentes, na forma a ser estabelecida em regulamento.

Parágrafo único - As disposições do artigo 5º e seu parágrafo único deverão ser atendidas pelos estudos citados no "caput" deste artigo.

Artigo 7º - Se no interesse da preservação, conservação e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços públicos de abastecimento de água, ou por motivos geotécnicos ou ecológicos, se fizer necessário restringir a captação e o uso dessas águas, os órgãos de controle ambiental e de recursos hídricos poderão delimitar áreas destinadas ao seu controle.

Artigo 8º - Os poços jorrantes deverão ser dotados de dispositivos adequados para evitar desperdícios, ficando passíveis de sanção os seus responsáveis que não tomarem providências nesse sentido.

Parágrafo único - Os poços abandonados e as perfurações realizadas para outros fins, que não a extração de água, deverão ser adequadamente tamponados, de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos.

Artigo 9º - Sempre que necessário o Poder Público instituirá áreas de proteção aos locais de extração de águas subterrâneas, a fim de possibilitar a preservação e conservação dos recursos hídricos subterrâneos.

Artigo 10º - Os órgãos estaduais de controle ambiental e de recursos hídricos fiscalizarão o uso das águas subterrâneas, para o fim de protegê-las contra a poluição e evitar efeitos indesejáveis nas águas superficiais.

§ 1º - O regulamento desta Lei instituirá um cadastro estadual de poços tubulares profundos e de captação de águas subterrâneas.

§ 2º - Todo aquele que perfurar poço profundo, no território do Estado, deverá cadastrá-lo na forma prevista em regulamento, apresentar as informações técnicas necessárias e permitir o acesso da fiscalização ao local dos poços.

§ 3º - As atuais captações de águas subterrânea deverão ser cadastradas em até 180 (cento e oitenta) dias da regulamentação desta Lei e as novas captações em até 30 (trinta) dias após a conclusão das respectivas obras.

Artigo 11 - Esta Lei será regulamentada pelo Poder Executivo no prazo de 90 (noventa) dias, a partir da data da publicação desta Lei.

Artigo 12 - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação.

Orestes Quércia - Governador do Estado

DECRETO Nº 32.955, DE 7 DE FEVEREIRO DE 1991

Regulamenta a Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988.

CAPÍTULO I

Das Disposições Preliminares

Artigo 1º - Este decreto regulamenta a Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo e dá outras providências.

Artigo 2º - A preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo reger-se-á pelas disposições da Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988, deste decreto e dos regulamentos decorrentes.

Artigo 3º - As águas subterrâneas terão programa permanente de conservação e proteção, visando ao seu melhor aproveitamento.

Artigo 4º - Incluem-se no gerenciamento das águas subterrâneas as ações correspondentes:

I - à avaliação dos recursos hídricos subterrâneos e ao planejamento do seu aproveitamento racional;

II - à outorga e fiscalização dos direitos de uso dessas águas, e

III - à aplicação de medidas relativas à conservação dos recursos hídricos subterrâneos.

Parágrafo único - Na administração das águas subterrâneas sempre serão levadas em conta sua interconexão com as águas superficiais e as interações observadas no ciclo hidrológico.

Artigo 5º - As exigências e restrições constantes deste decreto não se aplicam aos postos destinados exclusivamente ao usuário doméstico residencial ou rural, sujeitas, todavia, à fiscalização dos agentes públicos credenciados, no tocante às condições de ordem sanitária e de segurança.

Parágrafo único - Os poços mencionados neste artigo estão dispensados do cadastramento instituído na Seção V, do Capítulo IV, deste decreto.

SEÇÃO II

Das Definições

Artigo 6º - Para os efeitos deste decreto são adotadas as seguintes definições:

- I** - águas subterrâneas: águas que ocorrem natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização pelo homem;
- II** - aquífero ou depósito natural de águas subterrâneas: solo, rocha ou sedimento permeáveis, capazes de fornecer água subterrânea, natural ou artificialmente captada;
- III** - aquífero confinado: aquele situado entre duas camadas confinantes, contendo água com pressão suficiente para elevá-la acima do seu topo ou da superfície do solo.
- IV** - aquífero de rochas fraturadas: aquele no qual a água circula por fraturas e fendas;
- V** - poço ou obra de captação: qualquer obra, sistema, processo, artefato ou sua combinação, empregados pelo homem com o fim principal ou incidental de extrair água subterrânea;
- VI** - poço jorrante ou artesianos: poço perfurado em aquífero cujo nível de água eleva-se acima da superfície do solo;
- VII** - poço tubular: poço de diâmetro reduzido, perfurado com equipamento especializado;
- VIII** - poluente: toda e qualquer forma de matéria ou energia que, direta ou indiretamente, cause poluição das águas subterrâneas;
- IX** - poluição: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas das águas subterrâneas que possa ocasionar prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações, comprometer seu uso para fins de consumo humano, agropecuários, industriais, comerciais e recreativos, e causar danos à flora e à fauna;
- X** - recarga artificial: operação com finalidade de introduzir água num aquífero;
- XI** - sistema de disposição de resíduos: aquele que utiliza o solo para disposição, tratamento ou estocagem de resíduos tais como aterros industriais e sanitários, lagoas de evaporação ou infiltração, áreas de disposição de lodo no solo ou de estocagem e
- XII** - usuário: o proprietário ou detentor de poço, sistema de poços ou de captação de águas subterrâneas.

SEÇÃO III

Das Atribuições

Artigo 7º - Cabe ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE a administração das águas subterrâneas do Estado de São Paulo, nos campos de pesquisas, captação, fiscalização, extração e acompanhamento de sua interação com águas superficiais e com o ciclo hidrológico.

Parágrafo único - O Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE manterá serviços indispensáveis à avaliação dos recursos hídricos subterrâneos, ao conhecimento do comportamento hidrológico dos aquíferos, ao controle e à fiscalização da extração.

Artigo 8º - Cabe à CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental prevenir e controlar a poluição das águas subterrâneas, para o que manterá os serviços indispensáveis.

Artigo 9º - Cabe à Secretaria da Saúde a fiscalização das águas subterrâneas destinadas a consumo humano, quanto ao atendimento aos padrões de potabilidade.

Artigo 10 - Cabe ao Instituto Geológico a execução de pesquisa e estudos geológicos e hidrogeológicos, o controle e arquivo de informações dos dados geológicos dos poços, no que se refere ao desenvolvimento do conhecimento dos aquíferos e da geologia do Estado.

Artigo 11 - As entidades e os órgãos mencionados nesta Seção poderão recorrer a outros organismos governamentais, para aplicação das disposições deste decreto.

Artigo 12 - Ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos caberá baixar normas complementares, necessárias ao cumprimento deste decreto.

Artigo 13 - Ao Grupo Técnico de Águas Subterrâneas (GTAS), vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, incumbirá coordenar a ação dos órgãos e das entidades mencionadas nesta Seção.

CAPÍTULO II

Da Defesa da Qualidade

SEÇÃO I

Da Proteção

Artigo 14 - Nenhuma atividade poderá poluir, de forma intencional ou não, as águas subterrâneas.

Artigo 15 - Todos os projetos de implantação de empreendimentos de alto risco ambiental, pólo petroquímico, carboquímico e cloroquímico, usinas nucleares e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou de periculosidade e risco para as águas subterrâneas deverão conter uma detalhada caracterização da hidrogeologia e vulnerabilidade de aquíferos, assim como medidas de proteção a serem adotadas.

SEÇÃO II

Dos Resíduos Sólidos, Líquidos ou Gasosos

Artigo 16 - Os resíduos sólidos, líquidos ou gasosos provenientes de quaisquer atividades, somente poderão ser transportados ou lançados se não poluírem águas subterrâneas.

SEÇÃO III

Da Disposição de Resíduos no Solo

Artigo 17 - Os projetos de disposição de resíduos no solo devem conter descrição detalhada de caracterização hidrogeológica de sua área de localização, que permita a perfeita avaliação de vulnerabilidade das águas subterrâneas, assim como a descrição detalhada das medidas de proteção a serem adotadas.

§ 1º - As áreas onde existirem depósitos de resíduos no solo devem ser dotadas de monitoramento das águas subterrâneas, efetuado pelo responsável pelo empreendimento, a ser executado conforme plano aprovado pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, e que deverá conter:

1. a localização e os detalhes construtivos do poço de monitoramento;
2. a forma de coleta das amostras, frequência, parâmetros a serem observados e métodos analíticos, e

3. a direção, espessura e o fluxo do aquífero freático e possíveis interconexões com outras unidades aquíferas.

§ 2º - O responsável pelo empreendimento deverá apresentar relatórios à CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, até 31 de janeiro de cada ano, informando os dados obtidos no monitoramento.

§ 3º - Se houver alteração estaticamente comprovada, em relação aos parâmetros naturais de qualidade da água nos poços a jusante, por ele causada, o responsável pelo empreendimento deverá executar as obras necessárias para recuperação das águas subterrâneas.

SEÇÃO IV

Da Potabilidade

Artigo 18 - As águas subterrâneas destinadas a consumo humano deverão atender aos padrões de potabilidade fixados na legislação sanitária.

CAPÍTULO III

Das Áreas de Proteção

SEÇÃO I

Do Estabelecimento de Áreas de Proteção

Artigo 19 - Sempre que, no interesse da conservação, proteção e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços de abastecimento de águas, ou por motivos geotécnicos ou geológicos, se fizer necessário restringir a captação e o uso das águas, o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE e a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental proporão ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos a delimitação de áreas destinadas ao seu controle.

§ 1º - Nas áreas a que se refere este artigo, a extração de águas subterrâneas poderá ser condicionada à recarga natural ou artificial dos aquíferos.

§ 2º - As áreas de proteção serão estabelecidas com base em estudos hidrogeológicos pertinentes, ouvidos os municípios e demais organismos interessados.

SEÇÃO II

Da Classificação das Áreas de Proteção

Artigo 20 - Para os fins deste decreto, as áreas de proteção classificam-se em:

I - Áreas de Proteção Máxima: compreendendo, no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis à poluição e que se constituam em depósitos de água essenciais para abastecimento público;

II - Área de Restrição e Controle: caracterizada pela necessidade de disciplina das extrações, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição a novas atividades potencialmente poluidoras, e

III - Áreas de Proteção de Poços e outras Captações: incluindo a distância mínima entre poços e outras captações e o respectivo perímetro de proteção.

SEÇÃO III

Das Áreas de Proteção Máxima

Artigo 21 - Nas Áreas de Proteção Máxima serão permitidos:

I - a implantação de indústrias de alto risco ambiental, pólos petroquímicos, carboquímicos e cloroquímicos, usinas nucleares e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou extrema periculosidade;

II - as atividades agrícolas que utilizem produtos tóxicos de grande mobilidade e que possam colocar em risco as águas subterrâneas, conforme relação divulgada pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e Secretaria de Agricultura e Abastecimento, e

III - o parcelamento do solo urbano sem sistema adequado de tratamento de efluente ou de disposição de resíduos sólidos.

Artigo 22 - Se houver escassez de água subterrânea ou prejuízo sensível aos aproveitamentos existentes nas Áreas de Proteção Máxima, o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE e a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de acordo com as respectivas atribuições poderão:

I - proibir novas captações até que o aquíferos se recupere ou seja superado o fato que determinou a carência de água;

II - restringir e regular a captação de água subterrânea, estabelecendo o volume máximo a ser extraído e o regime de operação;

III - controlar as fontes de poluição existentes, mediante programa específico de monitoramento, e

IV - restringir novas atividades potencialmente poluidoras.

Parágrafo único - Quando houver restrição à extração de águas subterrâneas, serão prioritariamente atendidas as captações destinadas ao abastecimento público de água, cabendo ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE estabelecer a escala de prioridades, segundo as condições locais.

SEÇÃO IV

Das Áreas de Restrição e Controle

Artigo 23 - Nas Áreas de Restrição e Controle, quando houver escassez de água subterrânea ou prejuízo sensível aos aproveitamentos existentes, poderão ser adotadas as medidas previstas no artigo 22 deste decreto.

SEÇÃO V

Das Áreas de Proteção de Poços e Outras Captações

Artigo 24- Nas Áreas de Proteção de Poços e Outras Captações, será instituído Perímetro Imediato de Proteção Sanitária, abrangendo raio de dez metros, a partir do ponto de captação, cercado e protegido com telas, devendo o seu interior ficar resguardado da entrada ou penetração de poluentes.

§ 1º - Nas áreas a que se refere este artigo, os poços e as captações deverão ser dotados de laje de proteção sanitária, para evitar a penetração de poluentes.

§ 2º - As lajes de proteção, de concreto armado, deverão ser fundidas no local, envolver o tubo de revestimento, ter declividade do centro para as bordas, espessura mínima de dez centímetros e área não inferior a três metros quadrados.

Artigo 25 - Serão estabelecidos, em cada caso, além do Perímetro Imediato de Proteção Sanitária, Perímetros de Alerta contra poluição, tomando-se por base uma distância coaxial ao sentido do fluxo, a partir do ponto de captação, equivalente ao tempo de trânsito de cinquenta dias de águas do aquífero, no caso de poluentes não conservativos.

Parágrafo único - No interior do Perímetro de Alerta, deverá haver disciplina das extrações, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrições a novas atividades potencialmente poluidoras.

CAPÍTULO IV

Das Aprovações, Outorgas e Cadastramento

SEÇÃO I

Dos Empreendimentos Sujeitos a Aprovação

Artigo 26 - A implantação de distritos industriais, de grandes projetos de irrigação, de colonização e outros, que dependam da utilização de águas subterrâneas, ou ponham em risco sua qualidade natural, fica sujeito à aprovação dos órgãos e das entidades referidos no Capítulo I, Seção III, deste decreto.

Parágrafo único - As atividades mencionadas neste artigo deverão ser precedidas de estudos hidrogeológicos que permitam avaliar o potencial disponível e o correto dimensionamento do sistema de abastecimento.

SEÇÃO II

Dos Estudos Hidrogeológicos

Artigo 27 - Os estudos hidrogeológicos, projetos e as obras de captação de águas subterrâneas deverão ser realizadas por profissionais, empresa ou instituições legalmente habilitados perante o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), exigindo-se o comprovante de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

Artigo 28 - Deverá ser obtida autorização prévia do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE para qualquer obra de captação de água subterrânea, incluída em projetos, estudos e pesquisas.

Artigo 29 - Os estudos hidrogeológicos e projetos de obras de captação deverão ser protocolados no Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, na sede ou na Diretoria correspondente à bacia hidrográfica onde será realizado o aproveitamento, em duas vias de relatório detalhado, conforme norma aprovada mediante Portaria do Superintendente da Autarquia.

SEÇÃO III

Das Concessões e Autorizações

Artigo 30 - O uso das águas subterrâneas estaduais depende de concessão ou autorização administrativa, outorgadas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, como segue:

I - concessão administrativa, quando a água destinar-se a uso de utilidade pública ou a captação ocorrer em terreno do domínio público;

II - autorização administrativa, quando a água extraída destinar-se a outras finalidade.

Artigo 31 - As outorgas referidas no artigo anterior serão condicionadas aos objetivos do Plano Estadual de Recursos Hídricos, levando-se em consideração os fatores econômicos e sociais.

§ 1º - As concessões e autorizações serão outorgadas por tempo fixo, nunca excedente a trinta anos, determinando-se prazo razoável para início e conclusão das obras, sob pena de caducidade.

§ 2º - Se, durante três anos, o outorgado deixar de fazer uso exclusivo das águas, sua concessão ou autorização será declarada caduca.

§ 3º - Independem de outorga as captações de águas subterrâneas em vazão inferior a cinco metros cúbicos por dia, ficando, todavia, sujeitas à fiscalização da Administração, na defesa da saúde pública e da quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

§ 4º - Antes de outorgar, total ou parcialmente, ou negar a extração de água pretendida, o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE poderá solicitar as informações adicionais que entender necessárias.

§ 5º - As outorgas serão efetuadas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE dentro do prazo de sessenta dias contados da data do pedido ou do atendimento à última eventual exigência.

Artigo 32 - Os atos de outorga para a extração de água subterrânea deverão proibir mudanças físicas ou químicas que possam prejudicar as condições naturais dos aquíferos, ou do solo, assim como os direitos de terceiros.

SEÇÃO IV **Das Licenças**

Artigo 33 - A execução das obras destinadas à extração de água subterrânea e sua operação dependerão de outorga das licenças de execução e de operação respectivamente.

§ 1º - Aprovados os estudos e projetos de obras e perfuração de poços, ou de obras destinadas a pesquisa ou ao aproveitamento de água subterrânea, o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE expedirá a licença de execução das obras e credenciará seus agentes para acompanharem, realizarem ou exigirem os testes e as análises recomendáveis.

§ 2º - Concluída a obra, o responsável técnico deverá apresentar relatório pormenorizado contendo os elementos necessários à exploração da água subterrânea, de forma a possibilitar a expedição, pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, da licença de operação.

SEÇÃO V **Do Cadastro de Poços e Outras Captações**

Artigo 34 - Fica instituído, sob a administração do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, o Cadastro de Poços Tubulares Profundos e outras Captações, consubstanciado no Sistema de Informação de Águas Subterrâneas - SIDAS.

Artigo 35 - Os dados e as informações do poços e outras captações contidos no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIDAS, assim como os estudos hidrogeológicos desenvolvidos por órgãos e entidades da Administração Estadual estarão à disposição dos usuários, para orientação e subsídio, no sentido de promoverem a utilização racional das águas subterrâneas.

Artigo 36 - Todo aquele que construir obra de captação de água subterrânea, no interior do Estado, deverá cadastrá-la no Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, conforme norma a ser baixada em Portaria do Superintendente da Autarquia, apresentar as informações técnicas necessárias, e permitir o acesso da fiscalização ao local.

§ 1º -O cadastramento deverá ser efetuado na sede do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE ou na Diretoria correspondente à bacia hidrográfica em que estiver localizado o aproveitamento.

§ 2º -Cada poço cadastrado receberá um número de identificação e registro.

§ 3º -As captações existentes deverão ser cadastradas dentro do prazo de cento e oitenta dias contados da data da entrada em vigor deste decreto.

§ 4º -As captações novas deverão ser cadastradas dentro do prazo de 30 dias contados da data da conclusão das respectivas obras.

CAPÍTULO V

Das Medidas Preventivas

SEÇÃO I

Da Operação e Manutenção de Poços

Artigo 37 - O usuário de obras de captação de água subterrânea deve operá-la em condições adequadas, de modo a assegurar a capacidade do aquífero e evitar o desperdício de água, podendo o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE exigir a reparação das obras e das instalações e a introdução de melhorias.

Artigo 38 - Os poços e outras obras de captação de águas subterrâneas deverão ser dotados de equipamentos de medição de volume extraído e do nível da água.

Parágrafo único -Os usuários deverão manter registro mensal de dados e outras informações sobre o uso da água e apresentar ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE um informe anual detalhado.

Artigo 39 - Nas instalações de captação de água subterrânea destinada a abastecimento público, deverão ser efetuadas análises físicas, químicas e bacteriológicas da água, nos termos da legislação sanitária;

SEÇÃO II

Dos Poços Abandonados

Artigo 40 - Os poços abandonados, temporária ou definitivamente, e as perfurações realizadas para outros fins que não a extração de água deverão ser adequadamente tamponados por seus responsáveis para evitar a poluição dos aquíferos ou acidentes.

§ 1º - Os poços abandonados, perfurados em aquíferos friáveis, próximos à superfície, deverão ser tamponados com material impermeável e não poluente, como argila, argamassa ou pasta de cimento, para evitar a penetração de águas da superfície no interior do poço, ou ao longo da parte externa do revestimento.

§ 2º - Os poços abandonados, perfurados em aquíferos de rochas fraturadas, deverão ser tamponados com pasta ou argamassa de cimento, colocada a partir da primeira entrada de água, até a superfície com espessura nunca inferior a 20 (vinte) metros.

§ 3º - Os poços abandonados, que captem água de aquífero confinado, deverão ser tamponados com selos de pasta de cimento, injetado sob pressão, a partir do topo do aquífero.

SEÇÃO III

Dos Poços Jorrantes ou Artesianos

Artigo 41 - Os poços jorrantes ou artesianos devem ser dotados de fechamento hermético, para evitar o desperdício de água.

SEÇÃO IV

Das Escavações, Sondagens ou Obras

Artigo 42 - As escavações, sondagens ou obras para pesquisa, lavra mineral ou outros fins, que atingirem águas subterrâneas, deverão ter tratamento idêntico a poço abandonado, de forma a preservar e conservar os aquíferos.

SEÇÃO V

Da Recarga Artificial

Artigo 43 - A recarga artificial de aquíferos dependerá de autorização do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, condicionada à realização de estudos que comprovem a sua conveniência técnica, econômica e sanitária e a preservação da qualidade das águas subterrâneas.

CAPÍTULO VI

Da Fiscalização e das Sanções

SEÇÃO I

Da Fiscalização

Artigo 44 - O Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e a Secretaria da Saúde, no âmbito das respectivas atribuições, fiscalizarão a utilização das águas subterrâneas, para protegê-las contra poluição e evitar efeitos indesejáveis aos aquíferos e à saúde pública.

Artigo 45 - Fica assegurado aos agentes credenciados, encarregados de fiscalizar a extração e a qualidade das águas subterrâneas, o livre acesso aos prédios em que estiverem localizadas as captações e aos locais onde forem executados serviços ou obras que, de alguma forma, possam afetar os aquíferos.

Parágrafo único - No exercício de suas funções, os agentes credenciados poderão requisitar força policial, se necessário, para garantir a fiscalização de poços ou sistemas de captação.

Artigo 46 - Aos agentes credenciados, além das funções que lhes forem cometidas pelos respectivos órgãos ou entidades, cabe:

I - efetuar vistorias, levantamento, avaliações e verificar a documentação técnica pertinente;

II - colher amostras e efetuar medições, a fim de averiguar o cumprimento das disposições deste decreto;

III - verificar a ocorrência de infrações e expedir os respectivos autos;

IV - intimar, por escrito, os responsáveis pelas fontes poluidoras, ou potencialmente poluidoras, ou por ações indesejáveis sobre as águas, a prestarem esclarecimentos em local oficial e data previamente estabelecidos.

V - aplicar as sanções previstas neste decreto.

SEÇÃO II

Das Sanções

Artigo 47 - Nos termos do artigo 5º parágrafo único, da Lei 6.134, de 2 de junho de 1988, a descarga de poluentes, tais como águas ou refugos industriais, que possam degradar a qualidade das águas subterrâneas, e o descumprimento de suas disposições e das estabelecidas neste decreto, sujeitarão o infrator às sanções e aos procedimentos previstos nos artigos 80 e 107, do Regulamento aprovado pelo Decreto nº 8468, de 8 de setembro de 1976, com alterações posteriores, sem prejuízo das ações penais cabíveis.

Artigo 48 - A desobediência às disposições da legislação sanitária sujeitará o infrator às sanções e aos procedimentos previstos nas normas sobre promoção, preservação e recuperação da saúde, no campo de competência da Secretaria da Saúde, contidas no Regulamento aprovado pelo Decreto nº 12.342, de 27 de setembro de 1978.

Artigo 49 - O não atendimento às disposições relativas à extração, ao controle e à proteção das águas subterrâneas, estatuídas por este decreto sujeitará o infrator à revogação da outorga, ou à declaração de sua caducidade, e sua responsabilização por eventuais danos causados ao aquífero ou à gestão daquelas águas.

Artigo 50 - Este decreto entrará em vigor na data de sua publicação.

Publicado na Secretaria de Estado do Governo, aos 7 de fevereiro de 1991.

9. BIBLIOGRAFIA

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - 1992. Caderno Técnico nº 2 - Coletânea da Legislação e Regulamentação sobre o Uso e Preservação das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, São Paulo, 66 p.

AMARAL, Renato. Critérios para interpretação de análises físico-químicas de águas. CETESB, GQAG - 1984. 59 p.

CAMPOS, H. C. N. S. 1987. Contribuição ao estudo hidrogeoquímico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo, S. P. 58 p., 2 pranchas. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências - USP)

CAMPOS, H. C. N. S. 1993. Caracterização e Cartografia das Províncias Hidrogeoquímicas do Estado de São Paulo, S. P. 177 p., . (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências - USP)

CASTRO, S. C. S., et al. 1992. Contaminação por água subterrânea em São José do Rio Preto - Contaminação por nitratos. 7º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas; Belo Horizonte, MG: 103-106 p.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - 1977. Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, estudo preliminar. São Paulo, S. P. 88 p. ilustr., mapas.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - 1978. Água subterrânea e poços tubulares; traduzido do original norte americano, publicado pela Johnson Division, UOP, Inc, Saint Paul, Minnesota, São Paulo, 482 p.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - 1978. Normalização Técnica L 5.139; L 5.138; L 5.137; L 59 e L 5.143. Primeira edição 24/01/78

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - 1981. Controle da Poluição das Águas Subterrâneas na Zona de Recarga do Aquífero Botucatu. 2 v.

CETESB; DAEE; ENCO. - 1980. Projeto Ribeirão Preto - Controle da poluição das águas subterrâneas. São Paulo, S. P. 281 p., 2 v.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - 1988. Guia de coleta e preservação de amostras de água, São Paulo, S. P., 150 p.: il; 22 cm.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - 1974. Estudo de Águas Subterrâneas, Região Administrativa 6, Ribeirão Preto, S. P. São Paulo, Tahal.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - 1976. Estudo de Águas Subterrâneas, Regiões Administrativas 7, 8 e 9 (Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba), S. P. São Paulo, ENCO.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - 1979. Estudo de Águas Subterrâneas, Regiões Administrativas 10 e 11 (Presidente Prudente e Marília), S. P. São Paulo, DAEE.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - 1990. Plano Estadual de Recursos Hídricos: primeiro plano do Estado de São Paulo. S. P. 140 p. il. 28 x 43 cm.

EMBRAPA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - 1983. Levantamento Pedológico Semi-Detalhado do Estado de São Paulo - Quadrícula de Ribeirão Preto, escala 1:100.000, mapa em folha 71 x 77 cm.

FIGUEIREDO, E. M. - 1990. Análise da Contaminação por Nitrato no Aquífero Livre e Semi-Confinado na Área Urbanizada de Natal - (RN). Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas nº 13, São Paulo, S. P. p. 75-81.

FRANCO FILHO, F. W. B., et al. - 1988. Contribuição ao Estudo Hidrogeológico do Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia e Metodologia de Perfuração. 5º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo, S. P. 14 a 16/08/1988. p. 52-57.

I.G.C. - Instituto Geográfico e Cartográfico & I. A. - Instituto Agrônomo - 1989. Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Carta Pedológica Semi-Detalhada do Estado de São Paulo, escala 1:100.000, mapa em folha 71 x 77 cm.

I.P.T. - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - 1981. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, São Paulo, S. P., 2 v.

POPPE, L. P. M.; LOPEZ, J. C.; NEGRÃO, F. I. - 1980. Determinação de Áreas Prioritárias para o Controle de Poluição das Águas Subterrâneas. 1º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Recife: p. 235-245.

SOARES, P. C. - 1973. O Mesozóico Gondwanico no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, São Paulo.

SOUZA, H. B. de & Derísio, J. C. - 1977. Guia Técnico de Coleta de Amostras. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB - São Paulo, S. P., 257 p.



